



Ciência, Inovação e Tecnologia na Amazônia 2

Organizadores

**Clarice Maia Carvalho
Cydia de Menezes Furtado
Sergio Luiz Prolo Júnior
Renato André Zan**

2019

**Stricto
ensu
Editora**

ISBN: 978-65-80261-09-3

Clarice Maia Carvalho
Cydia de Menezes Furtado
Renato André Zan
Sergio Luiz Prolo Júnior
(Organizadores)

Ciência, Inovação e Tecnologia na Amazônia 2

Rio Branco, Acre

Stricto Sensu Editora

CNPJ: 32.249.055/001-26

Prefixo Editorial: 80261

Editora Geral: Profa. Msc. Naila Fernanda Sbsczk Pereira Meneguetti

Editor Científico: Prof. Dr. Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti

Bibliotecária: Tábata Nunes Tavares Bonin – CRB 11/935

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof.^a Msc. Ageane Mota da Silva (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Acre)

Prof. Dr. Amilton José Freire de Queiroz (Universidade Federal do Acre)

Prof. Dr. Francisco Carlos da Silva (Centro Universitário São Lucas)

Prof. Dr. Humberto Hissashi Takeda (Universidade Federal de Rondônia)

Prof. Msc. Jader de Oliveira (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho)

Prof. Dr. Leandro José Ramos (Universidade Federal do Acre)

Prof. Dr. Luís Eduardo Maggi (Universidade Federal do Acre)

Prof. Msc. Marco Aurélio de Jesus (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia)

Prof.^a Dr.^a Mariluce Paes de Souza (Universidade Federal de Rondônia)

Prof. Dr. Paulo Sérgio Bernarde (Universidade Federal do Acre)

Prof. Dr. Romeu Paulo Martins Silva (Universidade Federal do Acre)

Prof. Dr. Renato Abreu Lima (Universidade Federal do Amazonas)

Prof. Msc. Renato André Zan (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia)

Prof. Dr. Rodrigo de Jesus Silva (Universidade Federal Rural da Amazônia)

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569

Ciência, inovação e tecnologia na Amazônia 2 / Clarice Maia Carvalho... [et al.]. – Rio Branco: Stricto Sensu, 2019.

405 p. : il.

ISBN: 978-65-80261-09-3

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093

1. Ciência. 2. Inovação. 3. Tecnologia. I. Carvalho, Clarice Maia. II. Furtado, Cydia de Menezes. III. Prolo Júnior, Sérgio Luiz. IV. Zan, Renato André. V. Título.

CDD 22. ed. 607.0918

Bibliotecária Responsável: Tábata Nunes Tavares Bonin / CRB 11-935

O conteúdo dos capítulos do presente livro, correções e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

É permitido o download deste livro e o compartilhamento do mesmo, desde que sejam atribuídos créditos aos autores e a editora, não sendo permitido a alteração em nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

sseditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As pesquisas no âmbito da CT&I, tem comprometimento com o desenvolvimento sustentável, com metas estratégicas, cuja as ações se desencadeiam nas diversas áreas, tanto social, como econômica, ambiental e agrícola. A Amazônia não pode ficar de fora desse cenário de inovação tecnológica, considerando que o domínio desse conhecimento, agrega valor à nossa cadeia produtiva, com desenvolvimento socioeconômico aliado a preservação ambiental, alternativas fundamentais nas políticas de sustentabilidade regional.

Participando desse processo de pesquisa e inovação, temos enfrentado o desafio de produzir e publicar com rigor teórico e técnico-científico, trabalhos que contribuam para a melhoria das relações entre a sociedade e a natureza.

O livro *Ciência, Inovação e Tecnologia na Amazônia 2*, está estruturado em 28 capítulos, abordando temáticas de interesse multidisciplinar (educação, saúde, meio ambiente, energia e geotecnologias) a partir de pesquisas realizadas no âmbito de instituições renomadas no campo do ensino, pesquisa e extensão, capitaneadas por pesquisadores com ampla experiência acadêmico-científica, e seus grupos de pesquisas composto por acadêmicos iniciantes nas experiências de pesquisa.

O livro apresenta temáticas de amplo espectro, abrangendo as diversas áreas do conhecimento das questões amazônicas, munindo profissionais, professores, acadêmicos e público em geral de informações inéditas e robustas sobre pesquisas desta região.

Boa Leitura!

Cydia de Menezes Furtado

SUMÁRIO

CAPÍTULO. 1..... 14

ATIVIDADES BIOLÓGICAS DE AGARICALES (AGARICOMYCETES): UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Laura Nadyne da Silva Silvestre (Universidade Federal do Acre)

Yara de Moura Magalhães Lima (Universidade Federal do Acre)

Geyse Souza Santos (Universidade Federal do Acre)

Clarice Maia Carvalho (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.01

CAPÍTULO. 2..... 28

DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE BOLDO-BAIANO (*Vernonia condensata* BAKER)

Luís Gustavo de Souza e Souza (Universidade Federal do Acre)

Nilciléia Mendes da Silva (Universidade Federal do Acre)

Geazí Penha Pinto (Universidade Federal do Acre)

Marilene Santos de Lima (Universidade Federal do Acre)

Almecina Balbino Ferreira (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.02

CAPÍTULO. 3..... 37

EVOLUÇÃO DE C-CO₂ EM SOLOS SOB DIFERENTES MANEJOS NO SERINGAL CACHOEIRA, MUNICÍPIO DE XAPURI, ACRE, BRASIL

Iusseny do Nascimento Soares Souza (Instituto Federal do Estado do Acre)

Rogério Antônio Sartori (Universidade Federal do Acre)

Marcel Alexandre da Silva Souza (Instituto Federal do Estado do Acre)

Ricardo Bezerra Hoffmann (Instituto Federal do Estado do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.03

CAPÍTULO. 4..... 57

EFEITOS FARMACOLÓGICOS DE *Citrullus lanatus*

Natacha Pinheiro Melo Brozzo (Universidade Federal do Acre)

Efraim dos Santos Ferreira (Universidade Federal do Acre)

Marta Adelino da Silva Faria (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.04

CAPÍTULO. 5..... 65

EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS SOBRE OS BENEFÍCIOS DO CHÁ VERDE (*Camellia sinensis*) E SEUS COMPONENTES À SAÚDE DA MULHER

Yara de Moura Magalhães Lima (Universidade Federal do Acre)

Thaísa Castello Branco Danzicourt (Universidade Federal do Acre)

Fernanda Viana Diniz (Universidade Federal do Acre)

Bárbara Teles Cameli (Universidade Federal do Acre)

Clarice Maia Carvalho (Universidade Federal do Acre)

Suelen Maria Bezerra de Moura Rocha (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.05

CAPÍTULO. 6..... 82

O ENSINO DE POLÍMEROS NO CONTEXTO DA HISTÓRIA DA BORRACHA NO ACRE

Elisângela Maria de Souza Anastácio (Universidade Federal do Acre)

Anelise Maria Regiani (Universidade Federal de Santa Catarina)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.06

CAPÍTULO. 7..... 100

DIVERSIDADE DE AGARICALES (AGARICOMYCETES) NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Yara de Moura Magalhães Lima (Universidade Federal do Acre)

Laura Nadyne da Silva Silvestre (Universidade Federal do Acre)

Geyse Souza Santos (Universidade Federal do Acre)

Clarice Maia Carvalho (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.07

CAPÍTULO. 8..... 116

ENRAIZAMENTO E CRESCIMENTO INICIAL DE ESTACAS DE [*Arrabidaea chica* (BONPL.) B. VERL.] SUBMETIDAS A TRATAMENTO COM ÁCIDO INDOLBITÍRICO

Romário Rodrigues Gomes (Universidade Federal do Acre)

Josilene Ferreira Rocha (Universidade Federal do Acre)

Matheus Matos do Nascimento (Universidade Federal do Acre)

Marilene Santos de Lima (Universidade Federal do Acre)

Almecina Balbino Ferreira (Universidade Federal do Acre)

Lin Chau Ming (Universidade Estadual Paulista)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.08

CAPÍTULO. 9..... 124

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA EDIFICAÇÃO LOCALIZADA NO CAMPUS RIO BRANCO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE

Lucas Leonardo Lima Rabim (Universidade Federal do Acre)

Fernando da Silva Souza (Universidade Federal de Ouro Preto)

Julio Roberto Uszacki Junior (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.09

CAPÍTULO. 10..... 146

A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO COMO RECURSOS DIDÁTICOS NAS AULAS DE GEOGRAFIA: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA COM BOLSISTAS DO PIBID NO COLÉGIO DE APLICAÇÃO-UFAC

Arivaldo D'Avila de Oliveira (Universidade Federal do Acre)

Anderson Azevedo Mesquita (Universidade Federal do Acre)

Rodrigo Otávio Perea Serrano (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.10

CAPÍTULO. 11..... 156

VARIABILIDADE MORFOMÉTRICA DOS SEDIMENTOS ARENOSOS DO RIO ACRE

Rodrigo Otávio Peréa Serrano (Universidade Federal do Acre)

Fábio da Silva Lucio (Universidade Federal do Acre)

Gabriel Brandão Xavier (Universidade Federal do Acre)

José Genivaldo do Vale Moreira (Universidade Federal do Acre)
Anderson Azevedo Mesquita (Universidade Federal do Acre)
Arivaldo D'Avila de Oliveira (Universidade Federal do Acre)
Waldemir Lima dos Santos (Universidade Federal do Acre)
Sergio Luiz Prolo Júnior (Universidade Federal do Acre)
DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.11

CAPÍTULO. 12..... 171

FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS PARA O CONTROLE DE CUPIM

Gleison Rafael Queiroz Mendonça (Universidade Federal do Acre)
Atilon Vasconcelos de Araújo (Universidade Federal do Acre)
Clarice Maia Carvalho (Universidade Federal do Acre)
DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.12

CAPÍTULO. 13..... 193

LACAZIOSE (OU DOENÇA DE JORGE LOBO): ATUALIZAÇÃO CLÍNICA, DIAGNÓSTICA, TERAPÊUTICA E EPIDEMIOLÓGICA

Leandro Cavalcante Santos (Universidade Federal do Acre)
Aline Feitosa de Souza (Centro Universitário Uninorte)
Natália Costa Chaves (Centro Universitário Uninorte)
Clarice Maia Carvalho (Universidade Federal do Acre)
Atilon Vasconcelos de Araújo (Universidade Federal do Acre)
DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.13

CAPÍTULO. 14..... 210

A PERCEPÇÃO DO LIXO SEGUNDO ATORES SOCIAIS DE XAPURI - ACRE

Rallid Carvalho da Silva (Instituto Federal do Acre)
Thiago Yamada (Instituto Federal do Acre)
Raphael dos Santos Gomes (Instituto Federal do Acre)
Poliana Domingos Ferro (Instituto Federal do Acre)
Najara Vidal Pantoja (Instituto Federal do Acre)
DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.14

CAPÍTULO. 15..... 221

APLICAÇÕES DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL: REVISÃO SISTEMÁTICA

Fernanda Viana Diniz (Universidade Federal do Acre)

Leila Priscila Peters (Universidade Federal do Acre)

Moisés Silveira Lobão (Universidade Federal do Acre)

Clarice Maia Carvalho (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.15

CAPÍTULO. 16..... 240

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO CALDO DE CANA-DE-AÇUCAR (*Saccharum* sp.)
COMERCIALIZADO EM RIO BRANCO, ACRE, BRASIL**

Leticia da Silva Bedelegue (Centro Universitário Uninorte)

Izabelly Marry Souza (Centro Universitário Uninorte)

Jenheffer Querolaine da Silva Pereira (Centro Universitário Uninorte)

Atilon Vasconcelos de Araújo (Centro Universitário Uninorte)

Cydia de Menezes Furtado (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.16

CAPÍTULO. 17..... 255

**EDUCAÇÃO PERMANENTE EM REANIMAÇÃO CARDIOPULMONAR: UM DESAFIO A
SER VENCIDO**

Rasnas Piassi Siqueira (Centro Universitário Uninorte)

Jhonatan Felipe Pereira (Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal)

Brenda Dandhara Lopes Carrilho Alves (Centro Universitário Uninorte)

Janaína Franco (Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal)

Tyburcyo Brenno Lopes Carrilho Alves (Centro Universitário Uninorte)

Cydia de Menezes Furtado (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.17

CAPÍTULO. 18..... 264

ESTUDOS DE ESTIMATIVA DE IDADE ÓSSEA ESQUELÉTICA: REVISÃO DE LITERATURA

Núbia Rafaelle Oliveira de Meneses (Universidade de São Paulo)

Tyburcyo Brenno Lopes Carrilho Alves (Centro Universitário Uninorte)

Brenda Dandhara Lopes Carrilho Alves (Centro Universitário Uninorte)

Jéssica Rabelo Mina Zambrana (Universidade de São Paulo)

Claudio Costa (Universidade de São Paulo)

Cydia Menezes Furtado (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.18

CAPÍTULO. 19..... 282

EVENTOS ADVERSOS PÓS-VACINAIS DOS IMUNIZANTES INFLUENZA A (H1N1) E TETRAVALENTE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Taynara dos Santos Malveira (Universidade Federal do Acre)

Saide Feitosa da Silva (Universidade Federal do Acre)

Janaina Ribeiro Pereira (Universidade Federal do Acre)

Anderson Vasconcelos Teixeira (Universidade Federal do Acre)

Marta Adelino da Silva Faria (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.19

CAPÍTULO. 20..... 298

ULTRASSOM TERAPÊUTICO NA CICATRIZAÇÃO TECIDUAL

Soraya Oliveira Moura (Universidade Federal do Acre)

Adna Rocha de Araújo Maia (Policlínica Barral e Barral)

Wagner Coelho de Albuquerque Pereira (Universidade Federal do Rio de Janeiro)

Luis Eduardo Maggi (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.20

CAPÍTULO. 21..... 309

EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EM RIO BRANCO, ACRE- AMAZÔNIA OCIDENTAL

Adriana Valente de Oliveira (Universidade Federal do Acre)

José Genivaldo do Vale Moreira (Universidade Federal do Acre)

Rodrigo Otávio Peréa Serrano (Universidade Federal do Acre)

Josué da Silva Santos (Prefeitura Municipal de Rio Branco)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.21

CAPÍTULO. 22..... 329

LEVANTAMENTO DE ACIDENTES OFÍDICOS REGISTRADOS NA VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO – ACRE

Roberto Dias Ferreira (Centro Universitário Uninorte)

Itamar Leite de Lima (Centro Universitário Uninorte)

Roney Santos de Souza (Centro Universitário Uninorte)

Cydia de Menezes Furtado (Universidade Federal do Acre)

Janaína Silva de Almeida Queiroz (Centro Universitário Uninorte)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.22

CAPÍTULO. 23..... 343

IODAÇÃO DO SAL DE COZINHA E SUAS CONSEQUÊNCIAS A SAÚDE

Ianna Andrade Oliveira (Universidade Federal do Acre)

Alanderson Alves Ramalho (Universidade Federal do Acre)

Cynara Pessôa Fontes da Silva (Universidade Federal do Acre)

Cydia Menezes Furtado (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.23

CAPÍTULO. 24..... 352

AULAS EXPERIMENTAIS EM UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR: UMA EXPERIÊNCIA EXITOSA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

Maria Galdizia Carvalho Assunção (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

Érica Patrícia Navarro (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

Rosália Maria Ribeiro de Aragão (Universidade Federal do Pará)
Andreza Mendonça (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
Josefa Aparecida Pereira de Andrade (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
Fernanda Rodrigues de Siqueira (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
Maria Elessandra Rodrigues Araújo (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.24

CAPÍTULO. 25..... 366

INFLUÊNCIA DOS SUBSTRATOS FORMULADOS COM RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE JATOBÁ

William Souza Neimog (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
Andreza Mendonça (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
Érica Patrícia Navarro (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
Rosália Maria Ribeiro de Aragão (Universidade Federal do Pará)
Maria Elessandra Rodrigues Araújo (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
Matheus Favaro Moreira (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
Marta Betânia Ferreira Carvalho (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.25

CAPÍTULO. 26..... 376

FUNÇÃO SECRETA: O JOGO COMO RECURSO METODOLÓGICO NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Érica Patrícia Navarro (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
Rosália Maria Ribeiro de Aragão (Universidade Federal do Pará)
Andreza Mendonça (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
Josefa Aparecida Pereira de Andrade (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
Jones Fernando Giacon (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
Maria Elessandra Rodrigues Araújo (Instituto Federal do Estado de Rondônia)
DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.26

CAPÍTULO. 27..... 386

POSSIBILIDADES METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA EXPERIÊNCIA NO PIBID

Érica Patrícia Navarro (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

Andreza Mendonça (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

Rosália Maria Ribeiro de Aragão (Universidade Federal do Pará)

Josefa Aparecida Pereira de Andrade (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

Jones Fernando Giacon (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

Maria Elessandra Rodrigues Araújo (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.27

CAPÍTULO. 28..... 397

COLETE E APLIQUE: UM APLICATIVO PARA TRABALHAR COLETA SELETIVA

Érica Patrícia Navarro (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

Rosália Maria Ribeiro de Aragão (Universidade Federal do Pará)

Andreza Mendonça (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

Josefa Aparecida Pereira de Andrade (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

Jones Fernando Giacon (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

Maria Elessandra Rodrigues Araújo (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

Maicon Gonzaga da Silva (Instituto Federal do Estado de Rondônia)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093.28

ORGANIZADORES..... 404



ATIVIDADES BIOLÓGICAS DE AGARICALES (AGARICOMYCETES): UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Laura Nadyne da Silva Silvestre¹, Yara de Moura Magalhães Lima¹, Geysel Souza Santos², Clarice Maia Carvalho^{1,2}

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Programa de Pós-Graduação da Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal - BIONORTE, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil;

RESUMO

Dentre o filo Basidiomycota destaca-se a ordem Agaricales, constituída por macrofungos denominados popularmente de cogumelos, os quais possuem elevado potencial medicinal devido a produção de compostos bioativos. Assim, o presente trabalho, objetivou realizar uma revisão sistemática sobre as atividades biológicas de fungos da ordem Agaricales (Agaricomycetes). Realizou-se uma busca nas bases Scientific Electronic Library Online (SciELO), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), National Institute of Health (PUBMED) e Science Direct, utilizando os descritores “Agaricales” AND “Anti-Inflammatory”; Agaricales” AND “antinociceptive”; “Agaricales” AND “Antidepressive”; Agaricales” AND “Anti-Anxiety”; e “Agaricales” AND “Anticonvulsants”. Foram excluídos artigos duplicados, fora do objetivo da pesquisa, baixa qualidade metodológica e quando apresentaram resultados negativos para potencial biológico. Foram selecionados um total de 34 artigos, os quais foram organizados em um quadro de resumo descritivo e apresentadas as informações pertinentes dos trabalhos em forma de gráficos produzidos no programa estatístico GraphPad Prism 8.0. Observou-se que, China e Coreia do Sul, tem o maior número de pesquisas; as famílias Pleurotaceae e Agaricaceae e os gêneros *Pleurotus spp.* e *Agaricus spp.* são os mais frequentes; e a principal atividade biológica relatada aos cogumelos é a anti-inflamatória.

Palavras-chave: Cogumelos, *Pleurotus* e Anti-inflamatório.

ABSTRACT

Among the phylum Basidiomycota stands out the order Agaricales, constituted by macrofungos denominated popularly of mushrooms, which have high medicinal potential due to the production of bioactive compounds. The present work aimed to perform a systematic review on the biological activities of fungi of the order Agaricales (Agaricomycetes). A search was made on the bases Scientific Electronic Library Online (SciELO), Virtual Health Library (VHL), National Institute of Health (PUBMED) and Science Direct, using the descriptors "Agaricales" AND "Anti-Inflammatory"; Agaricales "AND"

antinociceptive "; "Agaricales" AND "Antidepressive"; Agaricales "AND" Anti-Anxiety "; and "Agaricales" AND "Anticonvulsants". Excluded duplicate articles, outside the scope of the research, low methodological quality and negative results for biological potential. A total of 34 articles were selected, which were organized in a descriptive summary table and presented the pertinent information of the works in the form of graphs produced in the statistical program GraphPad Prism 8.0. It was noted that China and South Korea have the largest number of surveys; the families Pleurotaceae and Agaricaceae and the genera *Pleurotus* spp. and *Agaricus* spp. are the most frequent; and the main biological activity relates to mushrooms is the anti-inflammatory.

Keywords: Mushrooms, *Pleurotus* and Anti-inflammatory.

1. INTRODUÇÃO

O filo Basidiomycota é composto pelos macrofungos, conhecidos pelo amplo emprego na medicina tradicional. Estes fungos são capazes de sintetizar uma alta variedade de compostos bioativos, despertando a atenção dos pesquisadores e estando entre os recursos naturais mais estudados para a descoberta de novos compostos biologicamente ativos (RUTHES; SMIDERLE; IACOMINI, 2016). Das espécies de basidiomicetos, 700 apresentam propriedades medicinais, entretanto, estima-se que esse número chegue a 1800 espécies (GLAMOCLIJA, SOKOVIC, 2017; SAJON et al., 2018).

Os compostos bioativos de basidiomicetos com valor medicinal incluem principalmente metabólitos secundários, como terpenos, esteroides, antraquinonas, derivados do ácido benzóico e quinolonas, mas também de alguns metabólitos primários como ácido oxálico, peptídeos e proteínas (YASIN et al., 2019). Esses compostos são os principais responsáveis pelas atividades biológicas, como antioxidante (YAN et al., 2019), anticancerígena (ELKHATEEB et al., 2018), antimicrobiana (BACH et al., 2019), antiparasitária (ADAMS et al., 2010), antiviral (DUDKA et al., 2015), anti-inflamatória (CASTRO et al., 2014), antidiabética (STOJKOVIC et al., 2019) e ação sobre o sistema cardiovascular (GUILLAMÓN, 2010).

Dentre as ordens do filo Basidiomycota, destaca-se a ordem Agaricales que representa grande parte das espécies estudadas de basidiomicetos, conhecidos popularmente como cogumelos. As principais espécies utilizadas são *Agaricus blazei* Murril, *A. bisporus*, *A. brasiliensis*, *Clitopilus passeckerianus*, *Flammulina velutiper*, *Pleurotus ostreatus* (MENG; LIANG; LUO, 2016).

Agaricus blazei Murrill conhecido popularmente como cogumelo-do-sol, é uma das espécies mais estudadas do mundo, considerado medicinal, rico em substâncias bioativas, como polissacarídeos e ácidos fenólicos (LIMA et al., 2016). Já os cogumelos do gênero *Pleurotus* ocupam o segundo lugar no mercado mundial de cogumelos e são os mais populares na China, sendo o *P. ostreatus* valorizado não só pelo seu sabor, mas também pelas suas qualidades nutricionais, especialmente nas dietas vegetarianas (BELLETINI et al., 2019).

A espécie *Clitopilus passeckerianus* não é um cogumelo muito conhecido como a maioria, no entanto, se destaca por ser o único basidiomiceto a produzir um antibiótico chamado de pleuromutilina que levou à geração de derivados comerciais, que são utilizados com sucesso tanto na medicina humana como veterinária (DE MATTOS-SHIPLEY et al., 2016). Assim, baseado no potencial medicinal de basidiomicetos, este trabalho teve por objetivo realizar uma revisão sistemática sobre as atividades biológicas de fungos da ordem Agaricales (Agaricomycetes).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo trata-se de uma revisão sistemática, baseada em Galvão e Pereira (2014), seguindo os seguintes passos:

a) Elaboração da pergunta de pesquisa: Quais as principais atividades biológicas associadas a Agaricales (Agaricomycetes) descritas na literatura?

b) Busca na literatura: Foram pesquisados artigos científicos nas bases: Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), National Institute of Health (PUBMED) e Science Direct, utilizando os descritores previamente consultados no DECS (Descritores em Ciências da Saúde): “Agaricales” AND “Anti-Inflammatory”; Agaricales” AND “antinociceptive”; “Agaricales” AND “Antidepressive”; Agaricales” AND “Anti-Anxiety”; e “Agaricales” AND “Anticonvulsants”. Foram incluídos no estudo, artigos redigidos nos idiomas inglês, português e espanhol e que atendessem aos seguintes filtros: texto completo disponível e ano de publicação (2010 a junho de 2018).

c) Seleção dos artigos: Os critérios para exclusão foram artigos duplicados (encontrados em mais de uma base de busca), fora do objetivo da pesquisa, baixa

qualidade metodológica e quando apresentaram resultados negativos para potencial biológico.

d) Extração dos dados: Após a avaliação dos artigos, estes foram selecionados e utilizados nos resultados do presente estudo. Foram extraídas e organizadas em tabelas no programa Microsoft Office Excel, as seguintes informações: espécie, família, apresentação farmacológica, atividade biológica e referências. Além dos artigos selecionados, também foram utilizados outros trabalhos para elaboração da introdução e enriquecimento da discussão deste artigo.

e) Síntese dos dados: Os dados foram organizados em tabelas e gráficos (produzidos no programa estatístico GraphPad Prism 8) para apreciação geral dos resultados encontrados.

f) Redação e discussão dos resultados: A descrição e discussão dos dados, estão no tópico 3 do presente trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a avaliação dos artigos foram selecionados um total de 34 trabalhos, conforme descrito na tabela 1, os quais foram utilizados nos resultados e discussão do presente estudo.

Tabela 1. Artigos selecionados com atividade biológica para Agaricales utilizando descritores e bases de artigos científicos.

Descritores	SciELO	BVS	Pubmed	Science Direct	Total	Selecionados
"Agaricales" AND "Anti-Inflammatory"	0	69	241	46	356	28
"Agaricales" AND "antinociceptive"	0	2	11	6	19	4
"Agaricales" AND "Antidepressive"	0	0	17	0	17	1
"Agaricales" AND "Anti-Anxiety"	0	2	1	12	15	1
"Agaricales" AND "Anticonvulsants"	0	2	18	5	25	0
Total						34

Analisando os dados encontrados na presente revisão, 100% dos estudos realizados com atividade biológica de Agaricales são de caráter experimental, utilizando testes em animais ou avaliação de atividades celulares, não havendo relatos de ensaios clínicos.

Constatou-se que os estudos desenvolvidos com o objetivo de avaliar a atividade biológica de Agaricales são predominantemente em países asiáticos (Figura 1), sendo os principais países China (12 trabalhos) e Coreia do Sul (6 trabalhos), totalizando aproximadamente 53% das pesquisas avaliadas. Este fato também pode ser constatado com a observação de que não foram encontrados artigos científicos na biblioteca eletrônica SciELO, caracterizada principalmente pela publicação de pesquisas latino-americanas.

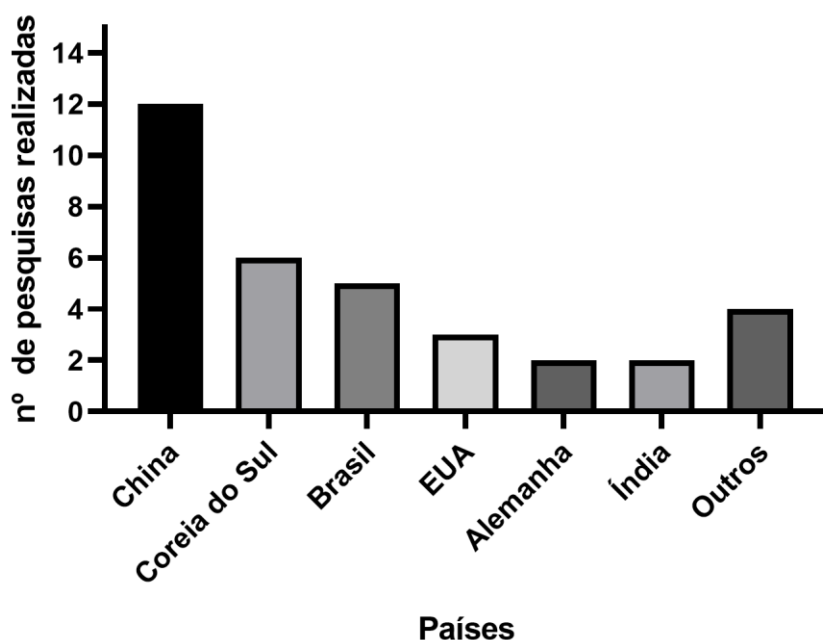


Figura 1. Número de pesquisas realizadas com Agaricales no Mundo.

A baixa produção científica associada aos fungos Agaricales em países ocidentais pode estar associada ao cenário mundial do consumo de cogumelos. O índice per capita chinês de ingestão de cogumelos é de 8 quilos anuais, ao comparar com a realidade brasileira, onde a média anual é de apenas 160 gramas (GOMES, 2018). Esta característica pode ser justificada pelo alto valor comercial, reflexo do potencial nutritivo e medicinal que possuem algumas espécies de cogumelos e também por influência cultural que esse consumo possui (BETT; PERONDI, 2011).

Entretanto, apesar do baixo consumo e dos escassos estudos científicos a respeito das atividades biológicas dos cogumelos, estima-se que estão presentes na Floresta Amazônica Brasileira em torno de 40.989 espécies de plantas e fungos, sendo que ambos possuem grande potencial medicinal em decorrência de suas propriedades farmacológicas (SANTOS, 2014) e que menos de 1% desta rica biodiversidade foi pesquisada integralmente (VEIGA; SCUDELLER, 2015).

Ao nível taxonômico, as principais famílias identificadas e que apresentam uma maior quantidade de espécies de Agaricales com atividades biológicas, foram Pleurotaceae, com 7 espécies (28%), e Agaricaceae com 6 espécies (25%). Ao nível de gêneros, os principais observados foram *Pleurotus* spp., com 7 espécies (33,4%) e *Agaricus* spp. com 6 espécies (13%) (Figura 2).

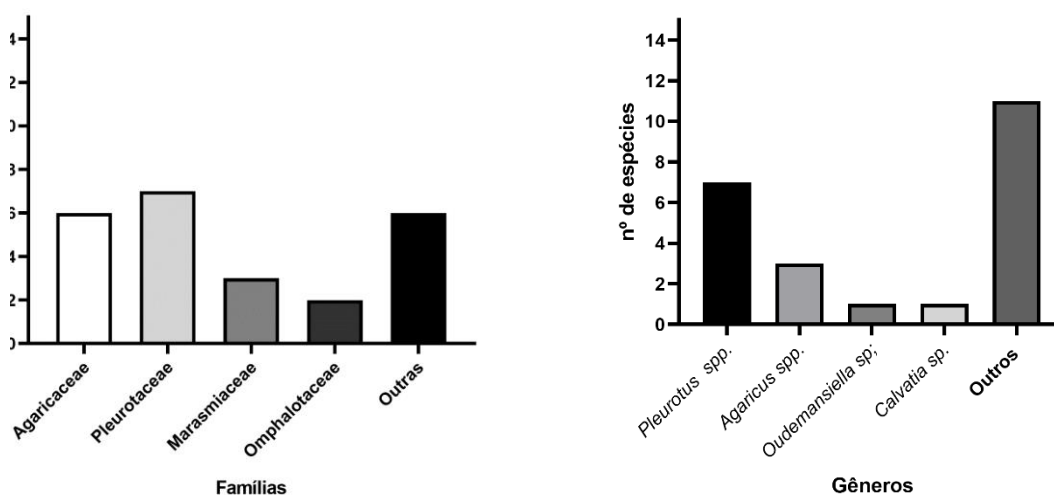


Figura 2. Famílias e Gêneros das espécies de Agaricales com relato de atividades biológicas.

Esta frequência de atividades biológicas em algumas famílias ou gêneros podem estar associadas a compostos similares presentes nas espécies de cogumelos, em vista que, as bioatividades dos macrofungos foram confirmadas por estudos extensivos, onde foram identificados compostos (lectinas, polissacarídeos, peptídeos e complexos polissacarídeos-proteínas) que apresentam funções efetivas no organismo (KALAC, 2012; REN et al., 2012).

A presença destes compostos foram evidenciadas por experimentos realizados com a substâncias isoladas de cogumelos Agaricales. Os polissacarídeos isolados de

Oudemansiella radicata, apresentaram de forma independente aos outros compostos do micélio fúngico, potencial efeito no alívio da lesão pulmonar e na prevenção do estresse oxidativo, redução nos níveis séricos de TNF- α atuando na resposta inflamatória (GAO et al., 2017) e efeito renal-protetor associado a diminuição dos níveis séricos de úreia e creatinina (GAO et al., 2018).

Na Figura 3, encontram-se apresentados os quantitativos de espécies com as referidas atividades biológicas: anti-inflamatório (52%), antioxidante (24%), antinociceptivo (16%), antidepressivo (8%) e anticonvulsivante (0%).

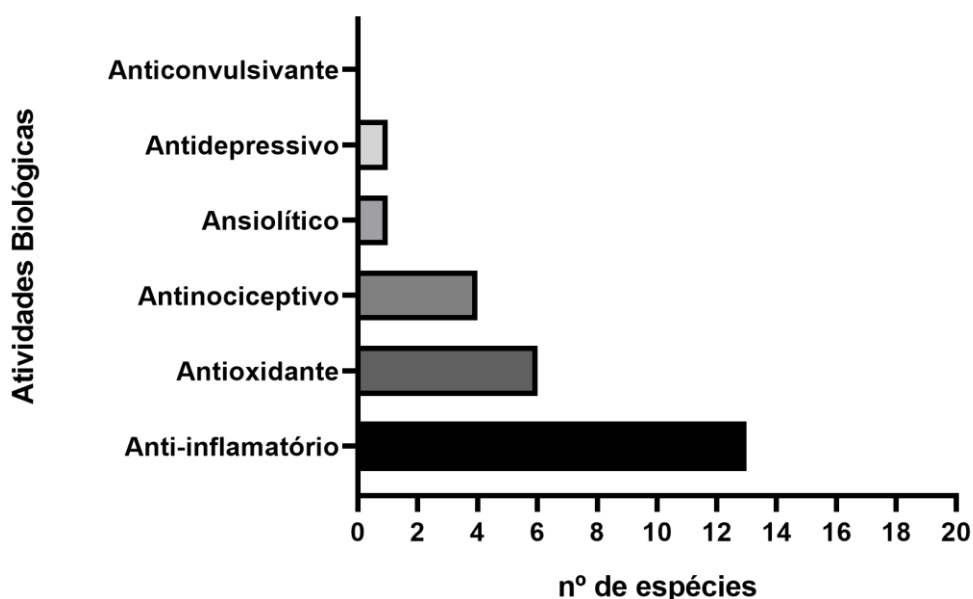


Figura 3. Número de Espécies de Agaricales com atividades biológicas.

Foi ressaltada uma predominância para o estudo da atividade anti-inflamatória, com um valor de 52% das ações biológicas relatadas. O processo inflamatório trata-se de uma resposta fisiológica ao dano tecidual e caracteriza-se por uma complexa cascata de eventos bioquímicos e celulares (VOLTARELLI, 1994; GAO et al., 2017), que incluem extravasamento de fluídos, ativação enzimática, migração celular, liberação de mediadores, sensibilização e ativação de receptores (CARVALHO; LEMÔNICA, 1998). Os macrófagos são células principais na resposta inflamatória e libera uma variedade de fatores como óxido nítrico (NO), mediadores de prostaglandina e citocinas pró-inflamatórias (TNF- α , IL-1b, IL-6) em resposta à ativação de estímulos, como o lipopolissacarídeo (LPS) (MA et al., 2013; SAAD et al., 2018).

As atividades anti-inflamatórias associadas aos basidiomicetos estão relacionadas diretamente com a inibição da liberação das enzimas pró-inflamatórias, contribuindo para a supressão da cascata inflamatória. Dentre os trabalhos analisados, o extrato aquoso de *Agaricus bisporus*, apresentou intensa atividade anti-inflamatória pela inibição de produção de óxido nítrico e TNF- α (SAAD et al., 2018) e o ácido linoleico isolado de *Agaricus brasiliensis* por intermédio da inibição do óxido nítrico e supressão de citocinas pró-inflamatórias (SAIKI et al., 2017).

No desenvolvimento metodológico, não foi incluso no campo de busca a atividade antioxidante. Entretanto, foram identificadas oito espécies da ordem Agaricales com esta atividade, a qual, em sua totalidade possui relação direta com a ação anti-inflamatória, em vista que, a inibição da liberação de fatores pró-inflamatórios reduzem o estresse oxidativo (CARVALHO; LEMÔNICA 1998, GAO et al., 2019). Os macrófagos e neutrófilos, bem como as células teciduais lesadas, liberam uma variedade de substâncias oxidantes e enzimas criando um estresse oxidativo, no qual espécies reativas de oxigênio (ROS) e nitrogênio são produzidas em abundância (VOLTARELLI, 1994; CEBIN et al., 2018.).

Aliada a ação anti-inflamatória também foram encontrados as seguintes atividades biológicas: proteção pulmonar pela diminuição dos níveis séricos de PCR (GAO et al., 2019), ação neurotrófica e anti-neuroinflamatória, pelo efeito inibitório na expressão da óxido nítrico sintase indutível (iNOS) e da ciclooxigenase-2 (COX-2) (YIN et al., 2019.), redução do desenvolvimento de Sarcoma (WISBECK et al., 2017), efeito inibitório contra células de câncer de cólon humano (HU et al., 2018) e atuação na dor inflamatória (ABREU et al., 2019).

A dor inflamatória trata-se de um evento decorrente da liberação de mediadores inflamatórios, que provocam ativação e/ou sensibilização dos nociceptores. Deste forma a atuação do β -D-glucano isolado de *Pholiota nameko*, atua nas respostas ao alívio da dor por meio da inibição dos mediadores pró-inflamatório e diminuindo as respostas dos nociceptores (VERRI JR et al., 2006; ABREU et al., 2019).

Observou-se que as pesquisas para tratamento dos transtornos neuropsicológicos e cognitivos pelo emprego de cogumelos ou de isolados destes, ainda são escassos, apesar do reconhecimento da presença de substâncias psicoativas nestes fungos. A psilocibina é uma substância encontrada nas espécies do Gênero *Psilocybe* (Agaricomycetes) e que possui aplicações em estudos experimentais e clínicos para transtornos neuropsiquiátricos, como Transtorno Obsessivo Compulsivo e Ansiedade (ESCOBAR; ROAZZI, 2010)

Estima-se que aproximadamente 300 milhões de pessoas no mundo possuem depressão e aproximadamente 18,6 milhões de brasileiros são diagnosticados com transtornos de ansiedade. Estas doenças podem atingir pessoas de qualquer etnia, faixa etária e tendem a apresentar uma sintomatologia variável e específica para cada paciente (OPAS, 2018). Grande parte dos pacientes acometidos com transtornos mentais não apresentam boa resposta ao tratamento com os medicamentos padrões, provocando a elevação da dose terapêutica e o desenvolvimento de reações adversas, o que justifica a busca de novas ferramentas farmacológicas e elucidação a respeito dos padrões celulares e o neurocircuito das doenças neuropsicológicas (MOEZI et al., 2015; APACZ et al., 2016).

A epilepsia trata-se de um transtorno neurológico que atende aproximadamente 50 milhões de pessoas no mundo (OPAN, 2019), caracterizado por convulsões recorrentes devido a um excesso anormal de disparos de neurônios no cérebro (MARCHETTI et al., 2005). Três quartos das pessoas que vivem com epilepsia em países de baixa renda não recebem o tratamento do qual necessitam, o que aumenta o risco de morte prematura, provavelmente associado à falta de acesso aos serviços de saúde e medicamentos (OPAN, 2019).

4. CONCLUSÃO

Em relação às atividades biológicas de Agaricales, os países asiáticos, como China e Coreia do Sul, tem o maior número de pesquisa, sendo as famílias Pleurotaceae e Agaricaceae as mais frequentes, assim como, os gêneros *Pleurotus* spp. e *Agaricus* spp. A principal atividade biológica relata aos cogumelos é a anti-inflamatória.

5. REFERÊNCIAS

ABREU, H.; SIMAS, F. F.; SMIDERLE, F. R.; SOVRANI, V.; DALLAZEN, J. L.; MARIA-FERREIRA, F.; WERNER, M. F.; CORDEIRO, L. M. C.; IACOMINI, M. Gelling functional property, anti-inflammatory and antinociceptive bioactivities of β -D-glucan from the edible mushroom *Pholiota nameko*. **International Journal Of Biological Macromolecules**, v. 122, p.1128-1135, 2019.

ADAMS, M.; CHRISTEN, M.; PLITZCO, I.; ZIMMERMANN, S.; BRUN, R.; KAISER, M.; HAMBURGER, M. Antiplasmodial Lanostanes from the *Ganoderma lucidum* Mushroom. **Journal of Natural Products**, v. 73, n. 5, p.897-900, 2010.

BELLETTINI, M. B.; FIORDA, F. A.; MAIEVES, H. A.; TEIXEIRA, G. L.; ÁVILA, S.; HORNUNG, P. S.; JUNIOR, A. M.; RIBANI, R. H. Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 26, p. 633-646, 2016.

BETT, C. F.; PERONDI, M. A. Análise do mercado de cogumelos comestíveis e medicinais: uma prospecção de alternativa de renda para a agricultura familiar na região sudoeste do Paraná. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 6, n.1, p. 1-9, 2011.

CARVALHO, W. A.; LEMÔNICA, L. Mecanismos celulares e moleculares da dor inflamatória. Modulação periférica e avanços terapêuticos. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 48, n. 2, p. 137-58, 1998.

CASTRO, A. J. G; CASTRO, L. S. E. P. W; SANTOS, M. S. N; FAUSTINO, M. C. G; PINHEIRO, T. S; DORE, C. M. P; BASEIA, J. G; LEITE, E. L. Anti-inflammatory, anti-angiogenic and antioxidant activities of polysaccharide-rich extract from fungi *Caripia montagnei*. **Biomedicine e Nutrition Preventive**, v. 4, p. 121-129, 2014.

CHANG, C.; CHENG, J.; LEE, I.; LU, M. Purification, structural elucidation, and anti-inflammatory activity of xylosyl galactofucan from *Armillaria mellea*. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 114, p. 584-591, 2018.

CHEN, H.; ZHAO, Z.; LI, Z.; HUANG, Y.; ZHANG, S.; TANG, Y.; YAO, J.; CHEN, L.; ISAKA, M.; FENG, T.; LIU, J. Anti-Proliferative and Anti-Inflammatory Lanostane Triterpenoids from the Polish Edible Mushroom *Macrolepiota procera*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 12, p. 3146-3154, 2018.

DE MATTOS-SHIPLEY, K. M. J.; FORD, K. L.; ALBERTI, F.; BANKS, A. M.. BAILEY, A. M. FOSTER, G. D. The good, the bad and the tasty: the many roles of mushrooms. **Studies in Mycology**, v. 85, p. 125-157, 2016.

DUDKA, M. M; JASZEK, M; BLACHOWICZ, A; REJCZAK, T. P; MATUSZEWSKA, A; JAROSZUK, M. O; STEFANIUK, D; JANUSZ, G; SULEJ, J; SZERSZEN, M. K. Fungus *Cerrena unicolor* as an effective source of new antiviral, immunomodulatory, na anticancer compounds. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.79, p. 459-468, 2015.

ELKHATEEB, W. A.; ZAGHLOL, G. M.; EL-GARAWANI, I. M.; AHMED, E. F.; RATEB, M. E.; MONEIM, A. E. E. *Ganoderma applanatum* secondary metabolites induced apoptosis through different pathways: In vivo and in vitro anticancer studies. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 101, p. 264-277, 2018.

ESCOBAR, A.; ROAZZI, A. Panorama Contemporâneo do Uso Terapêutico de Substâncias Psicodélicas: Ayahuasca e Psilocibina. **Neurobiologia**, v. 73, n. 3, p.159-172, 2010.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 1, p. 183-184, 2014.

GAO, Z.; LI, J.; SONG, X.; ZHANG, J.; WANG, X.; JING, H.; REN, Z.; LI, S.; ZHANG, C.; JIA, L. Antioxidative, anti-inflammation and lung-protective effects of mycelia selenium polysaccharides from *Oudemansiella radicata*. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.104, p. 1158–1164, 2017.

GAO, Z.; LIU, X.; WANG, W.; YANG, Q.; DONG, Y.; XU, N.; ZHANG, C.; SONG, X.; REN, Z.; ZHAO, F.; ZHANG, J.; JIA, L. Characteristic anti-inflammatory and antioxidative effects of enzymatic- and acidic-hydrolysed mycelium polysaccharides by *Oudemansiella radicata* on LPS-induced lung injury. **Carbohydrate Polymers**, v.204, p. 142–151, 2019.

GOBI, V. V.; RAJASANKAR, S.; RAMKUMAR, M.; DHANALAKSHMI, C.; MANIVASAGAM, T.; THENMOZHI, A. J.; ESS, M. M.; CHIDAMBARAM, R.; KALANDAR, A. *Agaricus blazei* extract abrogates rotenone-induced dopamine depletion and motor deficits by its antioxidative and anti-inflammatory properties in Parkinsonic mice. **Nutritional Neuroscience**, v. 21, n. 9, p.657-666, 2017.

GOMES, M. **Agronegócio: Consumo e produção de cogumelos cresce no Brasil**. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/economia/consumo-e-producao-de-cogumelos-no-brasil>. Acessado em: 22 de junho de 2019.

GUILLAMÓN, E.; LAFUENTE, A. G.; LOZANO, M.; D'ARRIGO, M.; ROSTAGNO, M. A.; VILLARES, A.; MARTÍNEZ, J. A. Edible mushrooms: Role in the prevention of cardiovascular diseases. **Fitoterapia**, v.81, p.715-723, 2010.

GUNAWARDENA, D.; SHANMUGAM, K.; LOW, M.; BENNETT, L.; GOVINDARAGHAVAN, S.; HEAD, R.; OOI, L.; MURUGAN, G. Determination of anti-inflammatory activities of standardised preparations of plant- and mushroom-based foods. **European Journal of Nutrition**, v. 53, n.1, p. 335- 343, 2013.

HU, Q.; YUAN, B.; XIAO, H.; ZHAO, L.; WU, X.; RAKARIYATHAM, K.; ZHONG, L.; HAN, Y.; KIMATU, B. M.; YANGA, W. Polyphenols-rich extract from *Pleurotus eryngii* with growth inhibitory of HCT116 colon cancer cells and anti-inflammatory function in RAW264.7 cells. **Food & Function**, v. 9, n. 3, p. 1601-1611, 2018.

KALAC, P. A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 2, p. 209-218, 2012.

KIM, T.; PARK, K.; JUNG, H. S.; KONG, W.; JEON, D.; LEE, S. H. Evaluation of Anti-atopic Dermatitis Activity of *Hypsizigus marmoreus* Extract. **Phytotherapy Research**, v. 28, n. 10, p. 1539–1546, 2014.

LEE, S.; LEE, D.; PARK, J. Y.; SEOK, S.; JANG, T. S.; PARK, H. B.; SHIM, S. H.; KANG, S.; KIM, K. H.; Antigastritis effects of *Armillariella tabescens* (Scop.) Sing. and the identification of its anti-inflammatory metabolites. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 70, n. 3, p. 404-412, 2018.

LEE, S.; LEE, D.; PARK, J. Y.; SEOK, S.; JANG, T. S.; PARK, H. B.; SHIM, S. H.; KANG, S.; KIM, K. H.; Antigastritis effects of *Armillariella tabescens* (Scop.) Sing. and the

identification of its anti-inflammatory metabolites. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 70, n. 3, p.404-412, 2018.

LIMA, C. U. J. O.; GRIS, E. F.; KARNIKOWSKI, M. G. O. Antimicrobial properties of the mushroom *Agaricus blazei*—integrative review. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, n. 6, p. 780-786, 2016.

LIU, M.; YAO, W.; ZHU, Y.; LIU, H.; ZHANG, J.; JIA, L. Characterization, antioxidant and antiinflammation of mycelia selenium polysaccharides from *Hypsizygus marmoreus* SK-03. **Carbohydrate Polymers**, v. 201, p.566–574, 2018.

MA, L.; CHEN, H.; DONG, P.; LU, X. Anti-inflammatory and anticancer activities of extracts and compounds from the mushroom *Inonotus obliquus*. **Food Chemistry**, v. 139, n. 1-4, p. 503-508, 2013.

MARCHETTI, R. L.; CASTRO, A. P. W.; KURCGANT, D.; EVELYN CREMONESE, E.; GALLUCCI-NETO, J. Transtornos mentais associados à epilepsia. **Revista de psiquiatria clínica**, v.32, n.3, p. 170-182, 2005.

MENG, X.; LIANG, H.; LUO, L. Antitumor polysaccharides from mushrooms: a review on the structural characteristics, antitumor mechanisms and immunomodulating activities. **Carbohydrate Research**, v. 424, p. 30-41, 2016.

MINATO, K.; LAAN, L. C.; DIE, I. V.; MIZUNO, M. *Pleurotus citrinopileatus* polysaccharide stimulates anti-inflammatory properties during monocyte-to-macrophage differentiation. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 122, p.705-712, 2019.

OPAS. ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DE SAÚDE. **Folha informativa – transtornos mentais**. Acessado em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5652:folha-informativa-transtornos-mentais&Itemid=839. Acessado em: 10 de julho de 2019.

OPAS. ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DE SAÚDE. **OMS destaca escassez de tratamento para epilepsia em países de baixa renda**. Acessado em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5972:oms-destaca-escassez-de-tratamento-para-epilepsia-em-paises-de-baixa-renda&Itemid=839. Acessado em: 10 de julho de 2019.

REN, J.; SHI, J.; HAN, C.; LIU, Z.; GUO, J. Isolation and biological activity of triglycerides of the fermented mushroom of *Coprinus comatus*. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 12, n. 52, p. 1-5, 2012.

REN, L.; PERERA, C.; HEMAR, Y. Antitumor activity of mushroom polysaccharides: a review. **Food & Function**, v. 3, n. 11, p. 1118-1130, 2012.

REN, Z.; LIU, W.; SONG, X.; QI, Y.; ZHANG, C.; GAO, Z.; ZHANG, J.; JIA, L. Antioxidant and anti-inflammation of enzymatic-hydrolysis residue polysaccharides by *Lentinula edodes*. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 120, p.811-822, 2018.

ROHR, M.; OLEINIKOV, K.; JUNG, M.; SANDJO, L. P.; OPATZ, T.; ERKEL, G. Anti-inflammatory Tetraquinane Diterpenoids from *Crinipellis* species. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 25, n. 2, p. 1-23, 2016.

RUTHES, A. C.; CARBONERO, E. R.; CORDOVA, M. M.; BAGGIO, C. H.; SANTOS, A. R. S.; SASSAKIA, G. L.; CIPRIANIA, T. R.; GORINA, P. A. J.; IACOMINI, M. *Lactarius rufus* (1→3), (1→6)-β-D-glucans: Structure, antinociceptive and anti-inflammatory effects. **Carbohydrate Polymers**, v. 94, n.1, p. 129-136, 2013.

RUTHES, A. C.; SMIDERLE, F. R.; IACOMINI, M. Mushroom heteropolysaccharides: A review on their sources, structure and biological effects. **Carbohydrate polymers**, v. 136, p. 358-375, 2016.

SAAD, H. M.; SIM, K. S.; TAN, Y. S. Antimelanogenesis and Anti-inflammatory Activity of Selected Culinary-Medicinal Mushrooms. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 20, n. 2, p. 141-153, 2018.

SAIKI, P.; KAWANO, Y.; GRIENSVEN, L. J. L. D. V.; MIYAZAKI, K. The anti-inflammatory effect of *Agaricus brasiliensis* is partly due to its linoleic acid content. **Food & Function**, v. 8, n. 11, p. 4150-4158, 2017.

SANTOS, M. R. A.; LIMA, M. R.; OLIVEIRA, C. L. L. G. Medicinal plants used in Rondônia, Western Amazon, Brazil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 31, p. 707-720, 2014.

SANTOS, M. S. N.; MAGALHÃES, J. E. M. M.; CASTRO, L. S. E. P. W.; PINHEIRO, T. S.; DIEGO ARAUJO SABRY, D. A.; NOBRE, L. T. D. B.; LIMA, J. P. M. S.; BASEIA, I. G.; LEITE, E. L. Effect of Glucans from *Caripia montagnei* Mushroom on TNBS-Induced Colitis. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 15, n. 2, p. 2368-2385, 2014.

SILVEIRA, M. L. L.; SMIDERLE, F. R.; AGOSTINI, F.; PEREIRA, E. M.; BONATTI-CHAVES, M.; WISBECK, E.; RUTHES, A. C.; SASSAKI, G. L.; CIPRIANI, T. R.; FURLAN, S. A.; IACOMINI, M. Exopolysaccharide produced by *Pleurotus sajor-caju*: Its chemical structure and anti-inflammatory activity. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 75, p. 90-96, 2015.

SONG, J.; WANG, X.; HUANG, Y.; QU, Y.; TENG, L.; WANG, D.; MENG, Z. Antidepressant-like effects of *Marasmius androsaceus* metabolic exopolysaccharides on chronic unpredictable mild stress-induced rat model. **Molecular Medicine Reports**, v. 16, n. 4, p. 5043-5049, 2017.

STOJKOVIC, D.; SMILJKOVIS, M.; CIRIC, A.; GLAMOCLIIJA, J.; VAN GRIENSVEN, L.; FERREIRA, I. C. F. R.; SOKOVIC, M. An insight into antidiabetic properties of six medicinal and edible mushrooms: Inhibition of α-amylase and α-glucosidase linked to type-2 diabetes. **South African Journal of Botany**, v. 120, p. 100-103, 2019.

VEIGA, J. B.; SCUDELLER, V. V. Etnobotânica e medicina popular no tratamento de malária e males associados na comunidade ribeirinha Julião – baixo Rio Negro (Amazônia Central). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 41, p.737-747, 2015.

VERRI JUNIOR, W. A.; CUNHA, T. M.; PARADA, C. A.; POOLE, S.; CUNHA, F. Q.; FERREIRA, S. IL-15 mediates immune inflammatory hypernociception by triggering a sequential release of IFN-gamma, endothelin, and prostaglandin. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 103, n. 25, p. 9721–9725, 2006.

VOLTARELLI, J.C. Febre e inflamação. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v.27, n. 1 p. 7-48, 1994.

WISBECK, E.; FACCHINI, J. M.; ALVES, E. P.; SILVEIRA, M. L. L.; GERN, R. M. M.; NINOW, J. L.; FURLAN, S. A.; A polysaccharide fraction extracted from *Pleurotus ostreatus* mycelial biomass inhibit Sarcoma 180 tumor. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 3, p. 2013-2020, 2017.

YAN, J.; ZHU, L.; QU, Y.; MU, M.; ZHANG, M.; MUNEER, G.; ZHOU, Y. SUN, L. Analyses of active antioxidant polysaccharides from four edible mushrooms. **International journal of biological macromolecules**, v. 123, p. 945-956, 2019.

YANG, S.; MENG, Y.; YAN, J.; WANG, N.; XUE, Z.; ZHANG, H.; FAN, Y. Polysaccharide-Enriched Fraction from *Amillariella mellea* Fruiting Body Improves Insulin Resistance. **Molecules**, v. 24, n. 1, p. 1-12, 2018.

YASIN, H.; ZAHOOR, M.; YOUSAF, Z.; AFTAB, A.; SALEH, N.; RIAZ, N.; SHAMSHEE, B. Ethnopharmacological exploration of medicinal mushroom from Pakistan. **Phytomedicine**, v. 54, p. 43-55, 2019.

YIN, X.; WEI, J.; WANG, W.; GAO, Y.; STADLER, M.; KOU, R.; GAO, J. New cyathane diterpenoids with neurotrophic and anti-neuroinflammatory activity from the bird's nest fungus *Cyathus africanus*. **Fitoterapia**, v. 134, p.201-209, 2019.

ZHAO, X.; FANG, L.; LIU, D.; LAI, C.; ZHANG, Y.; ZHOU, A.; XIE, J. A glucogalactomannan isolated from *Agaricus bisporus* induces apoptosis in macrophages through the JNK/Bim/caspase 3 pathway. **Food & Function**, v. 9, n. 9, p. 4771-4780, 2018.



DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE BOLDO-BAIANO (*Vernonia condensata* BAKER)

Luís Gustavo de Souza e Souza¹, Nilciléia Mendes da Silva¹, Geazí Penha Pinto¹,
Marilene Santos de Lima², Almecina Balbino Ferreira²

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Rio Branco, AC, Brasil;

2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, AC, Brasil.

RESUMO

O uso de reguladores de crescimento auxilia no enraizamento de espécies propagadas vegetativamente. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento e na propagação de estacas caulinares de boldo-baiano (*Vernonia condensata*). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (doses AIB), quatro repetições e quatro estacas por repetição. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de AIB: $T_1 = 0$, $T_2 = 1000 \text{ mg L}^{-1}$, $T_3 = 2000 \text{ mg L}^{-1}$, $T_4 = 3000 \text{ mg L}^{-1}$, $T_5 = 4000 \text{ mg L}^{-1}$. Utilizaram-se estacas caulinares semilenhosas de boldo com comprimento de 20 cm e diâmetro variando de 0,722 cm a 1,289 cm. As plantas permaneceram em casa de vegetação por 30 dias, quando se realizou as avaliações: percentagem de estacas enraizadas (%), número de brotações, massa seca de raiz, massa seca de brotos e massa seca total (g) e relação parte aérea/raiz. Os dados foram submetidos a análises de variância e quando o teste F foi significativa, aplicou-se análise de regressão. Houve efeito significativo para: estacas enraizadas, massa seca de raiz e relação massa seca da parte aérea e massa seca de raiz. Sem o uso de ácido indolbutírico obtém-se o máximo de estacas enraizadas de boldo, mas doses crescentes elevam a produção de raiz.

Palavras-chave: Propagação vegetativa, Plantas medicinais e Reguladores de crescimento.

ABSTRACT

The use of growth regulators assists in the rooting of vegetatively propagated species. Thus the objective of this work was to evaluate the effect of indolebutyric acid (IBA) on rooting and propagation of bitter leaf (*Vernonia condensata*) stem cuttings. The experimental design was completely randomized, with five treatments (IBA doses), four replicates and four cuttings per replicate. The treatments consisted of five doses of AIB: $T_1 = 0$, $T_2 = 1000 \text{ mg L}^{-1}$, $T_3 = 2000 \text{ mg L}^{-1}$, $T_4 = 3000 \text{ mg L}^{-1}$, $T_5 = 4000 \text{ mg L}^{-1}$. Semi-tender goblet sticks with a length of 20 cm and a diameter varying from 0.722 cm to 1.289 cm were used. The plants were kept in greenhouse for 30 days, when the evaluations were done: percentage of rooted cuttings (%), number of shoots, dry root mass, shoot dry mass and total dry mass (g) and

ratio root aerial part. Data were submitted to analysis of variance and when the F test was significant, regression analysis was applied. There was significant effect for: rooted cuttings, dry root mass and dry shoot ratio and dry root mass. Without the use of indole-butyric acid, the maximum number of rooted cuttings is obtained, but increasing doses increase root production.

Keywords: Vegetative propagation, Medicinal plants and Growth regulators.

1. INTRODUÇÃO

A *Vernonia condensata* Baker., também conhecida como boldo, boldo-baiano ou alumã pertence à família Asteraceae, é originária da África Tropical e foi trazida ao Brasil pelos escravos, onde foi distribuída em todas as regiões do país. É um arbusto grande, com poucas ramificações que pode atingir entre 2 e 4 m. Suas folhas são simples e com sabor amargo. As flores são brancas arranjadas em forma de capítulos, a floração ocorre no período do verão (LORENZI; MATOS, 2008).

É uma planta medicinal utilizada principalmente no tratamento de dores estomacais, gastrite e diarreia (GOIS et al., 2016), além de ser fonte promissora, e possui importante substâncias bioativas com atividade antioxidante (SILVA et al., 2013). Essa consta na lista de fitoterápicos recomendados pela Farmacopeia Brasileira, indicado como antidiarréico (BRASIL, 2011).

No Acre o uso de plantas medicinais é tradicional entre a população, sendo que 66,2% das espécies utilizadas no tratamento de doença são exóticas, mantidas em quintais e pequenos cultivos. O boldo destaca-se no uso como droga vegetal, onde a população faz uso de suas folhas secas, em preparações de chás (SIVIERO et al., 2012; MARTINS et al., 2013).

A propagação de espécies medicinais é uma etapa importante e garante o sucesso no cultivo dessas plantas (CARVALHO JÚNIOR et al., 2009). Nos últimos anos, estudos relacionados ao tema buscam soluções para o enraizamento de estacas com o uso de reguladores de crescimento (COSTA et al., 2007).

Embora seja possível a propagação sexuada, a planta não produz sementes durante todo o ano. Além disso, a germinação, é irregular e com a maior frequência aos 19 dias em temperatura de 30 °C (SANTOS; BRAGA, 2017), atrasando assim a produção de mudas. Por outro lado, a propagação vegetativa, especialmente a estaquia, é uma alternativa viável para a produção de mudas, pois há estacas disponíveis na planta o ano inteiro. A estaquia

apresenta entre outras vantagens menor variabilidade genética, redução do período juvenil, produção de mudas em menor tempo e espaço, e maior viabilidade econômica pela redução dos custos (BETANIN; NIENOW, 2010; MENDES et al., 2014).

A utilização de reguladores de crescimento na propagação vegetativa a partir de estacas caulinares, especialmente as auxinas, contribui para a emissão de raízes adventícias. Além disso, podem viabilizar maior enraizamento de estacas, produzindo um sistema radicular com melhor qualidade, constatada pela emissão de maior número de raízes (COLODI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2012) e influenciando no desenvolvimento da parte aérea, permitindo a fixação da espécie selecionada (TRACZ et al., 2014). Todavia, trabalhos relacionados à propagação e produção de muda de *V. condensata* ainda são escassos na literatura, fator que enfatiza a necessidade de mais estudos, visando o estabelecimento de técnicas de propagação que possibilitem a exploração da espécie.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento e na propagação de boldo-baiano por estaquia caulinar.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no período de maio a junho de 2018 na Universidade Federal do Acre, localizada na BR 364, Km 04, no município de Rio Branco, Acre, latitude 09° 58' 29", longitude 67° 48' 36" e altitude média de 153 m. O clima da região é quente e úmido, do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com médias de temperatura de 24,5 °C e umidade relativa de 87,4% e precipitação total de 112,9 mm no período de realização do experimento (INMET, 2018).

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos (doses AIB), quatro repetições e quatro estacas por repetição. Os tratamentos foram constituídos por doses de ácido indolbutírico (AIB): $T_1 = 0$, $T_2 = 1000 \text{ mg L}^{-1}$, $T_3 = 2000 \text{ mg L}^{-1}$, $T_4 = 3000 \text{ mg L}^{-1}$, $T_5 = 4000 \text{ mg L}^{-1}$. Foram utilizadas estacas semilenhosas de boldo (*Vernonia condensata*) com comprimento de 20 cm e diâmetro variando de 0,722 cm a 1,289 cm.

As estacas foram provenientes de plantas adultas. O preparo das estacas consistiu em corte reto e em seguida imersão em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 1 minuto e posteriormente em solução hidroalcoólica a porção basal das estacas foram imersas nas diferentes concentrações de AIB (1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹) por 10 minutos e

imediatamente colocadas para enraizamento em copos plásticos (volume de 400 mL) contendo substrato à base de vermiculita (50%) e composto orgânico (50%).

A solução hidroalcoólica foi preparada pesando-se 100 mg, 200 mg, 300 mg e 400 mg de AIB em balança analítica e dissolvendo-se em 50 mL de éter em um béquer, com auxílio de bastão de vidro. Após totalmente dissolvido o AIB, completou-se o volume para 100 mL com água destilada, obtendo-se então as concentrações de 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹ de AIB.

As plantas permaneceram em casa de vegetação coberta com filme transparente de 100 micras e fechadas com tela de sombreamento de 30%, onde receberam irrigação diariamente. Decorridos 30 dias realizou-se as seguintes avaliações: estacas enraizadas (% de estacas vivas e enraizadas), por contagem das estacas que apresentavam brotações; número de brotações, através da contagem dos brotos emitidos; massa seca de raiz (g), obtida após lavagem da raiz em água corrente, secagem em estufa a 65 °C até massa constante e pesagem em balança analítica; massa seca dos brotos (g), mensurada após secagem dos brotos em estufa a 65 °C e pesagem em balança analítica e relação parte aérea/raiz.

Os dados foram submetidos a presença de outliers com teste de Grubbs, da normalidade dos erros pelo teste de Shapiro e Wilk e da homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett. Posteriormente, efetuou-se análise de variância pelo teste F e análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo para as variáveis: percentagem de estacas enraizadas, massa seca de raiz e relação massa seca da parte aérea e massa seca de raiz.

O enraizamento de estacas obteve resposta quadrática, no qual a dose que proporcionou máximo enraizamento foi de 825 mg L⁻¹ de AIB, verificando-se que em doses acima de 1000 mg L⁻¹ o enraizamento reduziu, constatando efeito fitotóxico de AIB sob as estacas de boldo (Figura 1). O efeito fitotóxico de indutores de enraizamento, também foi comprovado para amora (*Morus nigra*) (CÂMARA et al., 2017), quaresmeira (*Tibouchina sellowiana*) (NIENOW et al., 2010), amora-selvagem (*Rubus fruticosus*) (TADEU et al., 2012).

Segundo Fachinello et al. (2005), o aumento da concentração de auxina exógena, aplicada em estacas, provoca efeito estimulador de raízes até um valor máximo, a partir do qual qualquer acréscimo de auxinas tem efeito inibitório. Assim, o efeito tóxico do fitohormônio e o máximo enraizamento com doses baixas ou com ausência deste, sugere que a planta apresente teor elevado de auxina endógena, produzida pela própria planta, que é capaz de induzir as brotações de raízes adventícias (TADEU et al., 2012), o que aliado a elevadas doses exógenas de AIB proporcionam efeito inibitório pelo máximo estímulo (NOGUEIRA et al., 2007).

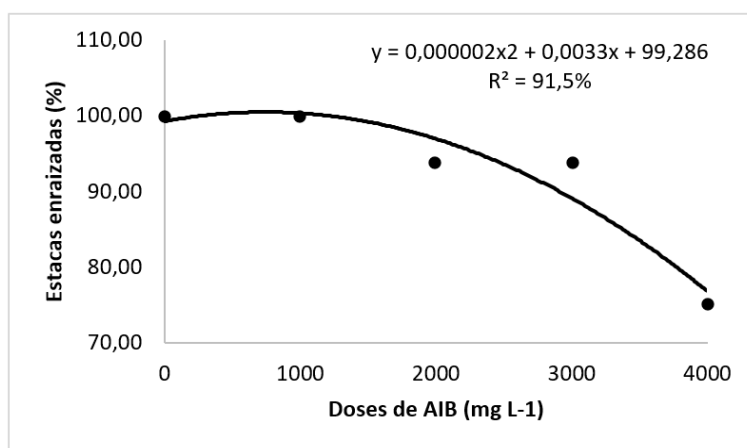


Figura 1. Percentagem de estacas enraizadas de *Vernonia condensata* em função de doses de ácido indolbutírico, 30 dias após a aplicação. Rio Branco, AC, 2018.

O número de brotações não foi influenciado pelos tratamentos, apresentando média de 4,6 brotações por estaca. As brotações são determinadas pelo número de gemas nas estacas e como elas apresentam 15 cm de comprimento, contribuiu para formação de brotos, garantindo boa formação de parte aérea (Figura 2), o que é importante no desenvolvimento do boldo por ser a parte de interesse comercial.

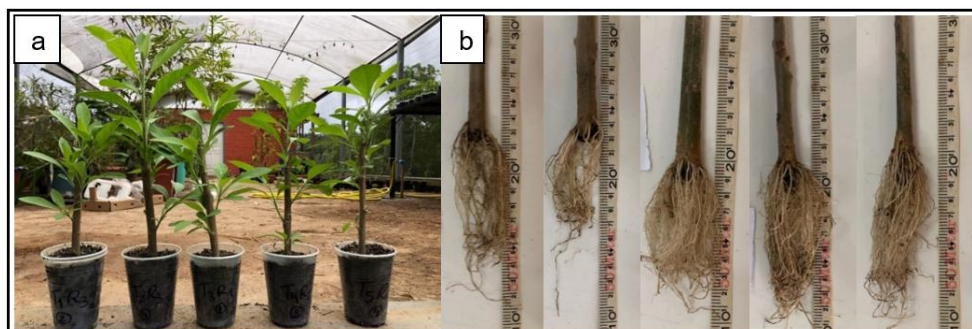


Figura 2. Brotações (a) e raízes (b) com as respectivas doses de ácido indolbutírico 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L-1, em estacas caulinares de *Vernonia condensata* 30 dias após a aplicação. Rio Branco, AC, 2018.

Em relação à massa seca da raiz, verificou-se que houve acréscimo conforme o aumento das concentrações de AIB (Figura 3). Isso pode ser explicado pela maior quantidade de auxinas presente nas maiores concentrações do ácido indolbutírico.

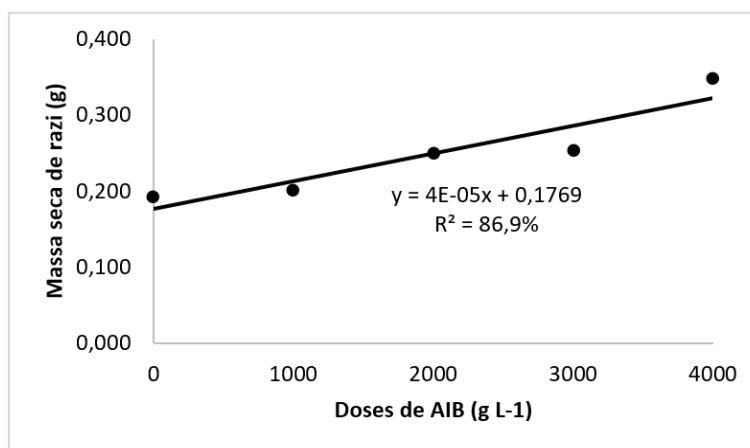


Figura 3. Massa seca de raiz (MSR) de estacas de *Vernonia condensata* em concentrações de AIB 30 dias após o plantio. Rio Branco, AC, 2018.

Paulus et al. (2016) estudando concentrações de AIB (0, 500, 1000, 1500, 2000, 2500 e 3000 mg L⁻¹) no enraizamento de estacas de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e Bona et al. (2010) em estacas de lavanda (*Lavandula dentata*) constataram que nas maiores concentrações o indutor aumentou o comprimento da maior raiz, massas frescas e seca das raízes. Machado et al. (2005), utilizando diferentes doses de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de videira (*Vitis vinifera*), verificaram que menores concentrações de AIB resultaram em menores valores de massas frescas e seca da parte aérea e de raiz.

Segundo Hartmann et al. (2011), a utilização exógena de auxina no enraizamento de estacas caulinares proporciona maior velocidade de formação e melhor qualidade do sistema radicular. Dessa forma, a utilização do ácido indolbutírico é uma maneira de tornar o enraizamento mais eficiente, possibilitando ao produtor de plantas medicinais benefícios em termos de maior qualidade e estabilidade de mudas (PAULUS et al., 2016). A massa seca da parte aérea e massa seca total não apresentaram diferença significativa em diferentes concentrações de AIB, sugerindo que não há necessidade do indutor para estas variáveis. Estes resultados confrontam com os obtidos em trabalhos encontrados na literatura como o de Paulus et al. (2016) e Bona et al. (2010), nestes trabalhos as massas secas da parte aérea e raiz aumentam com a concentração de AIB.

A relação parte aérea e sistema radicular apresentou função linear, com decréscimo da relação à medida que se aumentou as doses de AIB (Figura 4). Este comportamento está relacionado à maior produção do sistema radicular que aumentou em função da dose (Figura 3), pois como a MSR é o dividendo há decréscimo na relação com acréscimo das doses.

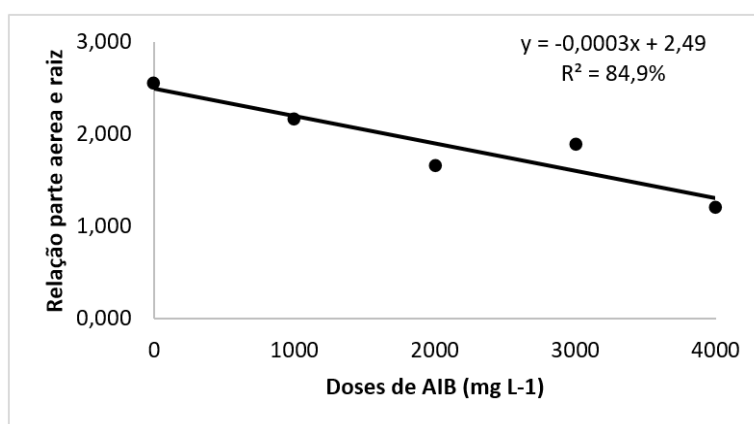


Figura 4. Relação parte aérea e sistema radicular de estacas caulinares de *Vernonia condensata* em concentrações de AIB 30 dias após o plantio. Rio Branco, AC, 2018.

Apesar deste comportamento, segundo Campos e Uchida (2002) plantas com sistema radicular bem desenvolvido tem maiores taxas de sobrevivência à campo. É importante relacionar estas variáveis (parte aérea e sistema radicular) para se ter conhecimento sobre o crescimento das plantas, pois o balanço funcional entre a absorção de água pelas raízes e a realização da fotossíntese pela parte aérea contribui para o crescimento equilibrado (TAIZ; ZEIGER, 2013).

4. CONCLUSÃO

Sem o uso de ácido indolbutírico obtém-se o máximo de estacas enraizadas de boldo (*Vernonia condensata*), mas doses crescentes elevam a produção de raiz.

5. REFERÊNCIAS

BETANIN, L.; NIENOW, A.A. Propagação vegetativa da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caulinar e foliar. **Semina: Ciência Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 871-880, out./dez. 2010.

BONA, C.M.; BIASI, L.A.; LIPSKI, B.; MASETTO, M.A.M.; DESCHAMPS, C. Enraizamento adventício de estacas de *Lavandula dentata* tratadas com auxina. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p. 1210-1213, maio 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira**. Brasília, DF: Anvisa, 2011.

CÂMARA, F.M.M.; PEREIRA, G. A.; MENDONÇA, V.; PEREIRA, E.C.; SILVA, F.S. O.; OLIVEIRA, L.M.; CARDOSO, R. Tipos de estacas e concentrações de ácido indol-butírico (IBA) na propagação de amora (*Morus nigra*). **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 116, n. 2, p. 187-191, 2017.

CAMPOS, M.A.A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 281-282, mar. 2002.

CARVALHO JÚNIOR, W.G.O.; MELO, M.T.P.; MARTINS, E.R. Comprimento de estaca no desenvolvimento de mudas de alecrim-pimenta. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2199-2202, out. 2009.

COLODI, F.G.; RAMOS, N.L.C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; RIBAS, L.L.F.; KOEHLER, H.S. Propagação vegetativa de guaco com adição de ácido naftalenoacético. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 1, p. 95-98, 2008.

COSTA, L.C.B.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V. Comprimento de estaca e tipo de substrato na propagação vegetativa de atoveran. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 1157-1160, jul./ago. 2007.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. (Ed.). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília. 2005. 221p. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005.

GOIS, M.A.F.; LUCAS, F.C.A.; COSTA, J.C.M.; MOURA, P.H.B.; LOBATO, G.J.M. Etnobotânica de espécies vegetais medicinais no tratamento de transtornos do sistema gastrointestinal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 2, p. 547-557, jun. 2016.

HARTMANN, H.T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas Mediciniais no Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MACHADO, M.P.; MAYER, J.L.S.; RITTER, M.; BIASI, L.A. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas do porta-enxerto de videira 'vr043-43' (*Vitis vinifera* x *Vitis rotundifolia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 476-479, dez. 2005.

MARTINS, W.M.O.; PAIVA, F.S.; BANTEL, C.A. Etnoconhecimento de plantas de uso medicinal na microrregião do vale do Juruá, Acre, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 2540-2547, 2013.

MENDES, A.D.R.; LACERDA, T.H.S.; ROCHA, S.M.G.; MARTINS, E.R. Reguladores vegetais e substratos no enraizamento de estacas de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 2, p. 262-270, 2014.

NIENOW, A.A.; CHURA, G.; PETRY, C.; COSTA, C. Enraizamento de estacas de quaresmeira em duas épocas e concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 16, n. 1, p. 139-142, jan./dez. 2010.

NOGUEIRA, A.M.; CHALFUN, N.N.J.; DUTRA, L.F.; VILLA, F. Propagação de figueira (*Ficus carica* L.) por meio de estacas retiradas durante o período vegetativo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 914-920, maio/jun. 2007.

OLIVEIRA, Y.; ALCANTARA, G.B.; GUEDES, I.; PINTO, F. QUOIRIN, M.; BIASI, L.A. Substratos, concentrações de ácido indolbutírico e tipos de miniestacas no enraizamento de melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 4, p. 611-616, dez. 2012.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; PAULUS, E. Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de alecrim. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 520-528, 2016.

SANTOS, J.P.; BRAGA, L.F. Germinação de *Vernonia condensata* Baker sob diferentes condições de luminosidade, temperatura, condicionamento osmótico e substratos. **Nativa**, v. 5, n. esp., p. 555-562, dez. 2017.

SILVA, J.B.; TEMPONI, V.S.; GASPARETTO, C.M.; FABRI, R.L.; ARAGÃO, D.M.O.; PINTO, N.C.C.; RIBEIRO, A.; SCIO, E.; VIEIRA, G.D.V.; SOUSA, O.V.; ALVES, M.S. ***Vernonia condensata* Baker (Asteraceae): a Promising Source of Antioxidants**. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2013.

SIVIERO, A.; DELUNARDO, T.A.; HAVERROTH, M.; OLIVEIRA, L.C.; MENDONÇA, A.M.S. Plantas medicinais em quintais urbanos de Rio Branco, Acre. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 4, p. 598-610, 2012.

TADEU, M.H.; PIO, R.; TIBERTI, A.S.; FIGUEIREDO, M.A.; SOUZA, F.B.M. Enraizamento de estacas caulinares e radiculares de *Rubus fruticosus* tratadas com AIB. **Revista Ceres**, v. 59, n. 6, p. 881-884, nov./dez. 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TRACZ, V.; CRUZ, C.T.A.S.; LUZ, M.Z. Produção de mudas de penicilina (*Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze) via estaquia. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 644-648, 2014.



EVOLUÇÃO DE C-CO₂ EM SOLOS SOB DIFERENTES MANEJOS NO SERINGAL CACHOEIRA, MUNICÍPIO DE XAPURI, ACRE, BRASIL

Iusseny do Nascimento Soares Souza¹, Rogério Antônio Sartori², Marcel Alexandre da Silva Souza³, Ricardo Bezerra Hoffmann⁴

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), Xapuri, Acre, Brasil;
2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil;
3. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), Xapuri, Acre, Brasil;
4. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

O aumento da concentração do gás carbônico na atmosfera está relacionado ao agravamento do efeito estufa, provocando alterações climáticas por meio do aquecimento global, e a intensificação das atividades antrópicas sobre o solo pode influenciar na liberação de gases relacionados ao efeito estufa. Neste sentido, métodos que avaliam a evolução de C-CO₂ têm sido considerados na literatura como importantes indicadores para detectar alterações do ambiente devido ao tipo de sistema de cultivo empregado. O estudo foi realizado em uma propriedade localizada no Seringal Cachoeira, na cidade de Xapuri, AC. Foram coletados e incubados solos submetidos a diferentes manejos: mata secundária; agricultura convencional; área de pastagem e área de sistema agroflorestral. Para caracterização dos solos das áreas de estudo foram avaliados alguns parâmetros físicos e químicos de acordo com as metodologias descritas no “Manual de Métodos de Análise de Solo” da EMBRAPA. As coletas foram realizadas nos meses de março, maio e agosto de 2015, e utilizou-se a técnica de respirometria para realizar as medições da evolução de C-CO₂ periodicamente até o 50^o dia de incubação das amostras. A distribuição da evolução de C-CO₂ acumulado apresentou diferenças em relação ao manejo do solo e foram observados maiores valores para emissões de CO₂ nas áreas de pastagem e de mata nativa. Sendo assim, o manejo do solo influencia a quantidade de evolução de C-CO₂, e as áreas de agrofloresta e de agricultura apresentaram maior capacidade de estocar e conservar carbono, tendo assim, bom potencial de sequestro de carbono.

Palavras chave: respirometria, dióxido de carbono e manejo do solo.

ABSTRACT

The increase in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere is related to the worsening of the greenhouse effect, causing climate change through global warming, and the intensification of anthropic activities on the soil can influence the release of gases related to the greenhouse effect. In this sense, methods that evaluate the evolution of C-CO₂ have

been considered in the literature as important indicators to detect environmental changes due to the type of culture system employed. The study was carried out in a property located in Seringal Cachoeira, in the city of Xapuri, AC. Soils submitted to different management were collected and incubated: secondary forest; conventional agriculture; pasture area and agroforestry system area. For characterization of the soils of the study areas were evaluated some physical and chemical parameters according to the methodologies described in the "Soil Analysis Methods Manual" from EMBRAPA. The collections were carried out in the months of March, May and August of 2015, and the technique of respirometry was used to carry out measurements of the evolution of C-CO₂ periodically until the 50th day of incubation of the samples. The distribution of the evolution of accumulated C-CO₂ presented differences in relation to soil management and higher values were observed for CO₂ emissions in pasture and native forest areas. Thus, the soil management influences the amount of C-CO₂ evolution, and the areas of agriculture and agroforestry showed higher capacity to store and retain carbon, thus having good potential for carbon sequestration.

Keywords: respirometry, carbon dioxide and soil management.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, com as mudanças climáticas em evidência, tem aumentado o interesse na identificação dos sistemas de manejo de culturas que promovam a melhoria do estoque de carbono no solo, a fim de potencializar o solo como agente sequestrante de carbono da atmosfera, como estratégia para mitigar as emissões de carbono antropogênico (FREITAS et al., 2000; XAVIER, 2014). Assim, o CO₂ tem sido o objeto de estudos mais recentes, tendo em vista que o aumento de sua concentração na atmosfera está relacionado ao agravamento do chamado efeito estufa, que provoca alterações climáticas por meio do aquecimento global, ameaçando o equilíbrio natural do planeta.

O efeito estufa tem sido intensificado devido ao aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera devido às atividades antropogênicas, e a principal causa mundial de liberação de CO₂ para a atmosfera é a queima de combustíveis fósseis (TOWNSEND et al., 2006). No entanto, o uso do solo e a decomposição de resíduos também são fontes de produção de CO₂ para a atmosfera, pois o processo de decomposição da matéria orgânica do solo afeta diretamente o ciclo e a liberação do CO₂.

A matéria orgânica, uma vez no solo, torna-se substrato para a atividade microbiana, pois os microrganismos realizam a sua decomposição e produzem CO₂. A respiração microbiana é definida como a absorção de O₂ ou liberação de CO₂ pelas bactérias, fungos, algas e protozoários no solo, incluindo as trocas gasosas que resultam de ambos os metabolismos aeróbios e anaeróbios (GAMA-RODRIGUES; DE-POLLI, 2000). Conhecer

um pouco mais sobre a dinâmica de decomposição dos resíduos pode contribuir para definir melhor os procedimentos mais adequados para o manejo do solo e de seu melhor aproveitamento com vistas ao incremento da qualidade do solo (COSTA et al., 2003; CIOTTA et al., 2004).

O método da respirometria, produção de C-CO₂ ou C mineralizável, tem como objetivo medir o quanto de C é respirado pela microbiota do solo em um determinado período. Esse método baseia-se na captura do C-CO₂ liberado de uma amostra de solo em uma solução de hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio e sua quantificação por titulação com ácido clorídrico (MENDONÇA; MATOS, 2005). A liberação de altas taxas de C-CO₂ provenientes da respiração microbiana pode indicar tanto um distúrbio ecológico como um alto nível de produtividade do ecossistema (ISLAM; WEIL, 2000).

Os solos destinados à agricultura e plantações florestais tem grande importância no que se refere ao sequestro de carbono. Segundo Bayer e Mielniczuk (1999) a quantidade total de carbono num solo depende principalmente do tipo de solo, do sistema de manejo, e da cobertura. Palacios (2010) aponta os sistemas agroflorestais como uma alternativa à produção agropecuária por minimizar o efeito da intervenção humana, em virtude da existência de várias espécies dentro de uma área, aumentando a diversidade do ecossistema onde interações benéficas entre as plantas de diferentes ciclos, portes e funções são melhor aproveitadas. Além disto, sistemas agroflorestais apresentam a capacidade de estocar e conservar grandes quantidades de carbono na biomassa viva e no lenho, tendo assim, bom potencial de sequestro de carbono.

Nas últimas décadas, a avaliação da qualidade do solo tem ganhado destaque e tem sido vista como um indicador integrado da qualidade do ambiente e da sustentabilidade da produção, onde para avaliá-la, atributos físicos, químicos e biológicos devem ser identificados e quantificados quanto à sua sensibilidade a sofrer mudanças e distúrbios decorrentes da intensificação de sistemas de uso e manejo e tem sido amplamente realizada para monitorar a produtividade sustentável dos solos (SILVA et al., 2010).

Neste sentido, visando melhor compreender a dinâmica do carbono nestes ecossistemas, amostras de solos submetidos a diferentes tipos de manejo em uma área situada no Seringal Cachoeira na cidade de Xapuri, no Estado do Acre, foram caracterizadas quanto aos seus atributos físicos e químicos, e avaliou-se o potencial de sequestro de carbono por meio da evolução de C-CO₂, a fim de diferenciar e identificar a sustentabilidade dos manejos empregados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO E COLETA DE SOLOS

O experimento foi realizado em uma propriedade no Seringal cachoeira, localizado na cidade de Xapuri, no Estado do Acre, localizada na mesorregião do Vale do Alto Acre, microrregião de Brasiléia, a uma latitude de $10^{\circ} 39' 07''$ S, e longitude de $68^{\circ} 30' 14''$ W'.

Foram coletadas e avaliadas amostras de solos de áreas submetidas aos seguintes manejos: mata secundária (localizada adjacente ao experimento utilizada como tratamento controle); agricultura convencional (com plantio de mandioca); área de pastagem e área de sistema agroflorestal (plantio de banana e abacaxi).

Foram retiradas amostras da camada superficial do solo, na profundidade de 0 a 30 cm, e armazenadas em sacos plásticos limpos e previamente identificados. Todas as amostras individuais de uma mesma área foram misturadas, tendo assim quatro amostras compostas, as quais foram levadas para o laboratório para a realização das análises.

As coletas de solo em campo para as avaliações de evolução de C-CO₂ foram efetuadas nos meses de março, maio e agosto de 2015. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo.

2.2. CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

Para caracterização dos solos das áreas de estudo foram avaliados alguns parâmetros físicos e químicos desses solos. Dos parâmetros físicos, foram realizadas análise granulométrica para classificação textural e determinação de umidade atual. Com relação às características químicas, esses solos foram analisados quanto ao potencial hidrogeniônico, os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, acidez potencial, alumínio trocável, a capacidade de troca catiônica efetiva e potencial, a porcentagem de saturação de bases da capacidade de troca catiônica a pH 7,0 e o conteúdo de matéria orgânica.

Todas as análises físicas (com exceção da umidade atual) e químicas foram realizadas pelo Laboratório de Solos da Embrapa, localizado na Rodovia BR-364, Km 14. A determinação da umidade atual foi realizada no Laboratório de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC).

Todas as análises físicas e químicas foram determinadas de acordo com as metodologias descritas no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 2011).

2.3. RESPIROMETRIA

Para avaliar a quantidade de CO₂ decorrente da atividade microbiana foi utilizada a técnica de respirometria de acordo com Mendonça e Matos (2005), e as análises foram realizadas no Laboratório de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre. A respirometria é uma das técnicas que podem ser utilizadas para fazer um acompanhamento das atividades realizadas por microrganismos, baseando-se na análise do consumo de oxigênio ou produção de gás carbônico por unidade de volume e tempo (BERNARDES; SOARES, 2005).

Os solos a serem utilizados na medição da evolução do C-CO₂, ficaram secando ao ar, à temperatura controlada de 25 °C por 48 horas. Em seguida, foram incubadas 50 g de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) em recipientes plásticos de 500 cm³, com fechamento hermético. Essas amostras tiveram sua umidade ajustada para aproximadamente 60% da capacidade de campo.

Posteriormente, em cada recipiente contendo solo, foram incubados juntamente com o solo, um frasco contendo 30 mL de solução NaOH 0,5 mol L⁻¹ para captura do CO₂ e outro contendo 30 mL de H₂O com o intuito de manter a umidade das amostras constante. Os frascos foram fechados hermeticamente e incubados a 25 °C.



Figura 1. Amostras de solos incubadas em recipientes plásticos de 500 cm³ abertas para troca de ar e retirada do NaOH para posterior titulação.

Após as 48 horas iniciais da incubação, os recipientes foram abertos por aproximadamente 15 minutos para troca de ar e o frasco contendo o NaOH foi retirado. Decorrido o tempo, foi colocado outro frasco contendo 30 mL de uma nova solução NaOH 0,5 mol L⁻¹ para nova incubação (Figura 1).

Enquanto se aguardou o tempo para troca de ar, foram pipetados 10 mL da solução NaOH (previamente incubada com o solo), para erlenmeyer de 125 mL, e adicionou-se 10 mL de solução de BaCl₂ 0,05 mol L⁻¹ para impedir que o Na₂CO₃ formado fosse desdobrado em NaOH + CO₂ novamente, quando da titulação, e três gotas do indicador fenolftaleína a 1% foram adicionadas. Em seguida a amostra foi titulada com solução HCl 0,25 mol L⁻¹, imediatamente após a adição do indicador, até que a solução titulada passasse de violeta para incolor. Anotou-se a quantidade de HCl gasto na titulação. Cada amostra composta foi testada em triplicata e o procedimento experimental foi complementado por prova em branco. Os períodos de incubação foram repetidos conforme a metodologia descrita em Mendonça e Matos (2005), em 4, 7, 11, 16, 22, 29, 36, 43 e 50 dias após o início da incubação em cada período de coleta.

A técnica da respirometria consiste na incubação de uma amostra de solo com uma solução de hidróxido de sódio. Durante o período de incubação das amostras, o CO₂ liberado reagiu com uma solução de NaOH e obteve-se uma solução composta de hidróxido de sódio e carbonato de sódio. Esse carbonato foi precipitado pela adição de cloreto de bário, formando o carbonato de bário.

A quantidade do hidróxido de sódio em excesso na solução é medida por cálculos estequiométricos de acordo com o volume gasto de ácido clorídrico na neutralização.

A quantidade de carbono liberado na forma de CO₂ do solo é calculada a partir da diferença entre o resultado de um ensaio em branco e o resultado da solução das amostras incubadas com o solo, conforme a equação descrita abaixo extraída de Mendonça e Matos (2005):

$$C-CO_2 \text{ (mg)} = (B-V) \times M \times 12 \times (v_1/v_2)$$

Onde:

B = Volume do HCl no branco (mL)

V = volume de HCl gasto na amostra (mL)

M = concentração real do HCl (mol L⁻¹)

12 = peso equivalente do carbono

v₁ = volume total de NaOH usado na captura do CO₂ (mL)

v₂ = volume de NaOH usado na titulação (mL)

A quantidade total de C-CO₂ produzido é igual ao somatório dos valores obtidos durante o período de amostragem.

A liberação de CO₂ é um método que, quando utilizado sob condições controladas de umidade e temperatura (15-25°C), fornece resultados confiáveis a respeito de poluição do solo (JENKINSON; POWLSON, 1976). Este experimento foi realizado em ambiente climatizado a temperatura constante de 25°C.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICAS

De acordo com a classificação de Köppen o clima acreano é do tipo equatorial, quente e úmido. Apresenta temperaturas médias anuais variando entre 24,5 °C e 32 °C (máxima), permanecendo uniforme em todo o estado e predominando em toda a região amazônica. Ocorrem duas estações distintas: uma seca, que vai de maio a outubro, e uma chuvosa que compreende os meses de novembro a abril. Já os índices pluviométricos variam de 1.600 mm a 2.750 mm/ano.

No presente trabalho, devido à ausência de dados meteorológicos no próprio local de estudo, foram utilizados os dados de precipitação pluviométrica obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da estação de Rio Branco, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Volume de chuvas (extraído de INMET).

	Chuva acumulada mensal (precipitação em mm)	Número de dias com chuva (dias)
Março	280	26
Maio	170	20
Agosto	45	6

Quanto aos principais solos do Estado do Acre, em ordem decrescente de expressão territorial, são eles: ARGISSOLOS, CAMBISSOLOS, LUVISSOLOS, GLEISSOLOS, LATOSSOLOS, VERTISSOLOS, PLINTOSSOLOS e NEOSSOLOS (ACRE, 2000; 2006).

A regional do Alto Acre é mais homogênea que a regional do Baixo Acre no que se refere à distribuição das ordens de solos. Os Argissolos se distribuem por cerca de 90% do

território, ocorrendo em grandes extensões nos municípios de Assis Brasil, Brasiléia, Xapuri e Epitaciolândia, que compõem a regional. Os Argissolos requerem um manejo mais delicado em função do relevo a que estão associados e ao ganho de argila em profundidade (ACRE, 2006).

Abud et al. (2015) afirma que dentre os solos da Amazônia, os Argissolos tendem a apresentar índice de erodibilidade mais elevado comparados aos Latossolos.

3.2 ANÁLISES FÍSICAS

É possível observar na Tabela 2 valores maiores para a umidade nas coletas realizadas durante os meses de março e maio, o que seria esperado em decorrência das temperaturas mais baixas e ao número maior de dias chuvosos nestes meses.

Tabela 2. Umidade do solo de acordo com as áreas e épocas de amostragem.

Área	Umidade (g/100g)		
	Março	Maio	Agosto
Mata secundária	15,97	12,90	6,79
Agricultura	20,83	20,00	3,75
Agrofloresta	22,47	18,75	5,88
Pastagem	32,00	21,21	5,37

Os resultados das quantidades das frações argila, silte e areia e classe textural, estão apresentados na Tabela 3. A classe textural dos solos variou de franco arenoso a areia franca e foi necessário realizar apenas uma caracterização inicial quanto à textura, pois de acordo com Gomes e Filizola (2006), medidas subseqüentes podem ser feitas de 2 a 5 anos, pois alterações na textura só são verificadas quando o processo de degradação predominante é a erosão acelerada, o que poderia ocasionar a remoção seletiva da argila, deixando as frações mais grosseiras.

Tabela 3. Análise granulométrica.

Identificação	Profundidade	Areia	Argila	Silte	Classe Textural
	cm	%			
Mata secundária	0-30	67,64	12,50	19,86	Franco Arenoso
Agricultura	0-30	69,30	10,58	20,12	Franco Arenoso
Agrofloresta	0-30	76,30	9,28	14,42	Areia Franca
Pastagem	0-30	72,70	9,73	17,57	Franco arenoso

É possível observar em todas as áreas, inclusive na de mata secundária tida como referência, valores elevados da fração areia, próximos ou superiores a 70%.

De acordo com o diagrama textural utilizado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo para a classificação textural do solo (LEMOS; SANTOS, 1996) e a tabela para interpretação de classificação textural de Ribeiro et al. (1999), para os valores obtidos, a classe textural dos solos da área de agrofloresta foi de areia franca, e para as áreas de mata, pastagem e plantio de mandioca, textura franco arenosa. Os solos apresentaram-se excessivamente arenosos, com menos de 15% de argila, com baixa capacidade de armazenamento de água e nutrientes e alta suscetibilidade à erosão (GIANLUPPI et al., 2009).

Não se observa diferenças significativas quando relacionadas às taxas de umidade atual e textura de solo entre os diferentes tipos de manejo, por todas apresentarem grande quantidade de areia em relação às outras frações, o que explica valores tão baixos de umidade, devido à baixa capacidade de retenção de água. Além disto, os teores de silte não foram elevados, variando de 10 a 20%, o que corrobora com a tendência citada na literatura (VALE JÚNIOR et al., 2011; CORINGA, 2012) para os solos brasileiros, que de maneira geral apresentam valores baixos na fração silte.

3.3 ANÁLISES QUÍMICAS

Quanto aos atributos químicos avaliados, os dados obtidos das análises químicas estão descritos na Tabela 3 e a interpretação dos resultados foi feita de acordo com as tabelas de interpretação de análises de solos segundo Ribeiro et al. (1999).

Tabela 3. Parâmetros químicos.

Parâmetros Químicos	Unidade	Mata Secundária	Pastagem	Agrofloresta	Agricultura
pH (H ₂ O)	-	4,47	5,05	4,73	5,53
pH (KCl)	-	4,69	5,63	4,87	4,47
Ca	cmol _c dm ⁻³	0,33	0,96	0,72	1,48
Mg	cmol _c dm ⁻³	4,20	0,56	1,02	3,53
K	cmol _c dm ⁻³	0,14	0,11	0,09	0,41
Na	cmol _c dm ⁻³	0,01	0,01	0,01	0,03
H+Al	cmol _c dm ⁻³	2,94	3,32	3,07	3,28
Al	cmol _c dm ⁻³	1,24	0,72	0,72	0,17
P	mg L ⁻¹	1,58	2,95	1,75	1,20
P _{remanescente}	mg L ⁻¹	35,89	35,65	38,31	36,07
C.O	g kg ⁻¹	5,44	5,46	5,37	7,00
SB	cmol _c dm ⁻³	4,68	1,64	1,84	5,45
CTC (pH 7)	-	7,62	4,96	4,91	8,73
CTC efetiva	-	5,91	2,36	2,56	5,62
V	%	61,42	33,06	37,47	62,43
M	%	20,98	30,51	28,12	3,02
M.O	g kg ⁻¹	9,38	9,41	9,26	12,07

Os solos apresentaram caráter ácido, com pH em água variando de 4,47 a 5,53. Os principais responsáveis pela acidificação do solo são os íons H⁺ e Al³⁺. A disponibilidade de íons Al³⁺ depende muito do pH do solo, onde sua concentração aumenta com valores de pH menores que 5,5 (CORINGA, 2012), e isto pode ser observado no solo de mata que apresentou menor valor de pH (4,47) e maior concentração de Al³⁺ (1,24 cmol_c dm⁻³), enquanto o solo de agricultura que teve maior valor pH de (5,53) e menor concentração de Al³⁺ (0,17 cmol_c dm⁻³). A faixa de pH de 5,5 a 6,5 tem sido considerada na literatura como ótima para o crescimento da maioria das plantas cultivadas (ALVAREZ, 1999).

A capacidade de troca está relacionada às cargas elétricas que o solo apresenta, e devido a isto, é responsável pela adsorção de nutrientes catiônicos e aniônicos na superfície da fração coloidal do solo, retendo-os no solo. O total de cargas negativas do solo é denominado CTC (capacidade de troca catiônica) e pode ser determinado pela soma de todos os cátions adsorvidos (CORINGA, 2012).

Os menores valores de CTC a pH 7,0 e de CTC efetiva foram encontrados nos solos com agrofloresta e pastagem, o que pode ser explicado provavelmente devido a estes solos apresentarem teores maiores de fração areia e menor teor de argila (menores que 15%), pois a maior parte dos nutrientes dos solos está adsorvida na superfície das partículas de argila por atração eletrostática, devido às cargas negativas do mineral e da matéria orgânica. Além de apresentarem baixos valores de matéria orgânica, de cálcio, e baixa retenção de umidade.

De acordo com as classes de interpretação de fertilidade do solo para o complexo de troca catiônica e de matéria orgânica (ALVAREZ, 1999), para a CTC a pH 7,0 e CTC efetiva, os valores encontrados nos solos de mata e de agricultura podem ser classificados como bom, e os solos de agrofloresta e pastagem possuem valores de CTC médio. Todos os solos apresentaram valores baixos de carbono orgânico e, conseqüentemente, de matéria orgânica.

De acordo com as tabelas de interpretação de análises de solos em Alvarez et al. (1999), considera-se os teores de Ca muito baixo na área de mata, baixo na área de pastagem e de agrofloresta, e médio na de agricultura. Os teores de Mg foram: muito alto na área de mata e de agricultura, e médio e alto, na de pastagem e de agrofloresta, respectivamente. Considera-se os valores de K como muito alto na área de agricultura, médio nas áreas de mata e de pastagem e baixo para a área de agrofloresta, o que poderia ser explicado pelo fato desta última apresentar o solo mais arenoso, com maior propensão a perda deste nutriente pela lixiviação e erosão e apresentar solo ácido (pH = 4,73).

De maneira geral, considerando o valor da Soma de Bases (SB) relacionado à soma dos valores da quantidade dos cátions básicos trocáveis no solo (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+), a ordem obtida foi: agricultura > mata secundária > agrofloresta > pastagem.

Quanto ao fósforo disponível, todos os solos apresentaram valores muito baixos variando de 1,20 a 2,95 mg L⁻¹. Segundo Vale Júnior et al. (2011), em solos da Amazônia, o fósforo se concentra na superfície, e devido a sua baixa mobilidade, somada a natureza ácida dos solos das áreas estudadas e material de origem pobre quimicamente, é de se explicar os valores muito baixos encontrados.

Os solos das áreas de mata e de agricultura apresentaram valores para saturação por bases (v%), iguais a 61,42 e 62,43%, respectivamente, sendo classificados como eutróficos, enquanto que os de pastagem e agrofloresta, com valores de 33,06 e 37,47%, respectivamente, com baixa saturação, sendo considerados distróficos.

De acordo com os parâmetros químicos analisados, assim como a maioria dos solos da Amazônia, de uma maneira geral os solos das áreas estudadas apresentam-se deficientes em nutrientes, e o crescimento da vegetação exuberante é compensado por outros fatores como luminosidade e ao clima equatorial quente e úmido. A maior parte dos nutrientes encontra-se na biomassa vegetal e o solo contém apenas uma fração, em decorrência da rápida decomposição da matéria orgânica e absorção dos nutrientes pelas plantas (CORINGA, 2012). Além disto, quando a mata é derrubada e convertida em pastagem ou lavouras, o volume de raízes diminui no solo, dificultando a absorção de nutrientes e aumentando as perdas por lixiviação ou erosão.

3.4 RESPIRAÇÃO DO SOLO

A distribuição da evolução de C-CO₂ acumulada apresentou diferenças em relação ao manejo do solo e os valores médios das emissões de CO₂ das amostras incubadas, nas três épocas de amostragem, ao longo dos 50 dias, podem ser observados nas Figuras 2,3 e 4.

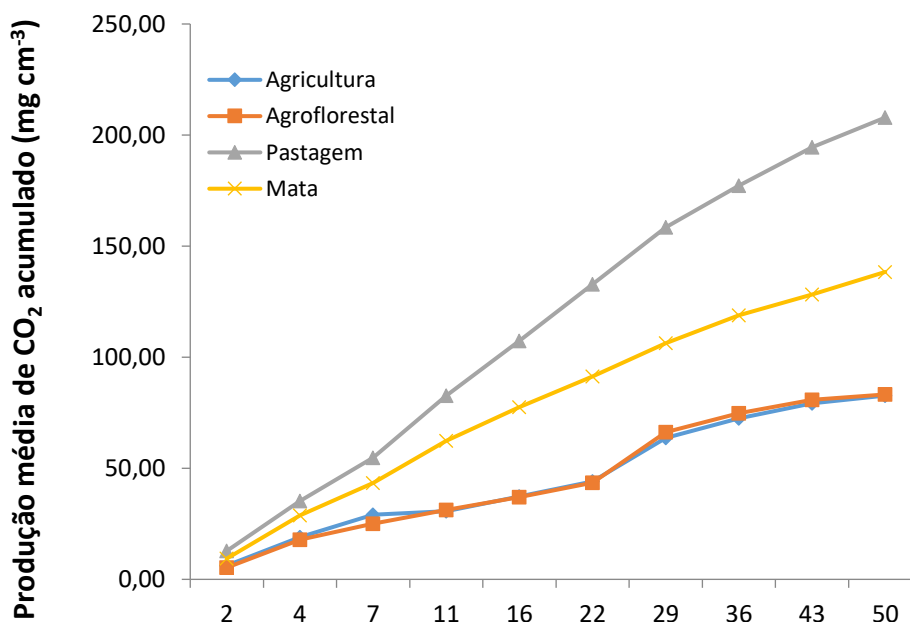


Figura 2. Quantidade média das emissões de CO₂ acumulado ao longo de 50 dias na época de amostragem da 1^a coleta.

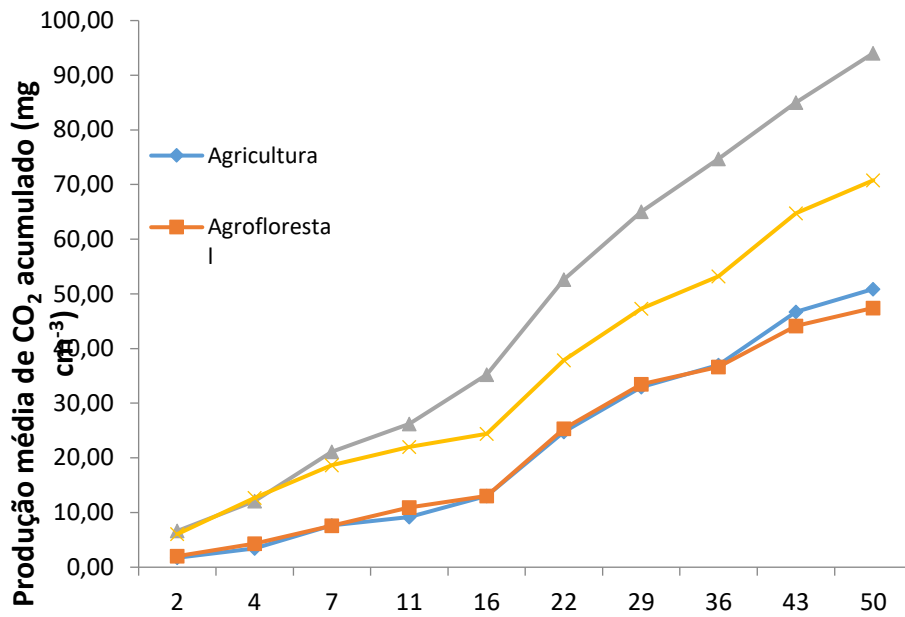


Figura 3. Quantidade média das emissões de CO₂ acumulado ao longo de 50 dias na época de amostragem da 2ª coleta.

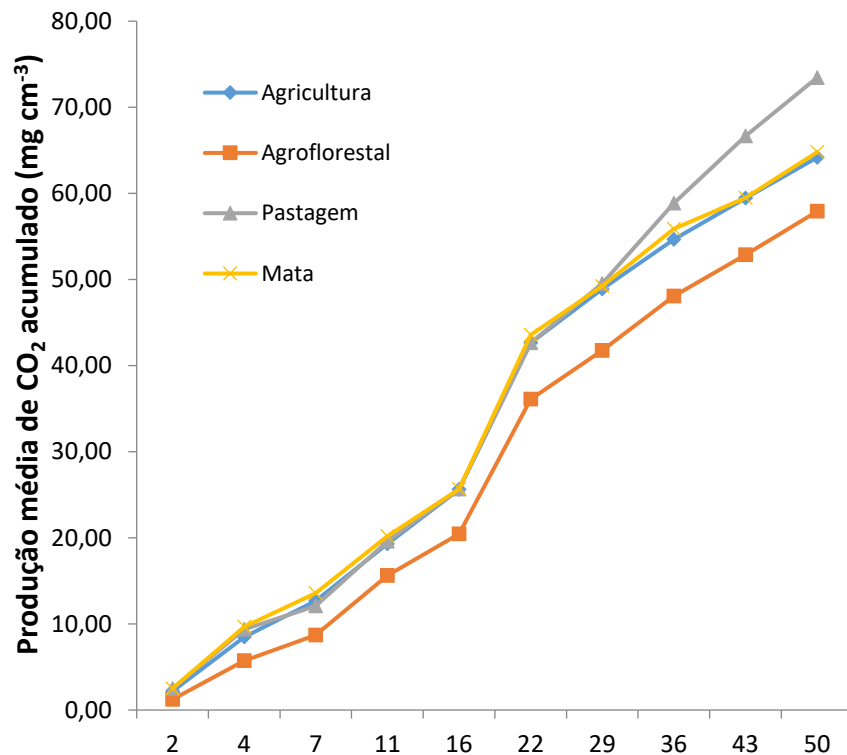


Figura 4. Quantidade média das emissões de CO₂ acumulado ao longo de 50 dias na época de amostragem da 3ª coleta.

É possível observar que na primeira coleta, realizada no mês de março, na época do inverno acreano, com maior número de dias chuvosos, e com maior umidade, obtiveram-se valores maiores de evolução de CO₂ acumulado. Neste período, os valores para as áreas de mata, consórcio de banana e abacaxi, cultura da mandioca e a para a área de pastagem, foram de: 138,39; 83,24; 82,28 e 207,89 mg cm⁻³ de solo, respectivamente (Figura 6). Nota-se que a evolução de C-CO₂ na área manejada com pasto foi 50,22% maior do que na área com mata secundária.

Brookes (1995) sugere verificar se a emissão do CO₂ reflete as variações proporcionadas pelo ambiente (umidade e temperatura) ou por agentes poluentes sobre a comunidade microbiana do solo. O fator climático sobre a variável produção de CO₂ é defendido por alguns autores (COOK e GREAVES, 1987; BROOKES, 1995; CATTELAN e VIDOR, 1990, BALOTA et al., 1998; LOURENTE et al., 2011; GUPTA e SINGH, 1981; VARGAS e SCHOLLES, 2000).

Cook e Greaves (1987) *apud* Silveira e Freitas (2007) que fizeram um estudo onde a liberação de CO₂ no solo foi monitorada diretamente em uma área no campo durante 52 semanas, observaram que a quantidade de CO₂ liberada foi máxima, com aproximadamente 950 mg de CO₂ cm⁻³ de solo no verão, quando a temperatura foi bastante elevada; mas depois declinou para menos da metade quando a condição climática predominante foi de inverno, com baixa temperatura.

Sendo assim, as diferenças não são de todo compreensíveis e nem podem ser atribuídas às variações de precipitação e temperatura observadas na área de estudo. Não foram observadas correlações positivas ou negativas entre as variáveis climáticas e a atividade microbiana. Esperava-se observar, neste estudo, aumento na produção de CO₂ com o aumento da temperatura ao longo das estações, contudo, de acordo com os dados obtidos, observou-se o inverso, pois no inverno obteve-se quantidade de CO₂ liberado bem mais elevada.

É possível também, assim como foi defendido por Lourente et al. (2011), que durante o verão, parte da biomassa microbiana tenha morrido e, com a retomada das chuvas e com o aumento da umidade do solo no inverno, a biomassa remanescente utilize a matéria orgânica acumulada no período, havendo, desta forma, maior atividade microbiana, durante o período chuvoso, uma vez que a elevação da precipitação pluviométrica e faixas de temperaturas adequadas, resultam em condições favoráveis ao aumento da biomassa microbiana do solo.

Na segunda e na terceira coleta (Figura 3 e 4), verifica-se uma tendência ao declínio dos valores de evolução de C-CO₂ em relação à primeira coleta. O declínio observado do período da primeira para a segunda análise, na área de mata, agricultura, agrofloresta e na pastagem foi de 48,85%, 38,15%, 43,02% e 54,77% respectivamente. Na última avaliação, observou-se uma queda nos valores de CO₂ na área de mata, agricultura, agrofloresta e na pastagem foi de 53,18%, 22,02%, 30,43% e 64,67% respectivamente, quando comparados à primeira análise. Essa redução pode estar relacionada ao período de máxima precipitação que ocorreu na região na primeira coleta, onde as áreas passaram por prolongados períodos de excesso de água no solo, acarretando diminuição da população de microrganismos associados à decomposição da matéria orgânica do solo.

Além disto, devido à grande quantidade chuvas, boa parte do material orgânico e nutrientes presentes nos solos podem ter sido carreados ou lixiviados, devido à sua textura arenosa, com maior propensão a erodibilidade. Este fato poderia explicar a menor quantidade de CO₂ liberado nas coletas subsequentes.

As diferenças nos valores obtidos entre diferentes épocas do ano podem também estar relacionadas com a técnica utilizada. A avaliação da produção de CO₂ em laboratório dificulta a avaliação do efeito estacional, pois, no procedimento analítico, a temperatura é mantida constante.

Houve grande variação na quantidade acumulada de CO₂, durante o período de incubação, evidenciando diferenças entre os solos das áreas estudadas, e observou-se a seguinte ordem para o aumento da produção de CO₂: Pastagem > Mata secundária > Agricultura > Agrofloresta.

Os valores referentes à produção acumulada total de CO₂, em 50 dias, ao final de cada incubação, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Quantidade total de C-CO₂ produzido, a cada 50 dias, de acordo com as culturas e manejo do solo e épocas de amostragem.

Área	Março	Maio	Agosto	Total Acumulado
Mata secundária	138,39	70,78	64,79	273,96
Agricultura	82,28	50,89	64,16	197,33
Agrofloresta	83,24	47,43	57,91	188,57
Pastagem	207,89	94,03	73,44	375,36

Ao compararmos diferentes tipos de manejo e a quantidade total de CO₂ liberado, observa-se que na área de mata secundária (237,96 mg CO₂/cm³) e de pastagem (375,36 mg CO₂/cm³), maiores valores foram observados, enquanto que nas áreas de agrofloresta e agricultura os valores foram menores e bem próximos, 188,57 e 197,33 mg CO₂/cm³, respectivamente.

Os valores elevados na área de mata podem ser explicados pela diversidade de espécies da vegetação nativa, o que resulta na deposição contínua de substratos orgânicos com composição variada na serapilheira, o que favorece maiores teores de biomassa microbiana e maiores taxas respiratórias (LOURENTE, 2011).

Na área de pastagem observou-se o maior valor de emissões de CO₂ dentre todos os usos do solo. Fearnside e Barbosa (1998) apontam que o carbono presente no solo é afetado pelo sistema de pastagem, onde pastagens degradadas perdem grandes quantidades de carbono devido às diminuições das gramíneas de cobertura. Xavier (2014) afirma ainda que alguns fatores como aporte de material orgânico, pisoteio animal, compactação do solo, a presença desigual da cobertura vegetal e umidade influenciam os teores de carbono do solo. Assis Junior et al. (2003) também observou em seu estudo altas taxas respiratórias em pastagens, e que a abundância de excremento animal contribui para esse fato, pois resultam num aumento significativo da biomassa de microrganismos pois fornecem substrato adicional para o metabolismo e crescimento microbiano, e, conseqüentemente, altera a disponibilidade de nutrientes no solo.

Um estudo de Xavier (2014) também mostrou que o carbono do solo é afetado pelo sistema de pastagem não manejado, onde pastagens degradadas perdem grandes quantidades de carbono do solo (JANTALIA et al., 2006), e que pode estar associado à presença de animais e excrementos nestes solos, aumentando assim a disponibilidade de nutrientes para os microrganismos do solo e conseqüentemente, resultando em alta atividade microbiana com rápidas taxas de respiração, fazendo com que grande parte do C retorne a atmosfera na forma de CO₂.

De acordo com Carvalho et al. (2010), 45 % das áreas desmatadas na Amazônia estão sob pastagens, tais áreas podem sequestrar C no solo se a pastagem for bem manejada ou emitir (pastagem degradada) para a atmosfera (CORAZZA et al., 1999), dependendo do manejo adotado.

Resultados de estudos de Oliveira (2011) também apontaram maior atividade microbiana em ambientes de pastagem quando comparados ao de mata natural. Em curto prazo, isto pode significar maior disponibilidade de nutrientes para as plantas em

decorrência da acelerada mineralização da matéria orgânica, e em longo prazo, indica a perda de carbono do solo para a atmosfera na forma de CO₂. Sendo assim, elevada taxa de respiração microbiana pode tanto indicar situações de distúrbios como alto nível de produtividade.

No sistema de agrofloresta e agricultura, observaram-se as menores taxas de CO₂ acumulado, o que pode indicar um grande potencial destas áreas em retirar CO₂ da atmosfera e enriquecer o solo com matéria orgânica, mas não houve diferença significativa entre eles, tendo o sistema de agrofloresta valores de evolução de C-CO₂ 4,44% menor que o de agricultura. Silva Junior et al. (2009) apontam que na medida em que uma determinada biomassa microbiana se torna eficiente, menos carbono é perdido como CO₂ pela respiração e uma fração maior de carbono é incorporada à biomassa microbiana.

4. CONCLUSÕES

De modo geral, a variação da atividade microbiana nas diferentes áreas de manejo, ao longo das estações do ano, pôde ser avaliada eficientemente pela técnica laboratorial empregada, onde as taxas de produção de CO₂, aliada a outros atributos, mostrou-se sensível às alterações decorrentes do uso do solo. A evolução de C-CO₂ permitiu distinguir os sistemas de diferentes práticas de manejo avaliados, onde solos com agrofloresta e agricultura apresentaram os menores valores, indicando maior potencial de sequestro de carbono.

5. REFERÊNCIAS

ABUD, E. A.; LANI, J. L.; ARAÚJO, E. A.; AMARAL, E. F.; BARDALES, N. G.; FERNANDES FILHO, E. I. Caracterização morfométrica das sub-bacias no município de Xapuri: subsídios à gestão territorial na Amazônia Ocidental. **Revista Ambiente e Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 10, n. 2, p. 431-441, jun. 2015.

ACRE. Secretaria do Meio Ambiente. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre**, Fase I. Rio Branco, 2000. 250p.

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre**. Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II: documento Síntese – Escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA, 2006. 354p. Acre

ASSIS JÚNIOR, S. L.; ZANUNCIO, J. C.; KASUYA, M. C. M.; COUTO, L.; MELIDO, R. C.N. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.1, p. 35-4, 2003.

BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.4, p.641-649, 1998.

BAYER, C., MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. (Eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9-26.

BERNARDES, R. S.; SOARES, S. R. A. **Fundamentos da Respirimetria no controle de poluição da água e do solo**. Editora Universidade de Brasília: Finatec, Brasília, DF, 2005, 164p.

BROOKES, P.C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biology and Fertility of Soils**, v.19, n.4, p.269-279, 1995.

CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R.; CERRI, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 277-290, abr. 2010.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 133-142, 1990.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C.; ALBUQUERQUE, J. A. Manejo da calagem e seu efeito sobre componentes da acidez de um Oxisol sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.527-535, 2004.

COOK, K.A.; GREAVES, M.P. Natural variability in microbial activities. In: SOMMERVILLE, L.; GREAVES, M.P. (Ed). **Pesticide Effects on Soil Microflora**. Taylor and Francis, London, 1987. p. 15-43.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, p. 425-432, 1999.

CORINGA, E. A. O. **Solos**. Curitiba: Livro Técnico, 2012. 248p.

COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.527-535, 2003.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2011. 230p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª edição. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353p.

FEARNSIDE, P. M.; BARBOSA, R. I. Soil carbon changes from conversion of forest to pasture in Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 108, n. 1-2, p. 147-166, 1998.

FREITAS, P. L.; BLANCANEUX, P.; GAVINELLI, E.; LARRÉ-LARROUY, M.; FELLER, C. Nível e natureza do estoque orgânico de Latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 157-170, jan. 2000.

GIANLUPPI, V.; GIANLUPPI, D.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; ZILLI, J. E.; NECHET, K. L.; BARBOSA, G. F.; MATTIONI, J. A. M. **Cultivo de Soja no Cerrado de Roraima. Sistema de Produção, Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009.**

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 8p.

GUPTA, S. R.; SINGH, J. S. Soil respiration in a tropical grassland. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 13, p. 261-268, 1981.

INMET. Site do Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. 2015. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/>>. Acessado em 19 de outubro de 2015.

ISLAM, K.R.; WEIL, R.R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 79:9-16, 2000.

JANTALIA, C. P.; TARRÉ, R. M.; MACEDO, R. O.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Acumulação de carbono no solo em pastagens de Brachiaria. In: ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; CAMARGO, F. O. (Ed.). **Manejo de sistemas agrícolas: Impacto no sequestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa**. Porto Alegre: Genesis, 2006. p. 157-170.

JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. A method for measuring soil biomass. **Soil Biology Biochemistry Soil Biology Biochemistry**, v.8, p.209-213, 1976.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3ª Ed., Campinas-SP, 1996.

LOURENTE, E. R. P et al. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, n. 1, p. 20-28, jan/mar. 2011.

MENDONÇA, E.S.; MATOS, E.S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107p.

OLIVEIRA, S. P. **Qualidade do solo em argissolo sob pastagem irrigada**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PALACIOS, P. I. C. **Sistemas de cultivo de erva-mate: atributos físicos, indicadores de qualidade e estoque de carbono num latossolo vermelho aluminoférrico**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, 2010.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p

SILVA, R.R.; SILVA, M.L.N.; CARDOSO, E.L.; MOREIRA, F.M.S.; CURI, N. & ALOVISI, A.M.T. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, p.1584-1592, 2010.

SILVA JÚNIOR, J. M. T.; TAVARES, R. C.; MENDES FILHO, P. F.; GOMES, V. F. F. Efeitos de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com diferentes adubos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, p. 378-382, 2009.

SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. S. (Eds.) **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. 312 p.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M; HARPER, J. L.. **Fundamentos em ecologia**. Ed. Artmed, 2 ed., 2006, 592 p.

VALE JÚNIOR, J. F.; SOUZA, M. I. L.; NASCIMENTO, P. R. R.; CRUZ, D. L. S. Solos da Amazônia: Etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agroambiente**, v.5, p.158-165, 2011.

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 35-42, 2000.

XAVIER, A. A. P. **Avaliação do acúmulo e emissão de carbono do solo sob sistemas produtivos de estoque de carbono**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2014.



EFEITOS FARMACOLÓGICOS DE *Citrullus lanatus*

Natacha Pinheiro Melo Brozzo¹, Efraim dos Santos Ferreira¹, Marta Adelino da Silva Faria²

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Laboratório de Pesquisas em Fisiofarmacologia, Rio Branco, Acre, Brasil;

2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia (BIONORTE), Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

A predominância de trabalhos científicos sobre atividade biológica de plantas reflete a grande preocupação com a busca de aplicação para as moléculas isoladas de fontes naturais através do seu uso como modelos químicos para a indústria farmacêutica. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo estudar o potencial diurético da melancia (*Citrullus lanatus*) em camundongos comparando a quantidade de diurese com e sem a ingestão da melancia. Fatias da fruta foram compradas em mercado local e realizado a maceração, filtração e liofilização. Foram divididos dois grupos (teste e controle), (n=10) em que recebiam a polpa de melancia e água respectivamente. A avaliação consistiu em verificar e comparar entre os dois grupos o volume urinário eliminado durante 24 horas de experimento. Observou-se, que após as 24 horas, a polpa da melancia apresentou efeitos nos camundongos, causando aumento no volume urinário dos que foram submetidos ao tratamento se comprando com os que receberam apenas ingestão de água.

Palavras chaves: volume urinário, efeito biológico, diurese.

ABSTRACT

The predominance of scientific studies on biological activity of plants reflects the great concern with the search application for isolated molecules from natural sources through its use as chemical models for the pharmaceutical industry. In this context, this study aimed to study the diuretic watermelon potential (*Citrullus lanatus*) in mice comparing the amount of diuresis with and without eating watermelon. Fruit slices were bought in the local market and held maceration, filtration and lyophilization. They were divided two groups (test and control) (n = 10) receiving the pulp watermelon and water respectively. The evaluation was to check and compare between the two groups urine volume eliminated for 24 hours of experiment. It was observed that after 24 hours, watermelon pulp showed effects in mice, causing an increase in the urinary volume of those undergoing treatment are buying with those who received only water intake.

Key words: urinary volume, biological effect, diuresis.

1. INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais no tratamento de doenças que se denota desde a antiguidade, tem se expandindo consideravelmente nos últimos tempos (CASTRO et al., 2019). Essa utilização tem se intensificado em razão do maior acesso, menor custo e menor toxicidade desde que sejam seguidas às precauções exigidas (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2016).

Segundo Viegas et al. (2006) a busca pela compreensão das leis naturais e o desafio de transpor barreiras à sua sobrevivência, como o clima e as doenças, levaram o homem ao atual estágio de desenvolvimento científico, mesmo após o avanço tecnológico observado nos dias de hoje.

O Brasil detém a maior diversidade biológica do mundo, com uma rica flora, despertando interesses de cientistas internacionais para o estudo e utilização racional destes recursos (SOUZA; FILFILI, 2016). Na região amazônica do Brasil a riqueza da flora compreende aproximadamente 30.000 espécies, cerca de 10% das plantas de todo o planeta (SOUZA et al., 2015) e as plantas medicinais sempre foram utilizadas, por tribos indígenas nativas (BETTEGA et al., 2011).

Diversas drogas e fármacos são produzidos a partir de produtos naturais, levando em consideração que os alimentos podem ser fonte de princípios ativos com grande potencial farmacológico (ERHIRHIE; EKENE, 2014). O conhecimento sobre plantas medicinais representa muitas vezes o único recurso terapêutico de muitas comunidades e grupos étnicos. (MACIEL et al., 2002).

Atualmente o uso dos fitoterápicos é realizado de diversas maneiras, por exemplo, como extratos, tinturas, pomadas e cápsulas, podendo ser derivados de uma variedade de espécies vegetais que podem ser utilizadas no tratamento de diversas doenças (ARAUJO et al., 2018).

A melancia (*Citrullus lanatus*) é uma planta da família Cucurbitacea de grande importância econômica e nutricional, sendo cultivada em todo o mundo (AGRIANUAL, 2008). Acredita-se que a planta seja originária do sul da África, pois ela é encontrada crescendo selvagem em toda a região, atingindo diversidades de formas. A espécie foi trazida para a América durante a colonização espanhola, ganhando espaço no paladar nativo e se transformando em uma cultura popular nos países latinos (ROBINSON; DECKER, 1997).

A melancia (*Citrullus lanatus*) é uma fruta com aproximadamente 93% de água, e possui muitas vitaminas, minerais, fibras, carboidratos e outros constituintes importantes para o corpo (COSTA; LEITE, 2006). A espécie vegetal apresenta-se como uma rica fonte de diversos bioativos como carotenóide licopeno, triterpenos, esteróides e alcaloides (YUAN et al., 2006; MANDEL et al., 2005), o aminoácido citrulina (WADA, 1930), cucurbitacinas amargas (SCHIPPERS, 2002);

Diversos estudos mostram muitas atividades farmacológicas desta fruta, tais como: Atividade antimicrobiana (LOIY et al., 2011), anti-inflamatório (MADHAVI et al., 2012), antioxidante (GILL et al., 2010), laxante (SWAPNIL et al., 2011), anti-ulcerogênica (ALOK et al., 2012) e entre outros (ERHIRHIE; EKENE, 2014). Sua composição nutritiva detém de várias substâncias importantes para o organismo, de acordo com a tabela 1.

Tabela 1. Composição nutritiva da melancia em 100 g de polpa.

Componentes	Composição nutritiva
Água	92,6%
Proteínas	0,5g
Cinzas	0,2g
Fibra	0,3g
Cálcio	7,0mg
Fósforo	10,0mg
Ferro	0,5mg
Sódio	1,0mg
Potássio	100,0mg
Vitamina A	590,0UI
Tiamina	0,03mg
Riboflavina	0,03mg
Niacina	0,2mg
Ácido Ascórbico	7,0mg
Valor energético	26,0cal

Fonte: COSTA; LEITE, 2006.

Com base nisso, o presente trabalho objetivou apresentar o potencial diurético da melancia (*Citrullus lanatus*) em camundongos comparando a quantidade de diurese com e sem a ingestão da melancia.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados camundongos swiss albinos (n=10) originários do biotério do Núcleo de Biologia Experimental (Nubex) da Universidade de Fortaleza, mantidos no Biotério da Faculdade Meta em gaiolas abastecidas com água e ração *ad libidum*, em ambiente de acordo com as normas e padrões exigidos para uso de animais em pesquisa.

Fatias de diversos frutos foram compradas no mercado local, a polpa destes foi macerada, filtrada e liofilizada em liofilizador da marca Liobras L101 no laboratório de Ciência, Inovação e Tecnologia da Universidade Federal do Acre (UFAC) formando um pool. O liofilizado foi mantido a -20 °C e dissolvido em água logo antes do uso, sendo fornecido para os animais a serem tratados.

Para avaliação da atividade diurética foi utilizada a metodologia proposta por KAU, et al. (1984) com modificação no tipo de animal, que foram utilizados os camundongos. Os camundongos foram divididos em dois grupos marcados como Controle e Teste. Foram realizados o total de 5 testes em diferentes dias, onde cada teste se utilizava um animal de cada grupo.

Um dia antes do experimento os animais eram confinados em gaiola metabólica adaptada (figura 1) durante 24 horas para adaptação.



Figura 1. Gaiola metabólica utilizada nos testes.

Nos dias dos experimentos os volumes de água e solução de melancia foram medidos antes e depois do intervalo de experimento, assim como o volume de urina e o peso dos animais.

O grupo controle recebeu água e o grupo teste a polpa da melancia diluída em água na concentração de 40 mg/ml, ambos os grupos receberam água e melancia, respectivamente, *ad libitum* durante 24 horas. O volume urinário foi coletado e medido dentro dos períodos (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 24 h).

Na análise estatística foram verificadas diferenças significativas do grupo controle e teste utilizando o Teste *t student*. Diferenças com valores de $P < 0,005$ foram considerados significativos estatisticamente, analisados no programa GraphPad Prism 6.1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A administração oral do extrato da melancia provocou aumento do fluxo urinário no grupo teste de forma aleatória, porém com volume final superior ao grupo controle ao longo do período do estudo com tratamento de 40 mg/ml de melancia (tabela 2).

Tabela 2. Volume urinário em ml dos camundongos no período de 24 horas

Horas	Volume urinário (ml) eliminado durante 24 horas									
	EXP1		EX2		EX3		EX4		EX5	
	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C
1°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2°	0,3	0	0	0	0,8	0	0,1	0,2	0,3	0
3°	0	0	0,2	0	0	0	0,1	0	0	0,1
4°	0	0,1	0,3	0	0	0,5	0	0	0	0
5°	0,2	0	0	0,0	0,3	0	0,3	0	0,5	0
6°	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0
7° a 24°	2,3	1,4	2	1,4	1,6	1,3	1,5	1,3	1,7	1,7
Total	2,8	1,6	2,5	1,5	2,8	1,8	2,1	1,5	2,5	1,8

C = grupo controle/ T= grupo Teste

Os dados mostram claramente o efeito diurético estatisticamente significativo de melancia que é confirmado pelo resultado desta investigação. (Figura 2).

As excreções urinárias acumuladas 24h após o tratamento foi uma média de $2,55 \pm 0,3$ ml. Esse valor foi significativamente mais elevado em relação ao grupo controle que teve uma média de $1,65 \pm 0,15$ ml.

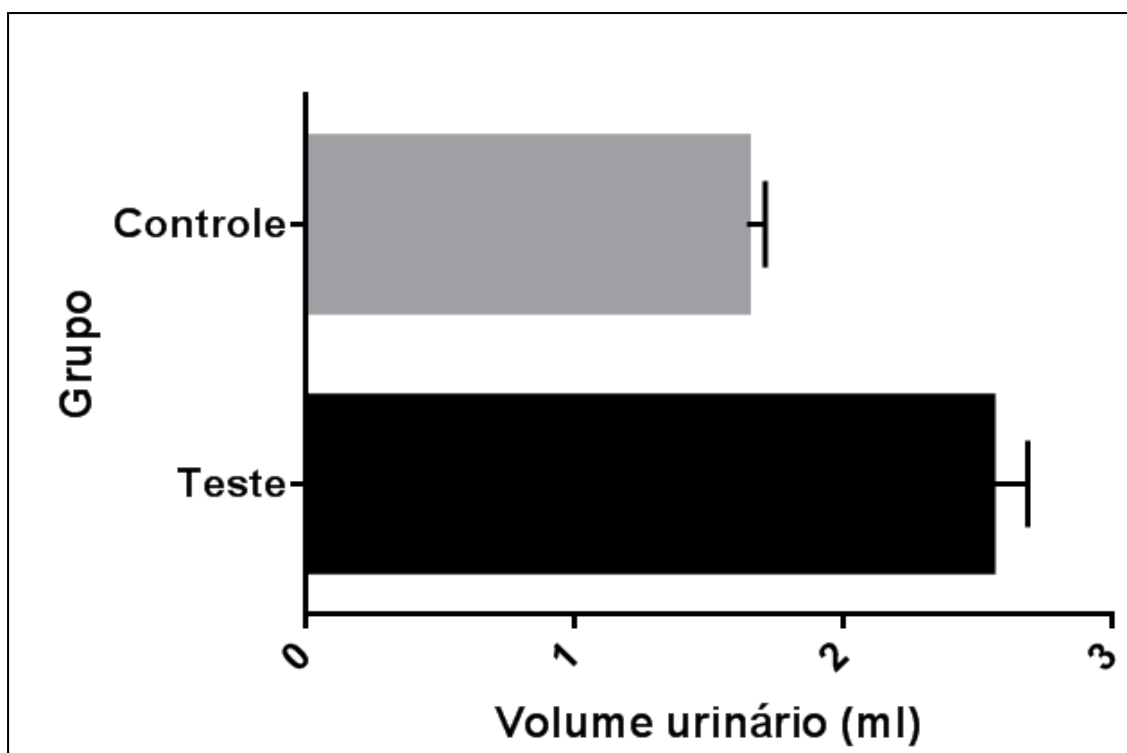


Figura 2. Volume urinário (ml) eliminado em 24 horas.

Este estudo demonstra que *Citrullus lanatus* pode funcionar como um agente potencialmente diurético, podendo tal efeito ser atribuído a diversos mecanismos de ação.

4. CONCLUSÃO

O extrato do fruto de melancia aumentou a diurese dos camundongos significativamente, tornando a melancia uma fruta com característica potencialmente diurética, sendo necessárias mais abordagens farmacológicas para elucidar possíveis mecanismos de ação envolvidos nos efeitos observados.

5. REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. **FNP Consultoria e comércio**. São Paulo, p. 400-4004, 2008.
- ALOK, B.R.K., VIVEK, D., NIYAZ, A. Evaluation of anti-ulcer activity of *Citrullus lanatus* seed extract in Wistar rats. **Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v.4, n.5, 2012.
- AMITA, T. First report on laxative activity of *Citrullus lanatus*. **Pharmacology online**, v. 2, p. 790-797, 2011.
- ARAÚJO, E.R.D.; Oliveira, D.C., da CUNHA, S.T., LANGASSNER, S.M.Z., TAVARES, J.C.M., CAVALCANTI, D. G. K. Avaliação do potencial antimicrobiano de extrato hidroalcoólico e aquoso da espécie *Anadenanthera colubrina* frente às bactérias gram negativa e gram positiva. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 3, p. 66-71, 2015.
- BETTEGA, P.V.C.; CZLUASNIAK, G. R.; PIVA, R.; NAMBA, E. L.; RIBAS, C. R.; GRÉGIO, A. M. T.; ROSA, E. A. R. Fitoterapia: dos canteiros ao balcão da farmácia. **Archives of Oral Research**, v. 7, n. 1, p. 89-97, 2011.
- CASTRO LS.; PERAZZO FF.; MAISTRO E. L. Genotoxicity testing of *Ambelania occidentalis* (Apocynaceae) leaf extract in vivo. **Genetics and Molecular Research**, v. 8, p. 440-447, 2009.
- COSTA, N. D.; LEITE, W. M. Potencial Agrícola do Solo para o Cultivo da Melancia. **Embrapa Semi-Árido**, 2006.
- DE SOUZA, C.D.; FELFILI, J.M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 135-142, 2016.
- DE SOUZA, E.S.; DA PAIXÃO, R.D., HEINECK, D. T., GOMES, R. M.. Impacto das estruturas urbanas em relação à biodiversidade Amazônica. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 3, n. 2, p. 145-155, 2015.
- ERHIRHIE, E. O.; EKENE, N. E. Medicinal values on *Citrullus lanatus* (Watermelon): Pharmacological review. **International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences**, v. 4, n. 4, p. 1305-1312, 2014.
- GILLI, N. S., BANSAL, R. K., GARG, M., SOOD, S., MUTHURAMAN, A., BALI, M. Evaluation of antioxidant, anti-inflammatory and analgesic potential of *Citrullus lanatus* seed extract in rodent model. **Internet Journal of Nutrition and Wellness**, v.9, n. 2, 2010.
- HASSAN, L. E. A., SIRAT, H. M., YAGI, S. M. A., KOKO, W. S., ABELWAHAB, S. I. In vitro Antimicrobial activities of chloroformic, hexane and ethanolic extracts of *Citrullus lanatus* var. *citroides* (Wild melon). **Journal of Medicinal Plants Research**, v.5, n.8, p.1338-1344, 2011.

KAU S.T; KEDDIE J.R, ANDREWS D. A method for screening diuretic agents in the rat. **Journal Pharmacologyc Meth**, v. 11, p.67–75, 1984.

MACIEL, M. A. M., PINTO, A. C., VEIGA, J. V., GRYNBERG, N. F., ECHEVARRIA, A. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química nova**, v. 25, n. 3, p.429-438, 2002.

MADHAVI, P., VAKATI, K., RAHMAN, H. Hepatoprotective activity of Citrullus lanatus seed oil on CCl4 induced liver damage in rats. **Scholars Academic Journal of Pharmacy**, v. 1, n. 1, p. 30-33, 2012.

MANDEL, H., LEVY, N., IZKOVITCH, S., KORMAN, S.H. Elevated plasma citrulline and arginine due to consumption of *Citrullus vulgaris* (watermelon). **Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft**, v. 28, n. 4, p. 467–472, 2005.

OLIVEIRA, N.T.; ALMEIDA, S.S.M.S. Análise fitoquímica, citotóxica e antimicrobiana do extrato bruto etanólico das folhas da espécie *Ambelania acida* Aublet (Apocynaceae). **Biota Amazônia (BioteAmazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 6, n. 1, p. 20-25, 2016.

RHODES, B., ZHANG, X.P. Hybrid seed production in watermelon. **Hybrid seed production in vegetables: rationale and methods in selected crops**, p. 69–88, 1999.

ROBINSON, R.W.; DECKER W..D.S. Cucurbits. **Cab International**, p. 226. Crop Production Science in, Horticulture nE.6, 1997.

SCHIPPERS, R.R. African indigenous vegetables, an overview of the cultivated species. **National Resources International Limited, Aylesford**, 2002.

SWAPNIL S., SARVESH, P. JAYA D., VIEGAS JR, C.; BOLZANI, V.S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química nova**, vol.29, n.2, pp.326-33, 2006.

WADA, M. Über Citrullin, eine neue Aminosäure im Presssaft der Wassermelone, *Citrullus vulgaris* Schrad. **Biochem. Zeit**, v.224, p.420, 1930.

YUAN, G; WAHLQVIST M.L; HE, G; YANG, M; Li, D. Natural products and anti-inflammatory activity. Gaofeng et al. Natural products and anti-inflammatory activity. **Asia Pacific journal of clinical nutrition**, v. 15, n. 2, p. 143, 2006.



EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS SOBRE OS BENEFÍCIOS DO CHÁ VERDE (*Camellia sinensis*) E SEUS COMPONENTES À SAÚDE DA MULHER

Yara de Moura Magalhães Lima¹, Thaisa Castello Branco Danzicourt², Fernanda Viana Diniz¹, Bárbara Teles Cameli³, Clarice Maia Carvalho¹, Suelen Maria Bezerra de Moura Rocha⁴

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Ciência Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Hospital Santa Juliana, Responsável Técnica em Nutrição, Rio Branco, Acre, Brasil;
3. Universidade Federal do Acre (UFAC), Responsável Técnica em Nutrição do Restaurante Universitário, Rio Branco, Acre, Brasil;
4. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Ciência Saúde e Desporto, Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

Conforme o último censo populacional realizado pelo IBGE, as mulheres são as que mais buscam atendimento pelo Sistema Único de Saúde. Estudos vêm observando que o consumo regular do chá verde traz benefícios funcionais, auxiliando na prevenção de doenças crônico-degenerativas. O objetivo desta revisão foi reunir evidências sobre os benefícios dos seus componentes à saúde da mulher. Trata-se de um estudo de revisão sistemática, dos anos de 2000-2018, publicados em periódicos indexados a Lilacs, Medline, Pubmed e Scielo, foram utilizados os descritores chá verde, *Camellia sinensis* e saúde da mulher. Como critério de exclusão revisões sistemáticas, artigos que não citavam os públicos supramencionados, ou que a amostra fosse composta por células ou animais. Foram selecionados 27 artigos, onde 37% relacionaram o consumo do chá verde com o câncer em mulheres, destes 70% apresentaram efeito antioxidante contra células cancerígenas e 30% não evidenciaram efeitos significativos do chá verde. Com relação a perda de peso, dos 26% analisados, 28,5% referiram redução das medidas corporais pelo uso do chá verde. Para doenças cardiovasculares, 22,23% foram analisados e todos apresentaram efeito significativo na redução da pressão arterial, concentração do LDL-colesterol e estresse oxidativo. Em relação a saúde óssea dos 15% analisados, 75% concluíram que o consumo regular do chá verde influenciou no aumento da densidade óssea, protegendo contra osteoporose. O chá verde possui compostos funcionais que podem auxiliar a saúde da mulher, principalmente para o câncer, doenças cardiovasculares e doenças ósseas.

Palavras-chave: Câncer, Perda de peso, Doença cardiovascular e Saúde óssea.

ABSTRACT

Studies have shown that regular consumption of green tea brings functional benefits, helping to prevent chronic-degenerative diseases. It is important to note that women are the ones who seek the most attention by the Brazilian Unified Health System. The purpose of this review was to gather evidence on the benefits of its components to women's health. The descriptors of green tea, *Camellia sinensis* and women's health were used in a systematic review study, from 2000-2018, published in periodicals indexed to Lilacs, Medline, Pubmed and Scielo. As a criterion of exclusion, systematic reviews, articles that did not mention the aforementioned publics, or that the sample consisted of cells or animals. Twenty-seven articles were selected, where 37% related the consumption of green tea to cancer in women. Of these, 70% had antioxidant effect against cancer cells and 30% did not show significant effects of green tea. Regarding weight loss, of the 26% analyzed, 28.5% reported reduction of body measurements for the use of green tea. For cardiovascular diseases, 22.23% were analyzed and all showed a significant effect on blood pressure reduction, LDL cholesterol concentration and oxidative stress. Regarding the bone health of the 15% analyzed, 75% concluded that regular consumption of green tea influenced the increase in bone density, protecting against osteoporosis. Green tea has functional compounds that can help a woman's health, especially cancer, cardiovascular disease and bone disease.

Keywords: Cancer, Weight loss, Cardiovascular disease and Bone health.

1. INTRODUÇÃO

Conforme o último censo populacional realizado pelo IBGE (2010), as mulheres representam 51,03 % da população brasileira e são as que mais buscam atendimento pelo Sistema Único de Saúde (SUS). De acordo com dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATA-SUS) – CID 10 entre os anos de 2010 a 2015 é possível observar que as principais causas de internação entre as mulheres adultas, são: doenças do aparelho circulatório (13,9%), seguido por neoplasias (10,6%), doenças endócrinas nutricionais e metabólicas (2,8%), bem como as doenças do sistema osteomuscular e tecido conjuntivo (2,4%).

As doenças cardiovasculares (DCV) são as principais causas de morte em mulheres e homens no Brasil, sendo responsáveis por cerca de 20% de todas as mortes em indivíduos acima de 30 anos (TAVARES et al., 2010). Em segundo lugar destacam-se as neoplasias, sendo as maiores frequências encontradas na mama (25,2%), intestino (9,2%), pulmão (8,7%), colo do útero (7,9%) e estômago (4,8%) (FERLAY et al., 2015). Para o Brasil, estimam-se 59.700 casos novos de câncer de mama, para cada ano do biênio 2018-2019, com um risco estimado de 56,33 casos a cada 100 mil mulheres (INCA, 2018). Além disso, o excesso de peso está diretamente relacionado as doenças cardiovasculares e

diversos tipos de câncer (NOGUEIRA et al., 2009), outra doença considerada um problema grave de saúde pública (KUSSUKI; JOAO; CUNHA, 2007).

Em relação as doenças ósseas, a osteoporose afeta boa parte da população, causando limitações para exercer normalmente atividades do cotidiano (DALLANEZZI et al., 2011). Em decorrência da diminuição do hormônio estrogênio, que acontece no período do climatério, o grupo feminino apresenta uma perda óssea mais acelerada que os homens de idade correspondente, ficando, portanto, mais propensas a riscos de fraturas ósseas, uma vez que o estrogênio auxilia na melhor absorção do cálcio (COSTA, 2017).

Tem se buscado substâncias bioativas capazes de auxiliar na prevenção de Doenças Crônicas Não-Transmissíveis (DCNT) (WANG et al., 2010). Estudos mostram que flavonoides, os quais representam o mais importante grupo de compostos fenólicos, apresentam diversos benefícios à saúde quando consumidos regularmente na dieta (MORAES, 2016). A concentração de polifenóis do chá verde varia de acordo com seu grau de fermentação, quanto mais fermentado maior o grau de cafeína e menor o de polifenóis. O chá verde, mais rico, possui em torno de 30-40% de polifenóis, enquanto o chá preto, o valor reduz para 3-10% do mesmo composto (SHI; OLIVEIRA; MAURO, 2018). Diante disto, estudos tem sugerido o chá verde como um alimento funcional (MORAES, 2016)

Essa bebida tem apresentado benefícios à saúde da mulher, com efeitos antioxidante (ISHI; OLIVEIRA; MAURO, 2018), antiaterogênico (CARVALHO, 2017), refletindo diretamente na prevenção e tratamento de várias doenças, principalmente as cardiovasculares (SENGER; SCHWANKE; GOTTLIEB, 2010). Os principais flavonoides presentes no chá verde são os monômeros de catequinas as quais compreendem 80-90% do total de flavonoides, como a epigallocatequina galato (EGCG), sendo a mais abundante (48-55%), seguida por outras catequinas: epigallocatequina (9-12%), epicatequina galato (9-12%) e epicatequina (5-7%) (BASU; LUCAS, 2009).

Alguns estudos mostram efeitos significativos do uso do chá verde resultando no menor risco de mortalidade por doença vascular aterosclerótica (IVEY et al., 2013). Além disso, o efeito antioxidante da bebida permite o combate de espécies reativas de oxigênio, diminuindo a quantidade de radicais livres (WESENAUER, 2006). Para o tratamento de neoplasias, considera-se que o chá verde possui ação em mecanismos de prevenção de dano do DNA, prevenindo assim o aparecimento do câncer (ISHI; OLIVEIRA; MAURO, 2018).

Com relação a perda de peso, tem sido evidenciado que o consumo do chá verde juntamente com a prática de exercícios físicos, pode resultar no aumento da oxidação das gorduras (GAHREMAN et al., 2015). Levando a diminuição especialmente do tecido adiposo, mas hábitos alimentares saudáveis devem ser implementados para obtenção de resultados satisfatórios (SANTANA, et al., 2015; FERNANDES et al., 2017). Os efeitos do chá para as doenças ósseas comprovam que a moderada ingestão de polifenóis pode reduzir a perda óssea, a deterioração microestrutural e a melhora da resistência óssea, sugerindo um potencial papel profilático dos polifenóis do chá verde para a saúde óssea humana (SHEN; CHYU; WANG, 2013).

Portanto, estudos vem observando que o consumo regular do chá verde traz benefícios na prevenção de DCNT (MORAES; SOUZA, 2016). Logo, por meio dessa revisão sistemática buscou-se reunir evidências sobre os benefícios dos seus componentes à saúde da mulher, avaliando assim seu potencial funcional na prevenção e tratamento de patologias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática sobre evidências científicas sobre os benefícios do chá verde e seus componentes à saúde da mulher a qual foi redigida com base nas diretrizes propostas no guia Preferred Reporting Intems for Systematic Reviews and MetaAnlyses (PRISMA) (MOHER et al., 2015; SHAMSEER et al., 2015).

A busca dos artigos foi realizada em quatro bases distintas: Lilacs, Medline, Pubmed e Scielo, sendo utilizado os descritores: chá verde, *Camellia sinensis* e saúde da mulher, ao quais foram consultados previamente nos Descritores em Ciências da Saúde – DeCS. Artigos publicados entre os anos de 2000-2018 nos idiomas inglês, português e espanhol foram incluídos nesta revisão.

Como critérios de inclusão foram considerados artigos de intervenção e observacionais, e como critério de exclusão revisões sistemáticas, artigos que não citavam os públicos supramencionados, ou que a amostra fosse composta por células ou animais. Os artigos foram sistematizados no programa Excel, para separar informações quanto ao tipo de estudo, número amostral, forma de uso, resultados e referência, a fim de se obter uma análise comparativa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 RESULTADOS

Após a busca dos artigos nas bases utilizando os descritores apresentados, foram obtidos um total de 7031 registros, aos quais foram divididos da seguinte forma: Lilacs 242, Medline 17, Pubmed 3707 e Scielo 3065. Entre os registros encontrados foi detectado duplicidade, excluindo-se 1241 registros. Após a leitura de títulos e resumos foram selecionados 162 artigos. Destes foram excluídos 124 artigos em que as amostras eram compostas por células e animais. Dos 38 artigos com humanos, foram retirados 11 artigos por não delimitar o público supramencionado. Assim, o estudo se ateve a 27 artigos com mulheres adultas (Figura 1).

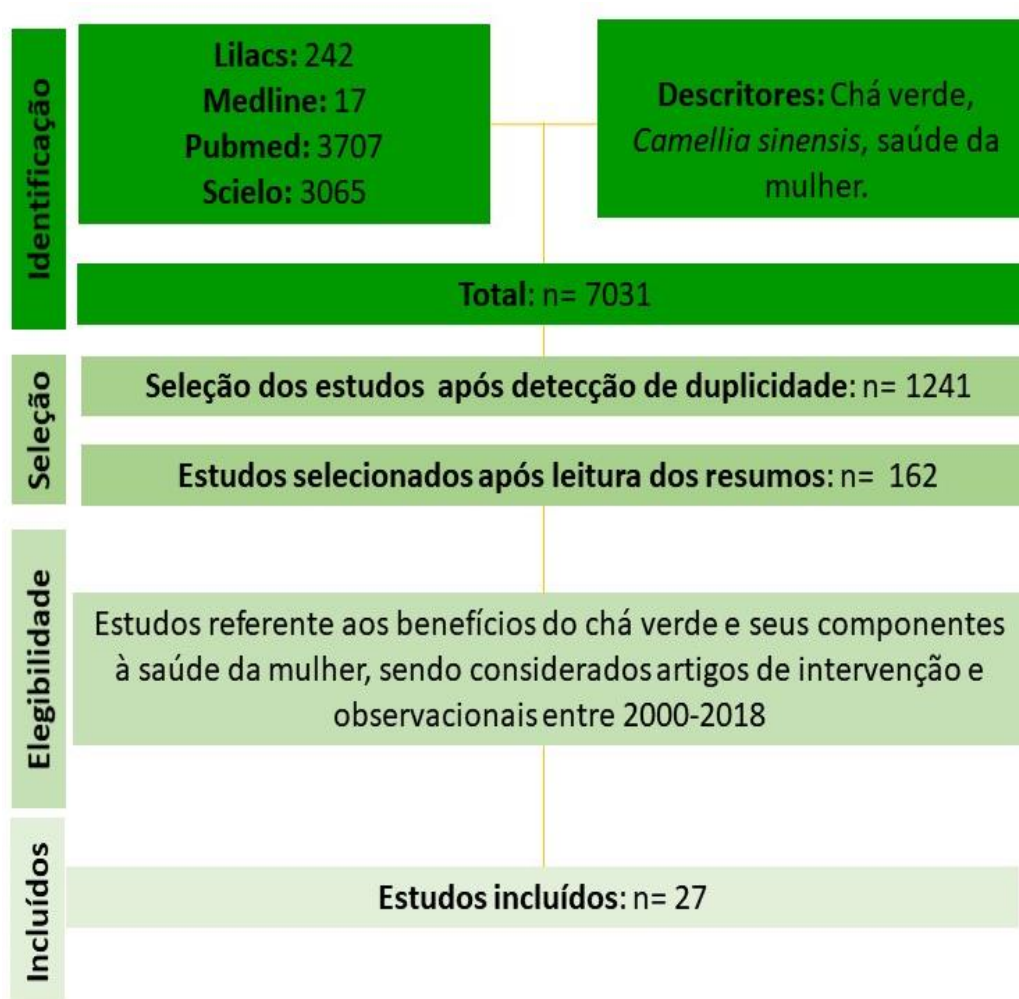


Figura 1. Fluxograma de seleção de artigos para revisão sistemática referente aos benefícios do chá verde para saúde da mulher.

Dos 27 artigos analisados, 10 (37%) artigos relacionavam o consumo do chá verde no câncer em mulheres, 7 (26%) artigos para perda de peso, 6 (26%) para doenças cardiovasculares e 4 estudos (15%) para doenças ósseas (Figura 2).

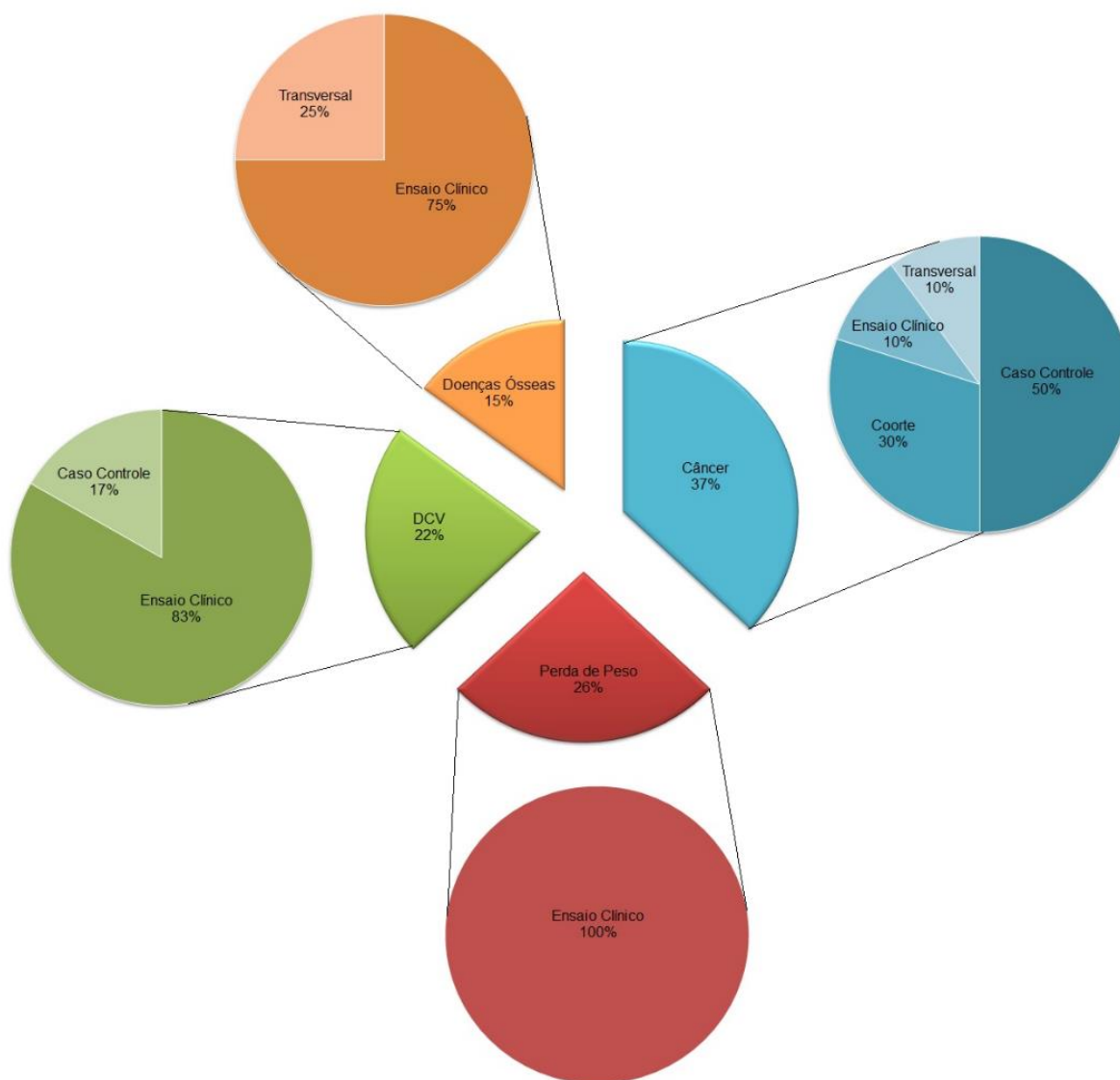


Figura 2. Frequência de estudos relacionados aos benefícios do chá verde para doenças cardiovasculares (DCV), câncer, perda de peso e doenças ósseas.

3.1 CHÁ VERDE E CÂNCER

10 artigos (37%) relacionaram o consumo do chá verde com o câncer em mulheres, sendo que 70% dos estudos com câncer apresentaram efeito antioxidante contra células

cancerígenas e somente 30% dos artigos não evidenciaram efeitos significativos do chá verde. Foram encontrados estudos com cinco tipos de cânceres: pulmão (30%), mama (30%), ovário (20%), colo retal (10%), oral (10%), a qual o chá verde demonstrou redução do risco de desenvolver a doença ou efeito antioxidante celular (Tabela 1).

Tabela 1. Estudos epidemiológicos avaliando o efeito do chá verde em diferentes tipos de câncer em mulheres.

Tipo de estudo	Nº Amostral	Forma de uso	Resultado	Referência
CC	1.324	Infusão	Prevenção contra o câncer de pulmão	ZHONG et al., 2001
CC	906	Infusão	Diminuição do tumor em ovário	ZHANG; BINNS; LEE, 2002
CC	86	Infusão	Efeito antioxidante contra o câncer de pulmão	BONNER et al., 2005
CC	29.671	Infusão	Não apresentou redução no risco de desenvolver câncer oral	IDE et al., 2007
C	69.710	Infusão	Reduziu o risco de câncer de colo retal	YANG et al., 2007
C	1042	Infusão	Proteção contra o câncer de mama	INOUE et al., 2008
C	21.851	Infusão	Não foi encontrada nenhuma associação com câncer de pulmão	LI et al., 2008
CC	2004	Infusão	Redução no risco de desenvolver câncer epitelial ovariano	SONG et al., 2008
T	3315	Infusão	Redução na densidade mamográfica	WU et al., 2009
EC	25	Catequinas	Redução na proliferação de células mamárias cancerígenas	SALEH et al., 2014

CC: Caso controle; C: Coorte; T: Transversal; EC: Ensaio clínico.

3.2 CHÁ VERDE E PERDA DE PESO

7 artigos (25,9%) relacionaram o consumo do chá verde à perda de peso sendo que 5 estudos (71,4%) mostraram que a bebida não possui efeito positivo na redução do Índice de Massa Corporal (IMC), relação cintura quadril, tecido adiposo, número de dobras e circunferência abdominal. Apenas 2 artigos (28,6%) referiram redução das medidas corporais pelo uso do chá verde (Tabela 2).

Tabela 2. Estudos epidemiológicos avaliando o efeito do consumo do chá verde na gordura corporal em mulheres.

Tipo de estudo	Nº amostral	Forma de uso	Resultado	Referência
EC	46	Catequinas	Não houve redução significativa sobre o IMC, relação cintura quadril e tecido adiposo	DIEPVENS et al., 2005
ECR	34	Catequinas	Não reduziu a gordura corporal em mulheres obesas com ovários policísticos	CHAN et al., 2006
EC	14	Extrato	Não teve mudanças significativas na perda de peso, percentual de gordura corporal total e dobras cutâneas	OLIVEIRA; SANTOS; NAVARRO, 2010
EC	6	Extrato	Houve redução do peso, circunferência abdominal e gordura corporal	LODI; NAVARRO, 2011
ECR	83	Catequinas	Não houve efeito sobre os biomarcadores de obesidade	MIELGO-AYUSO et al., 2014
EC	40	Infusão	Levou a perda de peso e diminuição da gordura corporal, sem que haja perda da massa muscular	CARDOSO et al., 2013
ECR	237	Extrato	Não teve alterações no, peso corporal, IMC ou circunferência da cintura	DOSTAL et al., 2015

EC: Ensaio Clínico; ECR: Ensaio Clínico Randomizado.

3.3 CHÁ VERDE E DOENÇAS CARDIOVASCULARES

Para doenças cardiovasculares 6 artigos (22,2%) foram analisados e todos apresentaram efeito significativo na redução da pressão arterial, concentração do LDL-colesterol e estresse oxidativo, diminuindo o risco de mortalidade pela doença (Tabela 3).

Tabela 3. Estudos epidemiológicos realizados com mulheres, avaliando o efeito do chá verde na função cardiovascular.

Tipo de estudo	Número amostral	Forma de uso	Resultado	Referência
EC	14	Catequinas	Redução significativa na concentração de LDL oxidado	TINAHONES et al., 2008
EC	72	Extrato	Diminuição da pressão sanguínea, LDL e estresse oxidativo	NANTZ et al., 2009
CC	437	Infusão	Redução no risco de infarto	KO et al., 2011
EC	218	Infusão	A ingestão do chá foi associado com redução da pressão arterial sistólica e diastólica	HODGSON et al., 2013
ECR	1063	Infusão	Diminuição no risco de mortalidade pela doença cardiovascular	IVEY et al., 2013
ECR	100	Extrato	Os triglicerídeos e LDL também diminuíram significativamente no grupo tratado com chá verde	TADAYON et al., 2018

EC: Ensaio Clínico; CC: Caso controle; ECR: Ensaio clínico randomizado.

3.4 CHÁ VERDE E DOENÇAS ÓSSEAS

Para a saúde óssea, dos 4 artigos analisados (14,8%), 3 estudos (75%) concluíram que o consumo regular do chá verde influencia no aumento da densidade óssea, protegendo contra osteoporose. Apenas 1 estudo (25%) não apresentou efeito sobre a saúde óssea (Tabela 4).

Tabela 4. Estudos epidemiológicos avaliando o efeito do chá verde na saúde óssea da mulher.

Tipo de estudo	Número amostral	Forma de uso	Resultado	Referência
T	1.256	Infusão	Aumento da densidade mineral óssea, prevenindo contra a osteoporose	HEGARTY; MAY; KHAW, 2000
EC	1500	Infusão	Preservação da estrutura do quadril em mulheres idosas	DEVINE et al., 2007
EC	171	Extrato	Não apresentou nenhum efeito sobre a saúde óssea	SHEN et al., 2010
ECR	171	Extrato	Eficácia na redução dos níveis de estresse oxidativo, no tratamento da osteoporose	QIAN et al., 2012
T	1.256	Infusão	Aumento da densidade mineral óssea, prevenindo contra a osteoporose	HEGARTY; MAY; KHAW, 2000

T: Transversal; EC: Ensaio Clínico; ECR: Ensaio clínico randomizado.

3.2 DISCUSSÃO

Camellia sinensis L. pertence à família Theaceae, nativa do Sul e Sudeste da Ásia (VENDITTI et al., 2010). Faz parte da produção do chá verde, chá oolong e chá preto, estando entre as bebidas mais consumidas mundialmente. A planta tem apresentado importantes compostos fenólicos e metilxantinas que proporcionam benefícios à saúde, por apresentar atividades antioxidantes e sequestradoras de radicais livres, relacionados diretamente à ação de flavonoides, incluindo catequinas e outros compostos presentes (BENZIE; WACHTEL-GALOR, 2011; FANG et al., 2017).

Assim, os efeitos benéficos do consumo do chá têm proporcionado melhoria na qualidade de vida principalmente de mulheres, por serem mais acometidas por doenças crônicas (DATA-SUS, 2015). Logo, a revisão sistemática permitiu expor as principais implicações que o chá verde tem proporcionado à saúde da mulher. O principal resultado encontrado foi a detecção de efeito antioxidante em células cancerígenas, onde 37% dos trabalhos mencionados relataram a redução do risco de desenvolver cânceres de pulmão, mama, ovário, colo retal e oral, pelo consumo do chá. Tal fato está diretamente relacionado com a presença de polifenóis, aos quais aperfeiçoam a eficácia da terapia de radiação e quimioterapia, onde promovem a apoptose das células cancerígenas, bem como proteção das células normais (YAMAMOTO et al., 2003). Além disso, as vias de transdução de sinais, pontos de verificação do ciclo celular, apoptose e atividades enzimáticas são modificadas, favorecendo o metabolismo de drogas na desintoxicação de carcinógenos (YANG et al., 2009).

Em relação à perda de peso 25,9% dos estudos relacionaram esse fato com o uso do chá verde. Todavia 71,4% dos estudos para perda de peso referiram pouca eficácia sobre a termogênese e/ou biomarcadores da obesidade, o qual refletiria na redução do percentual de gordura corporal (MIELGO-AYUSO et al., 2014; DOSTAL et al., 2015). Estudos *in vivo* demonstraram efeito apenas quando associado a uma alimentação adequada e a prática regular de exercícios físicos, não esclarecendo se os benefícios alcançados são devido ao consumo do chá ou aos hábitos alimentares e o estilo de vida (CARDOSO et al., 2013).

As catequinas e flavonoides presentes na *Camellia sinensis* são antioxidantes que podem auxiliar na inibição dos níveis de leptina no sangue, uma enzima que favorece a absorção de gordura (SCHMITZ, 2005). Além de substâncias como a cafeína e a EGCG que auxiliam na termogênese, oxidação de gordura corporal e melhora do perfil lipídico (RODRIGUES, 2018). Todavia o seu potencial só é evidenciado, quando em sinergia a

uma dieta equilibrada e práticas esportivas, uma vez que sozinho não demonstraram alterações metabólicas (AMORIM; FERREIRA; NAVARRO, 2007; WESTERTERP-PLANTENGA, 2010).

Para as doenças cardiovasculares, os 22,2% dos estudos analisados apresentaram efeito significativo na redução da pressão arterial, concentração do LDL-colesterol e estresse oxidativo, diminuindo o risco de mortalidade pela doença. Tal fato está relacionado com a ingestão regular do chá em longo prazo, favorecendo a regulação da pressão sanguínea (MIRANDA-NETO et al., 2017). Os efeitos protetores dos polifenóis da *Camellia sinensis* atenuam o desenvolvimento da hipertensão arterial. Tais efeitos se dão pela capacidade antioxidante e anti-inflamatória das catequinas (NANTZ et al., 2009).

A alta ingestão de flavonoides está associada com a diminuição de 20% no risco de doença coronariana fatal (HUXLEY; NEIL, 2003; ARAB; LIU; ELASHOFF, 2009; WANG et al., 2011). A sinergia dos metabolitos, principalmente as catequinas, diminuem a absorção dos níveis plasmáticos de colesterol (LÖEST; NOH; KOO, 2002; RAEDERSTORFF et al., 2003). A melhora no perfil lipídico só foi evidenciada quando associada a uma dieta balanceada, reafirmando a importância dos hábitos alimentares e estilo de vida para o avanço dos resultados (TEIXEIRA, ZANCANARO, SANTOS, 2012).

Para as doenças ósseas, 75% dos estudos demonstraram benefícios do chá verde para o aumento da densidade óssea, prevenindo a osteoporose. A moderada ingestão de polifenóis do chá verde pode reduzir a perda óssea, a deterioração microestrutural e a melhora da resistência óssea, sugerindo um potencial papel profilático dos polifenóis do chá verde para a saúde óssea humana (SHEN; CHYU; WANG, 2013).

Além disso, os resultados se relacionam com a atuação dos componentes bioativos do chá verde na apoptose de osteoclastos e suprimindo sua formação. Também beneficiam a osteoblastogênese, aumentando a sobrevivência dos osteoblastos, diferenciação e mineralização (HAFEEZ et al., 2006; DOSTAL et al., 2015). Esses efeitos beneficiam a saúde dos ossos, não só aumentando a osteoblastogênese, mas também suprimindo a osteoclastogênese, através da modulação de fatores do crescimento, citocinas e seus receptores (QIAN et al., 2012).

4. CONCLUSÃO

A evidências científicas demonstraram benefícios do chá verde para saúde da mulher, principalmente para o câncer, doenças cardiovasculares e doenças ósseas, apresentando pouca eficácia para perda de peso.

5. REFERÊNCIAS

AMORIM, C. A.; FERREIRA, M. A. P.; NAVARRO, F. Efeito da epigallocatequina galato do chá verde sobre a redução ponderal, a termogênese e a oxidação lipídica. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 1, n. 6, p. 32-39, 2007.

ARAB, L.; LIU, W.; ELASHOFF, D. Green and black tea consumption and risk of stroke: a meta-analysis. **Stroke**, v. 40, n. 5, p. 1786-1792, 2009.

BASU, A.; LUCAS, E. A. Mechanisms and effects of green tea on cardiovascular health. **Nutrition Reviews**, v. 65, n. 8, p. 361-375, 2007.

BENZIE, I.F.F.; WACHTEL-GALOR, S. **Herbal medicine: biomolecular and clinical aspects**. 2ª ed. CRC press, 2011.

BONNER, M. R.; ROTHMAN, N.; MUMFORD, J. L.; HE, X.; SHEN, M.; WELCH, R.; LAN, Q. Green tea consumption, genetic susceptibility, PAH-rich smoky coal, and the risk of lung cancer. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 582, n. 1, p. 53-60, 2005.

Brasil. Ministério da Saúde. **Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATA SUS)**. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>. Acesso 20/06/2018.

CARDOSO, G. A.; SALGADO, J. M.; CESAR, M. D. C.; DONADO-PESTANA, C. M. The effects of green tea consumption and resistance training on body composition and resting metabolic rate in overweight or obese women. **Journal of Medicinal Food**, v. 16, n. 2, p. 120-127, 2013.

CARVALHO, P. D. de. **O efeito do chá verde no controlo das dislipidémias**. (Dissertação) Mestrado Integrado em Ciência Farmacêuticas – Instituto Superior em Ciências da Saúde, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2017.

CHAN, C. C. W.; KOO, M. W. L.; NG, E. H. Y.; TANG, O. S.; YEUNG, W. S. B.; HO, P. C. Efeitos do chá chinês sobre o peso e perfis hormonais e bioquímicos em pacientes obesos com Ovário Policístico Syndrome - A placebo controlado randomizado. **Ciências Reprodutiva**, v.13, n. 63, p 35-41. 2006.

COSTA, D. S. **Associação dos níveis sanguíneos de vitamina D com parâmetros clínicos, antropométricos e bioquímicos em mulheres na pós-menopausa com baixa massa óssea residentes na cidade do Rio de Janeiro–RJ/Brasil**. (Dissertação) Mestrado em Biomedicina – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

DALLANEZI, G.; NAHAS, E. A. P.; FREIRE, B. F.; NAHAS-NETO, J.; CORRENTE, J. E.; MAZETO, G. M. F. D. S. Quality of life of women with low bone mass in post menopause. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 33, n. 3, p. 133-138, 2011.

DEVINE, A.; HODGSON, J. M.; DICK, I. M.; PRINCE, R. L. Tea drinking is associated with benefits on bone density in older women. **The American journal of clinical nutrition**, v. 86, n. 4, p. 1243-1247, 2007.

DIEPVEN, K.; KOVACS, E. M.; NIJS, I. M.; VOGELS, N.; WESTERTER-PLANTENGA, M. S. Effect of green tea on resting energy expenditure and substrate oxidation during weight loss in overweight females. **British Journal of Nutrition**, v. 94, n. 6, p. 1026-1034, 2005.

DOSTAL, A. M.; SAMAVAT, H.; ESPEJO, L.; ARIKAWA, A. Y.; STENDELL-HOLLIS, N. R.; KURZER, M. S. Green Tea Extract and Catechol-O-Methyl-transferase Genotype Modify Fasting Serum Insulin and Plasma Adiponectin Concentrations in a Randomized Controlled Trial of Overweight and Obese Postmenopausal Women. **The Journal of Nutrition**, v. 146, n. 1, p. 38-45, 2015.

FANG, R.; REDFERN, S. P.; KIRKUP, D.; PORTER, E. A.; KITE, G. C.; TERRY, L. A.; BERRY, M. J.; SIMONS, M. S. Variation of theanine, phenolic, and methylxanthine compounds in 21 cultivars of *Camellia sinensis* harvested in different seasons. **Food chemistry**, v. 220, p. 517-526, 2017.

FERLAY, J.; SOERJOMATARAM, I.; DIKSHIT, R.; ESER, E.; MATHERS, C.; REBELO, M.; PARKIN, D. M.; FORMAN, D.; BRAY, F. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. **International Journal of Cancer**, v. 136, n. 5, p. 359-386, 2015.

FERNANDES, D. Z. et al. Efeitos do chá verde e do exercício físico sobre a composição corporal de pessoas obesas. **Cinergis**, v. 18, n. 2, p. 156-159, 2017.

GAHREMAN, D. et al. Green tea, intermittent sprinting exercise, and fat oxidation. **Nutrients**, v. 7, n. 7, p. 5646-5663, 2015.

HAFEEZ, B. B.; AHMED, S.; WANG, N.; GUPTA, S.; ZHANG, A.; HAQQI, T. M. Green tea polyphenols-induced apoptosis in human osteosarcoma SAOS-2 cells involves a caspase-dependent mechanism with downregulation of nuclear factor- κ B. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 216, n. 1, p. 11-19, 2006.

HEGARTY, V. M.; MAY, H. M.; KHAW, K. T. Tea drinking and bone mineral density in older women. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, n. 4, p. 1003-1007, 2000.

HODGSON, J. M.; DEVINE, A.; PUDDEY, I. B.; CHAN, S. Y.; BEILIN, L. J.; PRINCE, R. L. Tea intake is inversely related to blood pressure in older women. **The Journal of Nutrition**, v. 133, n. 9, p. 2883-2886, 2003.

HUXLEY, R. R.; NEIL, H. A. W. The relation between dietary flavonol intake and coronary heart disease mortality: a meta-analysis of prospective cohort studies. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 57, n. 8, p. 904, 2003.

IDE, R.; FUJINO, Y.; HOSHIYAMA, Y.; MIZOUE, T.; KUBO, T.; PHAM, T. M.; YOSHIMURA, T. A prospective study of green tea consumption and oral cancer incidence in Japan. **Annals of Epidemiology**, v. 17, n. 10, p. 821-826, 2007.

INCA. **Estimativa 2018: incidência de câncer no Brasil**. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/estimativa/2018/estimativa-2018.pdf> Acesso em: 11/07/2019

INOUE, M.; ROBIEN, K.; WANG, R.; VAN DEN BERG, D. J.; KOH, W. P.; YU, M. C. Green tea intake, MTHFR/TYMS genotype and breast cancer risk: the Singapore Chinese Health Study. **Carcinogenesis**, v. 29, n. 10, p. 1967-1972, 2008.

ISHII, P. L.; OLIVEIRA, R. J.; MAURO, M. O. Atividades biológicas do Chá-Verde e suas implicações na prevenção do câncer. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 24, n. 47, p. 49-57, 2018.

IVEY, K. L.; LEWIS, J. R.; PRINCE, R. L.; HODGSON, J. M. Tea and non-tea flavonol intakes in relation to atherosclerotic vascular disease mortality in older women. **British Journal of Nutrition**, v. 110, n. 9, p. 1648-1655, 2013.

IVEY, K. L.; LEWIS, J. R.; PRINCE, R. L.; HODGSON, J. M. Tea and non-tea flavonol intakes in relation to atherosclerotic vascular disease mortality in older women. **British Journal of Nutrition**, v. 110, n. 9, p. 1648-1655, 2013.

KO, S. G.; GO, H.; SUN, S.; LEE, S.; PARK, W.; CHOI, Y.; PARK, J. Green tea consumption, abdominal obesity as related factors of lacunar infarction in Korean women. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, v. 15, n. 7, p. 542-550, 2011.

KUSSUKI, M. O. M.; JOAO, S. M. A.; CUNHA, A. C. P. Postural characterization of obese children spine between 7 and 10 years old. **Fisioterapia em Movimento**, v. 20, n. 1, p. 77-84, 2007.

LI, Q.; KAKIZAKI, M.; KURIYAMA, S.; SONE, T.; YAN, H.; NAKAYA, N.; TSUJI, I. Green tea consumption and lung cancer risk: the Ohsaki study. **British Journal of Cancer**, v. 99, n. 7, p. 1179, 2008.

LODI, V. M.; NAVARRO, F. O efeito do chá verde (*Camellia sinensis*) na redução da gordura corporal e circunferência abdominal de mulheres praticantes de Jump Fit de uma academia do município de São José-SC. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 5, n. 26, p. 4, 2011.

MIELGO-AYUSO, J.; BARRENECHEA, L.; ALCORTA, P.; LARRARTE, E.; MARGARETO, J.; LABAYEN, I. Effects of dietary supplementation with epigallocatechin-3-gallate on weight loss, energy homeostasis, cardio metabolic risk factors and liver function in obese women: randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. **British Journal of Nutrition**, v. 111, n. 7, p. 1263-1271, 2014.

MIELGO-AYUSO, J.; BARRENECHEA, L.; ALCORTA, P.; LARRARTE, E.; MARGARETO, J.; LABAYEN, I. Effects of dietary supplementation with epigallocatechin-3-gallate on weight loss, energy homeostasis, cardio metabolic risk factors and liver function in obese women: randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. **British Journal of Nutrition**, v. 111, n. 7, p. 1263-1271, 2014.

MIRANDA-NETO, M et al. Chá Verde Atenua a Hipotensão Induzida por Exercício: Um Estudo Randomizado, Placebo-Controlado. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 30, n. 4, p. 325-333, 2017.

MOHER, D.; SHAMSEER, L.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A.; PETTICREW, M.; SHEKELLE, P.; STEWART, L.A. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, v. 4, n. 1, p. 1, 2015.

MORAES, A. S. M.; SOUZA, V. R. S. Chá verde e suas propriedades funcionais nas doenças crônicas não transmissíveis. **REINPEC-Revista Interdisciplinar Pensamento Científico**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2016.

NANTZ, M. P.; ROWE, C. A.; BUKOWSKI, J. F.; PERCIVAL, S. S. Standardized capsule of *Camellia sinensis* lowers cardiovascular risk factors in a randomized, double-blind, placebo-controlled study. **Nutrition**, v. 25, n. 2, p. 147-154, 2009.

NOGUEIRA, D.; FAERSTEIN, E.; RUGANI, I.; CHOR, D.; LOPES, C. S.; WERNECK, G. L. Does leisure-time physical activity in early adulthood predict later physical activity? Pro-Saude Study. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 12, p. 3-9, 2009.

OLIVEIRA, D. B.; SANTOS, T. M. S.; NAVARRO, A. C. Efeito do consumo do extrato de chá verde no emagrecimento em praticantes de exercício resistido. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 4, n. 24, p. 454-462, 2010.

QIAN, G.; XUE, K.; TANG, L.; WANG, F.; SONG, X.; CHYU, M. C.; WANG, J. S. Mitigation of oxidative damage by green tea polyphenols and tai chi exercise in postmenopausal women with osteopenia. **PLoS One**, v. 7, n. 10, p. 1-9, 2012.

RAEDERSTORFF, D. G.; SCHLACHTER, M. F.; ELSTE, V.; WEBER, P. Effect of EGCG on lipid absorption and plasma lipid levels in rats. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 14, n. 6, p. 326-332, 2003.

RODRIGUES, F.P. Benefícios do chá verde associado ao emagrecimento. **Revista Científica UMC**, v. 3, n. 3, p. 1-3, 2018.

SALEH, F.; RAGHUPATHY, R.; ASFAR, S.; OTEIFA, M.; AL-SALEH, N. Analysis of the effect of the active compound of green tea (EGCG) on the proliferation of peripheral blood mononuclear cells. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 14, n. 1, p. 1-7, 2014.

SANTANA, L. S. et al. Efeitos da suplementação de chá verde sobre a perda de peso. **Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT**, v. 2, n. 3, p. 39-54, 2015.

SCHMITZ, W. et al. O chá verde e suas ações como quimioprotetor. **Semina: Ciências biológicas e da saúde**, v. 26, n. 2, p. 119-130, 2005.

SENGER, A. E. V.; SCHWANKE, C. H.; GOTTLIEB, M. G. V. Chá verde (*Camellia sinensis*) e suas propriedades funcionais nas doenças crônicas não transmissíveis. **Scientia Medica**, v. 20, n. 4, p. 292-300, 2010.

SHAMSEER, L.; MOHER, D.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A.; PETTICREW, M.; SHEKELLE, P.; STEWART, L.A. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. **British Medical Journal**, v. 349, n.1, p. 1-25, 2015.

SHEN, C. L.; CHYU, M. C.; PENCE, B. C.; YEH, J. K.; ZHANG, Y.; FELTON, C. K.; WANG, J. S. Green tea polyphenols supplementation and Tai Chi exercise for post-menopausal osteopenic women: safety and quality of life report. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 10, n. 1, p. 76, 2010.

SHEN, C. L.; CHYU, M. C.; WANG, J. S. Tea and bone health: steps forward in translational nutrition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 98, n. 6, p. 1694S-1699S, 2013.

SONG, Y. J.; KRISTAL, A. R.; WICKLUND, K. G.; CUSHING-HAUGEN, K. L.; ROSSING, M. A. Coffee, tea, colas, and risk of epithelial ovarian cancer. **Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers**, v. 17, n. 3, p. 712-716, 2008.

TADAYON, M.; MOVAHEDI, S.; ABEDI, P.; SYAHPOOSH, A. Impact of green tea extract on serum lipid of postmenopausal women: A randomized controlled trial. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, v. 8, n. 3, p. 391-395, 2018.

TAVARES, A. et al. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**. V. 95, n. 1, p. 1-51, 2010.

TEIXEIRA, S. S.; ZANCANARO, V.; SANTOS, P. Eficácia da utilização crônica de infusão de chá verde (*Camellia sinensis*) na redução do colesterol total, colesterol – ldl plasmático e índice de massa corporal em pacientes com hipercolesterolemia. **ÁGORA: Revista de Divulgação Científica**, v. 16, n. 2, p. 1-11. 2012.

TINAHONES, F. J.; RUBIO, M. A.; GARRIDO-SANCHEZ, L.; RUIZ, C.; GORDILLO, E.; CABRERIZO, L.; CARDONA, F. Green tea reduces LDL oxidability and improves vascular function. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 27, n. 2, p. 209-213, 2008.

VENDITTI, E.; BACCHETTI, T.; TIANO, L.; CARLONI, P.; GRECI, L.; DAMIANI, E. Hot vs. cold water steeping of different teas: do they affect antioxidant activity? **Food Chemistry**, v. 119, n. 4, p. 1597-1604, 2010.

WANG, Z. M.; ZHOU, B.; WANG, Y. S.; GONG, Q. Y.; WANG, Q. M.; YAN, J. J.; WANG, L. S. Black and green tea consumption and the risk of coronary artery disease: a meta-analysis. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 93, n. 3, p. 506-515, 2011.

WESENAUER, V. **Fitoterapia: Fitofármaco, farmacologia e aplicações químicas**. 1ª ed. Pharma books, 2006.

WESTERTERP-PLANTENGA, M. S. Green tea catechins, caffeine and body-weight regulation. **Physiology and Behavior**, v.100, n.1, p.42-46, 2010.

WU, A. H.; URSIN, G.; KOH, W. P. ; WANG, R. ; YUAN, J. M.; KHOO, K. S.; MIMI, C. Y. Green tea, soy, and mammographic density in Singapore Chinese women. **Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers**, v. 17, n. 12, p. 3358-3365, 2008.

YAMAMOTO, T.; HSU, S.; LEWIS, J.; WATAHA, J.; DICKINSON, D.; SINGH, B.; SCHUSTER, G. Green tea polyphenol causes differential oxidative environments in tumor versus normal epithelial cells. **Journal of Pharmacology and Experimental therapeutics**, v. 307, n. 1, p. 230-236, 2003.

YANG, C. S. et al. Cancer prevention by tea: animal studies, molecular mechanisms and human relevance. **Nature Reviews Cancer**, v. 9, n. 6, p. 429-439, 2009.

YANG, G.; SHU, X. O.; LI, H.; CHOW, W. H.; JI, B. T.; ZHANG, X.; ZHENG, W. Prospective cohort study of green tea consumption and colorectal cancer risk in women. **Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers**, v. 16, n. 6, p. 1219-1223, 2007.

ZHANG, M.; BINNS, C. W.; LEE, A. H. Tea consumption and ovarian cancer risk: a case-control study in China. **Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers**, v. 11, n. 8, p. 713-718, 2002.

ZHONG, L.; GOLDBERG, M. S.; GAO, Y. T.; HANLEY, J. A.; PARENT, M. É.; JIN, F. A population-based case-control study of lung cancer and green tea consumption among women living in Shanghai, China. **Epidemiology**, v. 12, n. 6, p. 695-700, 2001.



O ENSINO DE POLÍMEROS NO CONTEXTO DA HISTÓRIA DA BORRACHA NO ACRE

Elisângela Maria de Souza Anastácio¹, Anelise Maria Regiani²

1. Universidade Federal do Acre - Colégio de Aplicação/UFAC, Rio Branco, AC – Brasil;
2. Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Florianópolis, SC – Brasil.

RESUMO

A presente pesquisa aborda a valorização dos saberes tradicionais das sociedades acrianas sobre a extração e processamento do látex da seringueira de forma a construir uma prática pedagógica que fecunde o etnoconhecimento no ensino de Química, de modo a explicar os fenômenos químicos envolvendo o conteúdo de polímeros no dia a dia dessas comunidades. Foi desenvolvido e executado um plano de ensino utilizando uma metodologia investigativa do tipo pesquisa-ação com 28 discentes a turma de 3º ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da UFAC. Os resultados observados mostraram a transformação do saber tradicional em saber escolar, associando os saberes da história da borracha com o conteúdo de polímeros no fazer pedagógico diferenciado, obtendo-se êxito no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-Chave: Contextos Regionais, Ensino de Química e Estudo de Polímeros.

ABSTRACT

The present research approaches the valorization of the traditional knowledge of the Acrian societies about the latex extraction and processing of the rubber tree in order to construct a pedagogical practice that fecundates the ethno-knowledge in the teaching of Chemistry, in order to explain the chemical phenomena involving the polymers content. daily life of these communities. A teaching plan was developed and implemented using an action-research investigative methodology with 28 students from the 3rd year high school class of the UFAC College of Application. The observed results showed the transformation of traditional knowledge into school knowledge, associating the knowledge of the history of rubber with the content of polymers in the differentiated pedagogical practice, obtaining success in the teaching and learning process.

Keywords: Regional Contexts, Chemistry Teaching and Polymer Study.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, foi ampliada a discussão sobre as diferentes culturas e a necessidade de garantir as suas identidades e diversidades. Incluiu-se, assim, a importância desse tema na educação básica, de modo a envolver professores e estudantes

na valorização dos saberes tradicionais de forma a desenvolver metodologias de ensino que faça um diálogo entre o conhecimento científico e tradicional, de forma a desmitificar o etnocentrismo ocidental e fertilizar o conhecimento tradicional no ensino da química, de modo a explicar à química presente em ações simples das comunidades tradicionais.

O presente estudo teve por objetivo pesquisar de que forma é possível apropriar-se do conteúdo de Química sobre polímeros, utilizando os saberes tradicionais das sociedades acrianas sobre a extração e processamento do látex de seringueira, buscando responder como os saberes tradicionais do contexto da história da borracha poderão ser feitos saberes escolares. O conhecimento tradicional relacionado a esse contexto histórico se relaciona aos conhecimentos e às práticas econômicas e sociais produzidas pelos seringueiros, próprios de sua cultura e que reproduzem historicamente seus costumes e tradições, de modo a garantir a sua sobrevivência. Para tanto, recorre-se ao problema de transformar os saberes tradicionais da extração e do processamento do látex da seringueira (*Hevea brasiliensis*) em saberes escolares relacionados ao conteúdo de Química “polímeros”.

Assim sendo, pretende-se, por meio do fazer pedagógico inovador, trazer o cotidiano das populações tradicionais do Acre para a sala de aula, ao mesmo tempo em que se aproxima o conhecimento científico da realidade do aluno, para que eles tenham a oportunidade de recriar situações que estão acontecendo nas comunidades e sociedades, de modo a resgatar as suas origens e não deixar que esse patrimônio cultural se perca.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O propósito desta pesquisa foi desenvolver e executar um plano de ensino que relacionasse os conhecimentos tradicionais seringueiros da extração do látex e defumação da borracha com os conhecimentos científicos de Química sobre polímeros. A meta era tomar como eixo básico uma intervenção pedagógica do tipo pesquisa-ação (THIOLLENT, 2005) que foi desenvolvida com 28 discentes de uma turma do 3º ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Acre.

2.1 – INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS NA EXECUÇÃO DO PLANO DE AULA

Inicialmente, foram aplicadas seis questões discursivas com o objetivo de conhecer e analisar os conhecimentos prévios dos discentes sobre a temática - Saberes Tradicionais: A História da Borracha no Estudo de Polímeros.

Outro instrumento utilizado foi o Diário de Aula do Pesquisador, um instrumento de caráter formativo, no qual as atividades foram registradas, como também os acontecimentos no processo educativo e as posições sobre tais acontecimentos que favoreceram uma reflexão sobre variadas dinâmicas da sala de aula (ZABALZA, 2004).

As apresentações das impressões dos grupos nas visitas aos espaços não formais Parque Capitão Ciríaco e Fábrica de Preservativos Masculinos – NATEX foram filmadas para análise. A partir do que foi visto nas apresentações realizadas pelos alunos, pode-se observar de que forma a metodologia aplicada contribuiu para melhorar o processo de ensino e aprendizagem.

Ao finalizar a execução do plano de aulas, foi solicitado aos estudantes que discorressem sobre as suas impressões em participar do projeto, como meio de reconhecimento da própria cultura, bem como aprender sobre “polímeros”, conteúdo de Química, que podem ser estudados na valorização dos saberes tradicionais acrianos. Os discentes também responderam a um questionário final.

Assim, o Diário do Pesquisador, as apresentações e textos produzidos pelos estudantes do Ensino Médio e os questionários iniciais e finais foram objetos de estudo em uma abordagem qualitativa (LUDKE; ANDRÉ, 1986). Esses materiais foram analisados com base nos referenciais da análise textual discursiva (MORAIS; GALIAZZI, 2011).

3. RELATOS DE EXPERIÊNCIA

O plano de ensino desenvolvido buscou caminhos para alcançar qualidade e eficiência do fazer pedagógico com o propósito de dinamizar aulas, agilizar o tempo e alcançar resultados. No quadro da quadro 1, está especificada a operacionalidade dos trabalhos desenvolvidos durante os encontros – uma ação concreta que buscou efetivar o aprendizado do conteúdo de polímeros associados à materialização dos saberes tradicionais.

Esse plano foi executado durante cinco encontros, sendo que cada encontro era composto por quatro aulas de 50 minutos, totalizando 20 aulas de 50 minutos. Estas atividades ocorreram entre os meses de julho e setembro de 2014.

Quadro 1. Cronograma das Atividades

Aulas	Atividades Desenvolvidas
1^a	Análise dos conhecimentos prévios por meio de seis questões reflexivas; Vídeos de 22 minutos sobre os ciclos da borracha na Amazônia; Socialização das questões respondidas com novo conceito apreendido; Construção dos conceitos de monômero, de polímeros e a classificação destes em naturais e sintéticos; Construção da molécula do isopreno (borracha natural), com bolas de isopor e palitos.
2^a	Visita ao 1º espaço não formal - Parque Capitão Ciríaco.
3^a	Explorando os conhecimentos – Defumação da borracha, reações, adição e condensação, vulcanização, entrecruzamento de cadeias poliméricas, polímeros e o meio ambiente, entre outras; Atividade prática: Construindo uma Geleca.
4^o	Visita ao 2º Espaço não Formal - Fábrica de Camisinha Masculina Xapuri/ NATEX.
5^a	Apresentação na forma de seminário das impressões dos grupos nas visitas aos espaços não formais (Parque Capitão Ciríaco e Fábrica Natex). Texto dissertativo sobre as suas impressões em participar do projeto, como meio de reconhecimento da própria cultura, bem como aprender o conteúdo de Química “polímeros” que pode ser estudado na valorização dos saberes tradicionais acrianos.

3.1 – PRIMEIRA AULA: CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DO ESTADO DO ACRE

Num primeiro momento, a pesquisa foi apresentada e os objetivos explicados. Os estudantes foram convidados a participarem da pesquisa, e todos aceitaram. Em continuidade, foi realizada uma análise dos conhecimentos prévios dos alunos por meio de

questões discursivas. O objetivo deste instrumento foi identificar se os estudantes tinham conhecimentos de suas raízes culturais e se eles achavam importante conhecer a cultura de seu povo. O conhecimento prévio dos alunos foi considerado durante toda a execução do processo de ensino e aprendizagem, pois é necessário desafiar e buscar o que os estudantes sabem, para que eles possam perceber a diferença entre o conhecimento anterior e o conhecimento novo aprimorado.

Em seguida, os alunos foram orientados a formarem grupos, os quais desenvolveriam, juntos, as atividades propostas durante praticamente todo o projeto. De forma espontânea, os alunos formaram cinco grupos para responder as questões (análise dos conhecimentos prévios). Após 20 minutos, pediu-se que eles guardassem suas respostas para uma socialização final.

Com o propósito de uma abordagem antropológica que resgatasse as suas tradições culturais e interpretações da construção histórica do estado do Acre, foi apresentado um vídeo – Viagem pela Amazônia: Apogeu e Queda da Borracha na Amazônia (ASSAYAG, 2013). Esse vídeo aborda a formação do estado do Acre por meio da história da borracha – a seiva que revolucionou a Amazônia. O vídeo retoma a história do primeiro e segundo ciclo da borracha na Amazônia e a influência desse processo na constituição histórica do estado do Acre. Por fim, encerra mostrando o extrativismo da borracha nos dias atuais, o qual várias famílias vivem da renda da extração do látex nativo, por meio da produção de preservativos na Fábrica de Preservativos Masculinos – NATEX. O vídeo mostra os processos de produção da fábrica, enfatizando seu objetivo principal que é desenvolver a economia dos produtos da floresta e agregação de valor do látex dentro do estado, associado à política do Programa Nacional de Prevenção às Doenças Sexualmente Transmissíveis.

Após esse resgate histórico, cada integrante do grupo deveria compartilhar, no mesmo grupo formado para responder as questões iniciais, o que lhe chamou mais atenção dentre todas as informações apresentadas no vídeo. O grupo teria que discutir as impressões individuais e a relação entre elas e as questões respondidas inicialmente. Um dos membros do grupo teria que expor para o restante da turma as conclusões do grupo.

Ao avaliar as respostas, foi possível observar que estudantes apresentavam um conhecimento satisfatório sobre o ciclo da borracha na Amazônia, e souberam fazer associações coerentes com a Segunda Guerra Mundial.

Essas ideias são confirmadas por Ausubel, Novak, Hanesian (1978), quando dizem que a estrutura cognitiva é constituída pelas essências de ideias e na sua forma de

organização. Para Ausubel (1963), a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação recebida pelo aluno relaciona de maneira não arbitrária com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva, mas sim com os conhecimentos relevantes e substantivo de ideias, conceitos que já lhe são significativos para interagir com a nova informação. Surgindo então, o novo conhecimento, a nova ideia.

Em continuidade, houve uma aula dialogada com o recurso do *Datashow*, para a construção dos conceitos de monômero, de polímeros e a classificação destes em naturais e sintéticos. E por fim, os estudantes construía modelos tridimensionais da molécula de isopreno (2-metilbut-1,3-dieno) com bolas de isopor e palitos. Assim, puderam aprimorar os conhecimentos de geometria molecular e desenvolver habilidades manuais na construção do arranjo espacial molecular. Outra habilidade que pode ser desenvolvida é a da percepção tridimensional de objetos desenhados em duas dimensões. Os alunos se mantiveram bastante envolvidos nas atividades, despertando um aprendizado dinâmico e criativo.

Observou-se, no decorrer dessa primeira aula, que os estudantes tiveram a oportunidade de crescer em conhecimentos curriculares, pois há o aprimoramento e enriquecimento de seus conceitos, esse envolvimento com as suas origens, o torna um cidadão responsável e comprometido com as questões sociais, e na busca de um mundo melhor.

3.2 – SEGUNDA E QUARTA AULAS: VISITAS AOS ESPAÇOS NÃO FORMAIS – PARQUE CAPITÃO CIRÍACO E FÁBRICA DE CAMISINHA MASCULINA – NATEX

3.2.1 - Visita ao Parque Capitão Ciríaco

O Parque Capitão Ciríaco é um espaço de proteção ambiental e cultural com 4,6 hectares de área com aproximadamente 400 seringueiras. Um dos orientadores do parque era um seringueiro que extrai e defuma o látex para os visitantes. Nesta visita os estudantes tiveram uma experiência única em sangrar a seringueira, observar o látex escorrer pelos cortes diagonais feitos nas árvores e observar o processo de defumação feito pelo seringueiro, que relatou para os estudantes toda a sua experiência. Ações que não seria possível em sala de aula.

A visita aos espaços não formais foi vista como um instrumento de aprendizagem, e para valorizar os contextos regionais e os saberes tradicionais das sociedades acrianas por meio da história da borracha no estudo de polímeros, buscou realizar um planejamento observando o potencial do espaço e realizado conversas com o guia para acertar detalhes das atividades que seriam executadas, como também, ficou agendado o dia e a hora da visita. O transporte foi providenciado com antecedência. E foram repassados aos estudantes orientações com relação aos objetivos, as atitudes e roupas apropriadas para as visitas. Além disso, foram providenciadas as autorizações para os responsáveis assinarem.

No dia da visita, aguardou-se a chegada de todos os alunos e foi providenciado que assinassem a lista de presença. E enquanto aguardava o início da explanação do guia sobre a exposição histórica e cultural do surgimento da cidade de Rio Branco, os alunos foram deixados livres para explorar o espaço e registrar as suas observações. Em seguida, os alunos foram orientados para que participassem (ver, ouvir e perguntar) da explicação da sobre a exposição e a história pessoal do senhor Aldenor da Costa Souza, sobre a sua experiência como seringueiro e na sua demonstração de como sangrar a seringueira e defumar o látex.

3.2.2 - Experiência de um Seringueiro

Os estudantes tiveram a oportunidade de cortar seringa e observar o processo de defumação feito pelo seringueiro, que relatou para os estudantes toda a sua experiência. O extrativista do Parque Capitão Ciríaco exerce essa função há treze anos, onde demonstra suas habilidades de seringueiro e sua sabedoria nos conhecimentos tradicionais. Descreve que se sente respeitado e valorizado pelos visitantes do parque e pela população em geral. O seringueiro também descreveu para os estudantes o seu dia de trabalho no parque, disse que começa a cortar seringa às quatro horas da manhã e corta em média 120 seringueiras, às 9 horas começa a colheita do leite e aproximadamente às 10 horas começa o processo de defumação no próprio parque. Explicou também, que existe o tempo certo de extrair o leite das seringueiras, que vai de maio até janeiro, no inverno ele corta somente em alguns dias, porque a seringueira precisa de descanso. A borracha produzida no Parque Capitão Ciríaco abastece algumas instituições que trabalham com artesanatos. O seringueiro

encerra dizendo: *fui acostumado a trabalhar desde cedo e que em 70 anos de idade, eu e minha família tivemos a seringueira como o nosso “ganha pão”*.

3.2.3 - Visita à Fábrica de Preservativos Masculinos Xapuri – Preservativos- Natex

O outro espaço não formal explorado foi à fábrica de preservativos - Natex que visa valorizar a borracha natural produzida no estado do Acre, por meio da extração e o seu processamento industrial. As 700 famílias de seringueiros que moram meio a floresta tem como principal fonte de renda da extração do látex. A fábrica tem a capacidade de produção anual de 90 milhões de preservativos e consumo médio de látex de 500.000 litros, que viabiliza o desenvolvimento econômico do Município de Xapuri e do estado. Além de atuar nas ações do ministério da saúde na preservação doenças sexualmente transmissíveis – DST's, HIV/Aids e hepatites virais.

3.2.4. Relato da Visita

Na entrada da Fábrica, os estudantes foram recepcionados pelo guia responsável pela visita e encaminhados a uma sala de vídeo. Nesta sala, receberam-se os cumprimentos da diretora a Sra. Dirlei Bersch, que explicou as normas da fábrica para a visita. A turma foi dividida em dois grupos e cada grupo foi acompanhado por um guia e responsável de cada setor que explicava o processo. A fábrica é dividida por setores: o setor 1 é do látex *in natura* – foi explicado todo o processo de armazenamento e coleta do látex do produtor; o setor 2 é a lavagem de bombonas; setor 3: a centrifugação; setor 4: armazenamento de látex centrifugado; setor 5: mistura com agentes de vulcanização. Em seguida, passou-se para o processo intermediário, no qual é realizado o mergulho do molde da camisinha no látex vulcanizado seguido de secagem na estufa, esse processo é repetido por duas vezes. Explicaram que são realizados testes de amostras no laboratório, como meio de monitorar as etapas do processo produtivo. Os estudantes expressaram suas curiosidades por meio de perguntas. Na etapa de controle de qualidade, a qual o preservativo é fixado em um suporte metálico e em seguida aplica-se uma corrente elétrica que detecta os prováveis microfuros e o preservativo é automaticamente rejeitado. Na fase seguinte, os preservativos são lubrificados e embalados, e mais um teste de amostragem

é realizado no laboratório: o preservativo é colocado em um recipiente com água e aplica-se vácuo durante um minuto. Se houver bolhas, há vazamento na embalagem. Tudo isso com o propósito de garantir a qualidade do produto final. Enfim, os estudantes puderam presenciar todas as etapas de produção da fábrica de camisinha e observar quantos conhecimentos das mais diversas áreas são necessários para produzir um produto de qualidade.

Por meio desta visita, foi possível observar que os espaços não formais constituem-se em espaços privilegiados de conhecimentos onde é suscetível de ocorrer um envolvimento do aluno com o ambiente e a temática estudada. A visita-aula ocorreu de forma prazerosa e atrativa. Segundo Almeida e Terán (2011), a visita a esses espaços é uma estratégia para o processo de ensino e aprendizagem, pois corrobora com o conteúdo estudado em sala de aula. Além de envolver a integração das diferentes áreas do conhecimento (interdisciplinaridade) com a História, a Química, a Biologia, entre outras. Essa unificação, cooperação e troca de informação entre as disciplinas e os espaços não formais permitiram a efetivação e o êxito do processo de ensino e aprendizagem.

3.3 – TERCEIRA AULA: O ESTUDO DE POLIMEROS NA PERSPECTIVA DIALÓGICA E ATIVIDADE PRÁTICA – CONSTRUINDO UMA GELECA

Esta aula também foi ministrada com a estratégia de uma “aula expositiva dialogada”, à medida que os conteúdos eram abordados, os estudantes eram instigados à participação, havendo um envolvimento de forma efetiva. Assim, a mediação ocorreu de forma a surgir novas discussões, reflexões e questionamentos acerca do processo de defumação da borracha, assim como as equações que representam as reações de vulcanização para a transformação do látex em borracha, entrecruzamento das cadeias poliméricas, suas aplicações no cotidiano e os polímeros e o meio ambiente. Sempre levando em consideração os conhecimentos prévios.

A seguir serão relatados os contextos, conceitos e processos químicos considerados de maior relevância na abordagem sobre o assunto “polímeros”.

3.3.1. Processo da Defumação da Borracha

Para explicar o processo químico da defumação da borracha retomou-se de forma rápida o processo realizado pelo seringueiro do parque Capitão Ciríaco. Explicou-se que sendo a borracha natural um produto do processo de coagulação do látex (líquido branco

com 35% de material elástico) extraído da seringueira – *Hevea brasiliensis*. Sua extração se fez mediante incisão no tronco da árvore, com uma faca de lâmina afiada e acabada em ganchos, denominada cabrita ou faca Malásia. O corte é diagonal, para facilitar o escoamento do látex, e a espessura desse corte é de aproximadamente 6 milímetros. A altura específica para o corte varia de 1 a 1,5 metros do solo. Após o corte, são fixadas pequenas canecas na extremidade inferior do corte, e após algum tempo, o látex é recolhido e levado para ser defumado.

Para realizar a defumação, o extrativista utilizou uma casa de palha chamada de *tapiri*, que continha um defumador, cujo elemento essencial utilizado era um pau roliço que media aproximadamente 2 metros, e fixado em seu meio uma porção do látex coagulado. Em um buraco no chão foi colocado fogo, alimentado com madeira na forma de gravetos e coquinho ouricuri, com intuito de produzir uma espessa fumaça proveniente da queima da madeira que contém o ácido pirolenhoso (figura 1). Desse modo, seringueiro foi girando esse pau sobre a fumaça produzida e gradativamente ia banhando a porção inicial do látex, até que o látex em contato com a fumaça (dispersão coloidal composta de resíduos do ácido pirolenhoso que flutua devido o ar quente) se transforma em borracha. Portanto, a polimerização do látex, conhecida popularmente como coagulação, ocorre devido ação do ácido pirolenhoso contido na fumaça.



Figura 1. Fotos do processo de defumação

Também foi explicado para os estudantes outro processamento da borracha: a coagulação química usando ácido acético. Desta forma, a borracha se separa do líquido na

forma de uma massa pastosa, em seguida essa massa é moída, fundida/amolecida e homogeneizada, para assim remover contaminantes e secar.

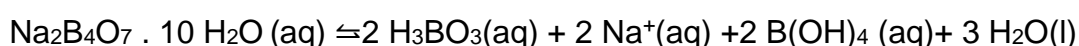
3.3.2 - Atividade Prática – Construindo uma Geleca

Formaram-se os mesmos grupos da atividade anterior, com o intuito de promover a interação entre eles. Foi entregue um roteiro “Fazendo uma Geleca – Bórax”, e com uma metodologia mais diretiva, no qual os estudantes realizaram os procedimentos em grupos, e em conjunto as análises dos resultados, para que todos pudessem chegar às conclusões experimentais pertinentes.

Nesta atividade, objetivava-se demonstrar a modificação da estrutura de um polímero (poliacetato de vinila – PVA) adicionando um ligante para promover o entrecruzamento (bórax), a fim de associar aos conteúdos trabalhados, especificamente a vulcanização da borracha.

Mas, o que seria uma geleca? Segundo Peruzzo e Canto (2010), consiste em uma massa colorida com desempenho de fluido cuja viscosidade é inconsistente, muito utilizado pelas crianças como brinquedos.

No desenvolvimento da prática, aproximadamente 5g de bórax foram dissolvidos em 50 mL de água filtrada para formar uma solução. O bórax (tetraborato de sódio deca hidratado - $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) é dissociado em água com formação do ânion borato $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ conforme o equilíbrio químico abaixo:



Deste modo, quando o borato $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ é adicionado à cola branca (polímero), ele estabelece ligações com a cadeia do poliacetato de vinila de modo a deixar o polímero mais enrijecido, e as moléculas do borato atuam como ligantes cruzados entre as cadeias do polímero (figura 2).

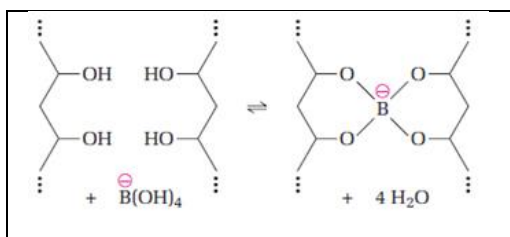


Figura 2. Ligações cruzadas do $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ com as cadeias do polímeros. Fonte: Imagem: (PERUZZO; CANTO, 2010)

Conforme Peruzzo e Canto (2010), essas ligações cruzadas ficam constantemente se rompendo e se formando, dando a característica ameboide da geleca, ou seja, o comportamento elástico da geleca deve-se à união entre as cadeias, e seu consequente rompimento das ligações cruzadas e o seu restabelecimento novamente.

Nessa atividade os estudantes se mantiveram ativos, possibilitando uma aproximação do saber científico com os fenômenos de nosso cotidiano como a vulcanização do látex. A experimentação associada à aula teórica é essencial para um bom ensino de Química, pois permite a interação entre o professor, estudante e o conteúdo abordado.

E por fim, foi distribuída a unidade 27 do material didático (USBERCO E SALVADOR, 2006 p. 620 a 630), e solicitou-se que os estudantes resolvessem em casa os exercícios propostos no referido material. O livro didático é um instrumento de comunicação pedagógica essencial ao aprendizado.

3.4 – QUINTA AULA: APRESENTAÇÃO DAS IMPRESSÕES DOS GRUPOS NAS VISITAS AOS ESPAÇOS NÃO FORMAIS

Neste encontro, os alunos expuseram suas impressões na forma de seminário sobre as visitas aos espaços não formais: Parque Capitão Ciríaco e Fábrica de Camisinha Masculina Natex. Organizaram-se em seus respectivos grupos e compartilharam o que consideraram de mais importante e significativo para o grupo durante as visitas a estes espaços, buscando associar com os conhecimentos curriculares. Na dinâmica da apresentação para os colegas, os grupos se organizaram de forma que cada integrante pudesse expor suas ideias e relatar suas impressões.

Num segundo momento, os estudantes construíram um texto dissertativo sobre as suas impressões particulares do projeto, como meio de reconhecimento da própria cultura, bem como aprenderam o conteúdo de Química “polímeros” que pode ser estudado na valorização dos saberes tradicionais Acrianos.

3.5 ANÁLISES E DISCUSSÕES

3.5.1 Análise e discussão do questionário inicial

Utilizou-se um questionário inicial com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios sobre os saberes tradicionais acrianos e se os estudantes se sentiam parte dessa construção histórica.

Ao analisar as respostas, observou-se que a maioria dos estudantes conhecia parcialmente a história dos ciclos da borracha na Amazônia, mas ao ponto de relataram fatos da história acriana com bastantes detalhes.

Também se constatou que os estudantes, em sua maioria, sabiam descrever parcialmente o processo de extração da borracha pelos seringueiros. Conforme comprova a resposta abaixo:

O seringueiro faz o uso de um instrumento denominado machadinha e com esta desfere golpe em uma seringueira (árvore) e com um vasilhame recolhe o látex. Posteriormente o látex vai para a casa de defumação e neste processo produz-se pelota de borracha. (Estudante do Ensino Médio B)

Porém, quando perguntado “Qual a relação entre o Acre e a Segunda Guerra Mundial?” poucos estudantes conseguiram explicar que o Japão controlava grande parte da produção de borracha asiática e que deixou de fornecer borracha para os Estados Unidos. Fazendo surgir então, o acordo entre o Brasil e o EUA para produção da borracha na Amazônica. Surgindo assim, a saga dos Arigós – os soldados da borracha.

A figura 3 apresenta os resultados decorrentes da questão 4: “Em sua família, há seringueiros?” os quais ficaram distribuídos da seguinte forma:

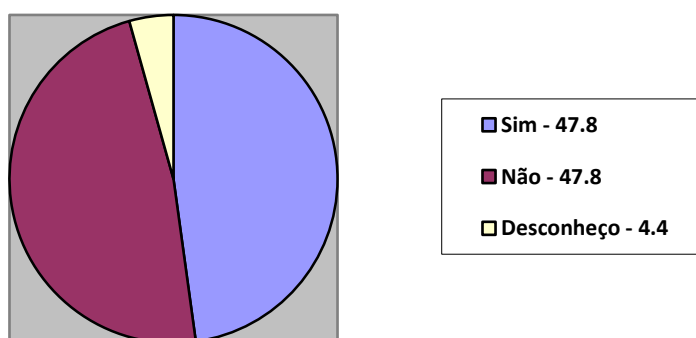


Figura 3. Seringueiros na família dos estudantes participantes da pesquisa

Com o intuito de comprovar se os estudantes tinham algum conhecimento sobre o conteúdo curricular alvo desse projeto, foi perguntado: qual a opinião sobre polímeros, qual a sua utilidade e onde estão presentes no cotidiano? Como era de se esperar, nenhum estudante conseguiu conceituar polímeros, pois ainda não tinham estudado o referido conteúdo. No entanto, alguns associaram a borracha, acredita-se que foi por dedução.

Por fim, foi perguntado se eles achavam importante conhecer a cultura da sua região. Os resultados são apresentados na figura 4:

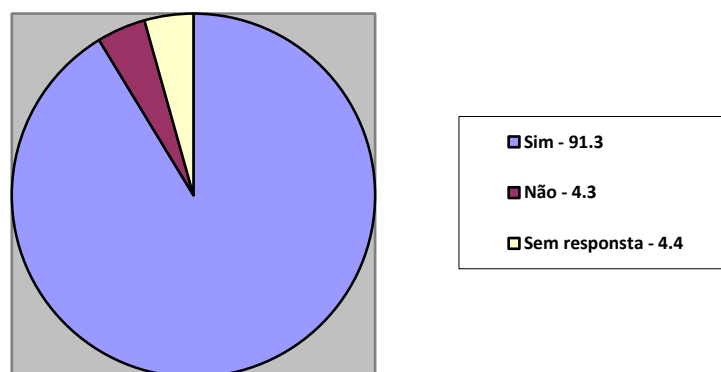


Figura 4. Opinião dos estudantes sobre a importância de conhecer a cultura de sua região

Percebeu-se que a temática escolhida fazia parte das origens dos estudantes, por isso, houve uma maior facilidade em responder algumas questões. Observou-se também, a necessidade de aprofundamento em alguns assuntos relacionados à história da borracha no Acre, e o aprendizado do conteúdo curricular de polímeros.

3.5.2 Análises e discussão dos textos dissertativos

Este texto é fase da análise textual discursiva das informações contidas nas redações construídas pelos discentes sobre as suas impressões particulares do projeto: “Saberes Tradicionais: A História da Borracha no Estudo de Polímeros”. Como meio de reconhecimento da própria cultura, bem como aprender o conteúdo de Química “polímeros” que pode ser estudado na valorização dos saberes tradicionais Acrianos.

Foram examinados 28 textos dissertativos e em alguns desses textos apresentaram um título um tanto singular como: *A Química por detrás da faca de corte*; *A Árvore da Ordenha*; *Dos livros para o cotidiano*; *O polímero do Acre*; *Cultura e Polímeros*; *Cultura e Aprendizado*. Percebe-se que os estudantes apresentaram criatividade, sendo capazes de fazer associações do cotidiano com a temática trabalhada.

Os estudantes relataram que durante as últimas cinco aulas foi possível conhecer a história acriana com base no assunto de polímeros, pois puderam rever a história dos ciclos da borracha, por meio do movimento migratório dos nordestinos para o Acre, e como essa borracha sustentou a economia brasileira no período da Segunda Guerra Mundial; e também que a borracha se configurou como a válvula propulsora para que o Estado do Acre se tornasse brasileiro.

Dentre todas essas atividades desenvolvidas no projeto as que mais se destacaram nos textos produzidos pelos discentes foram as visitas aos espaços não formais e as atividades práticas.

As atividades práticas: fazendo uma “geleca” com bórax e a construção da molécula de isopreno com bolas de isopor e palitos, caracterizou-se para os estudantes como um momento de entretenimento, no qual puderam aplicar seus conhecimentos teóricos aliados à curiosidade e ao envolvimento de obter um resultado desejável.

Os estudantes enfatizaram com bastante entusiasmo que durante a visita ao Parque Capitão Ciríaco puderam associar a teoria trabalhada em sala de aula com a prática, como foi o caso de ver a extração do látex, a coleta e o processo de defumação feito pelo seringueiro.

Já em relação à visita a Fábrica de Preservativos Masculinos - NATEX, os estudantes relataram a palestra inicial explicando a forma de extrativismo ali realizada. Os estudantes concluíram que a NATEX é bem mais do que uma indústria sem fins lucrativos, representa uma valorização da cultura dos seringueiros, e ainda atua na prevenção das DST's e controle de natalidade.

Crê-se que os espaços não formais estimularam o aprendizado dos estudantes, pois, propiciaram o resgate dos saberes tradicionais dos seringueiros e proporcionaram uma aproximação dos conhecimentos químicos presentes nas ações do cotidiano desses espaços não formais.

3.5.3 Análises e discussão das respostas do questionário final

Com a finalidade de averiguar a eficiência da metodologia aplicada na turma de 3ª ano do Colégio de Aplicação, após 20 aulas, aplicou-se um questionário constituído das duas últimas questões do questionário inicial.

Para confirmar e/ou ressaltar a mudança das respostas dos estudantes, que no questionário inicial não conseguiram conceituar polímeros e explicar sua utilidade no cotidiano. No questionário final obteve-se 100% de respostas corretas e em sua maioria bem detalhadas, como se pode observar nas seguintes respostas.

Polímero é o conjunto de monômeros que são pequenas moléculas. Os polímeros desempenham um fundamental papel nos dias atuais, como no seu uso para embalagens, como materiais para os diversos tipos de construção e até mesmo para roupas e objetos em geral. Os polímeros podem ser encontrados na natureza, ou podem ser fabricados em laboratórios. O primeiro sendo chamado de polímero natural (látex da seringueira) e segundo polímeros sintéticos. (Estudante E. M. B)

Trata-se de macromoléculas formadas a partir de unidades estruturais menores (monômeros), presentes na natureza como o látex, muito comum no Acre na Amazônia Ocidental. (Estudante E. M. C)

Quando perguntado “Você acha importante conhecer a cultura de sua região”, os estudantes foram unânimes no “sim”, que pode ser constatado nas seguintes descrições:

Claro, essa pesquisa me fez ter outro conceito do Acre, me fez entender como a nossa riqueza é muito mais valiosa do que eu pensava, com a produção de camisinha. Nossas seringueiras, como o mundo ainda precisam delas. (Estudante E. M. E)

As análises das duas questões concebem diretamente ao processo de valorização e reconhecimento dos saberes tradicionais da região acriana, que construiu uma interculturalidade, oportunizando aos estudantes conhecer a sua história, ao mesmo tempo em que houve o produto do processo de ensino e aprendizagem. Enfim, diferentes tipos de conhecimento foram apreendidos. Essa interação entre o conhecimento tradicional e o conhecimento científico permitiu a formação de valores que tornam o estudante um ser social, capaz de desenvolver opiniões próprias e criticidade.

Desta forma, a eficácia do processo de ensino aprendizagem se dá em situações que o estudante seja capaz de enfrentar e resolver problemas de interesse pessoal ou social, e que considere com seriedade as relações étnico-raciais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo pesquisar de que forma é possível apropriar-se do conteúdo de Química sobre polímeros utilizando os saberes tradicionais relacionados à extração e processamento do látex de seringueira das sociedades acrianas. Nesse sentido, pode-se concluir que os resultados das ações desenvolvidas responderam ao problema de pesquisa proposto: *como os saberes tradicionais no contexto da história da borracha podem ser feitos saberes escolares?* Assim, a aplicabilidade das metodologias de ensino comprovou a valorização dos saberes tradicionais da região acriana e a visualização dos fenômenos químicos presentes nas ações simples do cotidiano das populações tradicionais também se evidenciaram. Os estudantes do Ensino Médio puderam construir relações e significados mais complexos acerca dos conhecimentos químicos, ao mesmo tempo em que compreenderam a cultura local. Como pode-se confirma nos depoimentos do estudantes:

(...) O projeto foi importante no entendimento de nossas origens e identificação cultural do nosso estado, e para entender a economia local, pois a fábrica de camisinha – NATEX serve de renda para várias famílias em Xapuri (...)(Estudante E. M. C)

(...) a importância do projeto na obtenção de conhecimento da História do estado o Acre, como também o conhecimento químico, no estudo da borracha por meio dos polímeros (...)(Estudante E. M. E)

5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. P.; TERÁN, A. F. **Aprendizagem Significativa e Seuand Stratton**, 2011.
- ANDRÉ. M. E. A.; LÜDKE, M. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Ed. EPU, 1986.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2 ed. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1978. 733 p.
- AUSUBEL, D. P. (1963). **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. New York: Grune and Stratton.
- LÜDKE, Menga e ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MORAIS, R. ; GALIAZZI, M. D do. **Análise Textual discursiva**. 2ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011. -224p. – (Coleção educação em ciências).

PERUZZO, T.; CANTO, E. **De que é feita a geleca? Ed. para professores**. São Paulo: Moderna, 2010. Disponível em: <<http://www.moderna.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A7A83CB30D6852A0130DC834734716F>>. Acesso em: 20 junho 2014.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 14ª edição. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard: **Química: volume único**. 7ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

Uso em Espaços Não-Formais. **Simpósio em Educação em Ciências**, 2011. Disponível em:<<http://secam-uea.webnode.com>>. Acesso em 19 agos. 2014.

VIAGEM pela Amazônia: apogeu e queda da borracha na Amazônia (parte 1 e 2). Set/2013. Direção: Daniela Assayag. Produção de Marcelo Winter, Rayssa Almeida e Sâmia Roberta. Rio Branco: TV Acre, 2013, (21 min). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=EVadXjsWU8E>> e <<https://www.youtube.com/watch?v=1txwh-CHU18>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

ZABALZA, M. A. *Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional*. Porto Alegre: Artmed, 2004.



DIVERSIDADE DE AGARICALES (AGARICOMYCETES) NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Yara de Moura Magalhães Lima¹, Laura Nadyne da Silva Silvestre¹,
Geyse Souza Santos², Clarice Maia Carvalho¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Ciência Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte, Rio Branco, Acre, Brasil;

RESUMO

Os fungos comumente conhecidos como cogumelos, estão inclusos na ordem Agaricales e pertencem à classe Agaricomycetes, com grande valor ecológico e econômico para o planeta, visto que possuem representantes comestíveis, medicinais, alucinógenos, micorrízicos, saprófitas, parasitas, entre outros. No Brasil, país composto por vários biomas, os dados taxonômicos descritos de Agaricales ainda são escassos. Assim, o objetivo desta revisão sistemática foi analisar a diversidade e distribuição de fungos Agaricales no Brasil. Foram utilizadas as bases de dados Scientific Electronic Library Online (SCIELO), National Institute of Health (PUBMED), Science Direct e Google Acadêmico, utilizando os descritores: Agaricales Brazil, Agaricales; Brazil e Agaricales in Brazilian biomes. Os critérios para exclusão foram artigos duplicados, fora do objetivo da pesquisa e estudos realizados fora do Brasil. Foram selecionados 45 trabalhos, sendo descritos 284 fungos pertencentes à ordem Agaricales, distribuídos em 84 gêneros e 26 famílias. Destes, 46,6% são referentes ao bioma Mata Atlântica, 22,2% Caatinga, 13,3% Amazônia, 13,3% Pampa, 4,5% Cerrado e nenhum encontrado para Pantanal. Dentre os gêneros relatados nos biomas brasileiros, foi observado uma maior frequência dos gêneros *Agaricus*, *Stropharia*, *Amanita*, *Entoloma*, *Hypholoma*, *Psilocybe*, *Crinipellis*, *Deconica*, *Pholiota*, *Leratiomyces*, sendo estes relatados pelo menos em dois biomas distintos. O bioma Mata Atlântica apresentou maior diversidade de fungos Agaricales, sendo gênero mais descrito *Agaricus*.
Palavras-chave: cogumelos, Mata Atlântica e *Agaricus*.

ABSTRACT

The fungi commonly known as mushrooms, are included in the order Agaricales and belong to the class Agaricomycetes, with great ecological and economic value for the planet, since they have edible, medicinal, hallucinogenic, mycorrhizal, saprophytic and parasitic representatives, among others. In Brazil, a country composed of several biomes, the taxonomic data described by Agaricales are still scarce. Thus, the objective of this systematic review was to analyze the diversity and distribution of Agaricales fungi in Brazil. We used the databases Scientific Electronic Library Online (SCIELO), National Institute of

Health (PUBMED), Science Direct and Google academic, using the descriptors: Agaricales Brazil, Agaricales; Brazil and Agaricales in Brazilian biomes. The criteria for exclusion were duplicate articles, outside the scope of the research and studies conducted outside Brazil. A total of 45 works were selected, and 284 fungi belonging to the Agaricales order were described, distributed in 84 genera and 26 families. Of these, 46.6% are related to the Atlantic Forest biome, 22.2% Caatinga, 13.3% Amazon, 13.3% Pampa, 4.5% Cerrado and none found for Pantanal. Among the genera reported in Brazilian biomes, a higher frequency of *Agaricus*, *Stropharia*, *Amanita*, *Entoloma*, *Hypholoma*, *Psilocybe*, *Crinipellis*, *Deconica*, *Pholiota* and *Leratiomyces* genera was observed, being these reports reported in at least two different biomes. The Atlantic Forest biome showed a greater diversity of Agaricales fungi. The most commonly described genus was *Agaricus*.

Keywords: mushrooms, Atlantic Forest and *Agaricus*.

1. INTRODUÇÃO

Os fungos formam um dos principais grupos de organismos para os ecossistemas, compreendendo um componente funcional importante para a aquisição e ciclagem de nutrientes (KRASHEVSKA et al., 2015). Embora, muitos fungos sejam restritos a certos ambientes, alguns deles crescem em quase todos os *habitats* da Terra, sendo considerados organismos cosmopolitas, e apresentam grande versatilidade adaptativa (FURTADO, 2012). São capazes de habitar diversos substratos, todavia, o de maior predominância, são solos de composições variadas, normalmente com matéria orgânica em decomposição, ou madeiras e serragens (WARTCHOW, 2018).

O reino Fungi compreende organismos eucariontes, heterotróficos, unicelulares ou multicelulares, conforme sua morfologia, que fazem parte de diferentes filos. Os macrofungos pertencem a dois filos: Ascomycota e o Basidiomycota, sendo este um dos maiores do reino Fungi (STAJICH et al., 2009; PEI et al., 2019). Dentre as ordens do filo Basidiomycota, a ordem Agaricales apresenta em seu ciclo de vida uma fase sexual com produção de uma estrutura reprodutiva, o basidioma, popularmente conhecido como “cogumelo” (WARTCHOW, 2018). Os basidiomas podem apresentar diversos formatos, como dimensão, tonalidade, presença de véu ou volva (HIBBETT et al., 2014).

Fungos pertencentes à ordem Agaricales podem ser saprófitos, parasitas, patogênicos ou comestíveis (SCHMIDT-DANNERT, 2016). Estes são componentes essenciais da degradação de matérias orgânicas, fornecendo habitat e alimento para muitos organismos, desempenhando um papel crítico na função dos ecossistemas florestais (SPITELLER, 2015; SCHMIDT-DANNERT, 2016). Além disso, este grupo vem

recebendo atenção especial de pesquisadores nos últimos anos devido ao seu uso potencial biotecnológico (YASIN et al., 2019).

No Brasil, país composto por vários biomas, os estudos realizados nessa área ainda são insuficientes. Este fato decorre, principalmente, pelo baixo investimento no campo da micologia, e, também, pela escassez de especialistas nesta área (DA SILVA et al., 2019). Atualmente, estão registradas 924 espécies de Agaricales no Brasil distribuídas em 139 gêneros. Esses valores representam dados depositados em herbários, sendo aceitos pela base de dados da Flora do Brasil 2020, dessa forma, nem todos estes estão publicados em trabalhos científicos (MAIA et al., 2015).

Dada à elevada importância ecológica e econômica dos fungos, e que os dados taxonômicos para Agaricales ainda são escassos, torna-se fundamental o conhecimento das espécies ocorrentes nos biomas brasileiros para o aumento de dados sobre diversidade biológica para o Brasil e para o mundo (OLIVEIRA, 2009; DA SILVA et al., 2019), além de ser fundamental para o estabelecimento de planos de conservação e manejo da biodiversidade (SPITELLER, 2015).

Nesse sentido, o objetivo desta revisão sistemática foi analisar a diversidade e distribuição de fungos Agaricales no Brasil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo é uma revisão sistemática, baseada em Pereira e Galvão (2014), seguindo os seguintes passos:

- a) Pergunta de pesquisa: Quais são os Agaricales ocorrentes no Brasil?
- b) Busca na literatura nas bases utilizadas: Scientific Electronic Library Online (SCIELO), National Institute of Health (PUBMED), Science Direct, Google Acadêmico. Descritores: Agaricales Brazil e Agaricales in Brazilian biomes.
- c) Foram incluídos no estudo, artigos nas línguas portuguesa e inglesa, publicados até maio de 2019, bem como, artigos que atendessem aos seguintes filtros: texto completo disponível, localização – Brasil. A quantidade de artigos encontrados na busca está apresentado na Tabela 1;
- d) Os critérios para exclusão foram artigos duplicados (encontrados em mais de uma base de busca), não contemplaram o objetivo da pesquisa e estudos realizados fora do Brasil;

e) Extração dos dados: Foram selecionados 45 trabalhos, sendo vinte e um (21) da Mata Atlântica, dez (10) da Caatinga, seis (6) sobre o bioma Amazônia, seis (6) do Pampa, dois (2) do Cerrado e nenhum encontrado para Pantanal, sendo estes utilizados nos resultados do presente estudo. Além dos artigos selecionados, também foram utilizados outros trabalhos para elaboração da introdução e enriquecimento da discussão deste artigo;

f) Síntese dos dados: Os dados foram organizados em tabelas e descritos no texto de acordo com o bioma brasileiro de ocorrência;

g) Redação e discussão dos resultados: A descrição e discussão dos dados estão no tópico “Resultados e Discussão” que vem na sequência.

Tabela 1. Publicações sobre Agaricales ocorrentes no Brasil.

Bases	Total	Selecionados
Google Acadêmico	362	20
Scielo	23	20
Pubmed	38	2
Science Direct	203	3
Total	626	45

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RESULTADOS

Para o Brasil foram observados 45 trabalhos, sendo descritos 284 fungos pertencentes a ordem Agaricales, distribuídos em 84 gêneros e 26 famílias (Figura 1). O bioma Mata Atlântica apresentou o maior quantitativos de trabalhos sobre Agaricales com 46,6%, seguido do bioma Caatinga com 22,2%, Amazônia e Pampa com 13,3% cada e Cerrado com 4,6% dos trabalhos, e para o bioma Pantanal não foi encontrado nenhum trabalho. Dentre os gêneros relatados nos biomas brasileiros, foi observada uma maior frequência dos gêneros *Agaricus* (8,1%), *Stropharia* (4,6%), *Amanita* (4,2%), *Entoloma* (3,5%), *Hypholoma* (2,8%), *Psilocybe* (2,1%), *Crinipellis* (1,4%), *Deconica* (1,4%), *Pholiota* (1,4%), *Leratiomyces* (0,7%), sendo estes relatados pelo menos em dois biomas distintos.

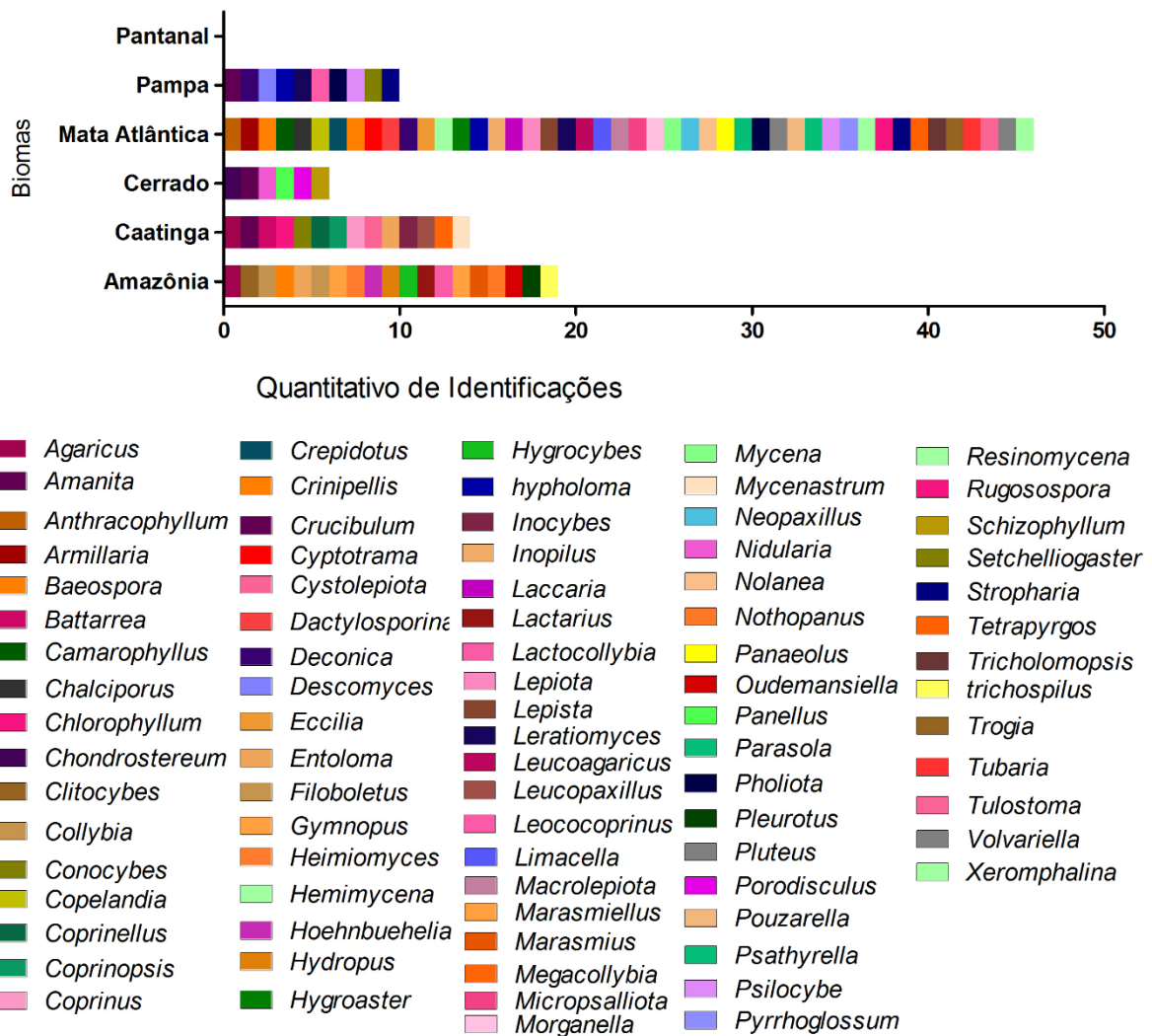


Figura 1. Diversidade de Agaricales descritos nos biomas do Brasil.

Os gêneros descritos foram apresentados em gradientes de cores específicos para cada família: Agaricaceae gradiente rosa; Amanitaceae azul; Bolbitiaceae verde/amarelo; Boletaceae preto; Cortinariaceae azul claro; Crepidotaceae azul turquesa; Entolomataceae bege; Eulophidae amarelo claro; Hydngangiaceae violeta; Hygrophoraceae verde; Hymenogastraceae roxo claro; Inocybaceae bordô; Marasmiaceae laranja; Meruliaceae roxo; Mycenaceae verde claro; Nidulariaceae lilás; Physalacriaceae vermelho; Pleurotaceae verde escuro; Pluteaceae cinza; Polyporaceae rosa choque; Psathyrellaceae verde turquesa; Russulaceae vermelho escuro; Schizophyllaceae amarelo escuro; Strophariaceae azul marinho; Tricholomataceae marrom; Tubariaceae vermelho claro.

Para o No bioma Mata Atlântica houve 21 trabalhos relatando a diversidade de Agaricales, com identificação de 215 fungos organizados em 62 gêneros, sendo os com maior ocorrência *Marasmius* (9,7%), *Lepiota* (6,5%) e *Agaricus* (4,8%), conforme Figura 2.

Foram relatados como primeira ocorrência 108 espécies, divididas em 13 famílias: (35%) Agaricaceae: *Agaricus* cf. *brunneostictus*, *A.* cf. *violaceosquamulosus*, *A. junquitensis*, *A. nigrescentulus*, *A. parasilvaticus*, *A. purpurellus*, *A. sylvaticus*, *A. singeri*, *A. trinitatensis*; *Coprinus pseudomicaceus*; *Lepiota* cf. *marriagei*, *L.* cf. *murinocapitata*, *L.* cf. *phaeosticta*, *L.* cf. *subflavescens*, *L.* cf. *tepeitensis*, *L. epicharis*, *L. erinana*, *L. parvannulata*, *L. subalba* Kühner, *L. subamanitifformis*, *L. subclypeolaria*, *L. subisabellina*; *Macrolepiota*

bonaerensis, *M. cyanolamellata*, *M. mastoidea*, *M. sabulosa*; *Morganella sulcatostoma* sp.; *Rugosospora pseudorubiginosa*; *Leucoagaricus barssii*, *L. cf. cinerascens*, *L. fuliginus*, *L. rubrotinctus*, *L. wychanskyi*; *Leucocoprinus brunnescens*, *L. cf. longistriatus*, *L. sulphurellus*, *L. tenellus*, *L. venezuelanus*; (26%) Marasmiaceae: *Anthracophyllum andinum*; *Crinipellis bisulcata*, *C. cf. septotricha*, *C. eggersii*; *Hydropus sphaerospora*, *H. nodulisporus*, *H. rubroalba*; *Lactocollybia epia*; *Marasmiellus paspali*; *Marasmius aff. pseudoniveus*, *M. allocystis*, *M. bambusiniiformis*, *M. bellus*, *M. cf. graminum*, *M. congregatus*, *M. dennisii*, *M. ferrugineus*, *M. haematocephalus*, *M. helvolus*, *M. leoninus*, *M. musicola*, *M. niveus*, *M. phaeus*, *M. rhyssophyllus*, *M. floriceps*; *Megacollybia rimosa*; *Nothopanus eugrammus*; *Tetrapyrgos nigripes*; (5,5%) Entolomataceae: *Entoloma aripoanum*; *E. tucuchense*; *Inopilus cystidiophorus*, *I. speciosus*; *Nolanea metalis*, *N. sipariana*; *Pouzarella dysthales* var. *acystidiosa*; (4,5%) Strophariaceae: *Gymnopilus dryophilus*, *G. johnstonii*, *G. neotropicus*, *G. omphalodes*; *Stropharia coelhoi*; (4,5%) Mycenaceae: *Mycena deformis*, *M. globulispora*, *M. holoporphyra*, *M. oculisymphae*; *Resinomyцена petarensis*; (4,5%) Psathyrellaceae: *Panaeolus campanulatus*; *P. cf. fraxinophilus*, *P. pygmaea*; *Parasola plicatilis*; *Psathyrella araguana*; (4,5%) Pluteaceae: *Pluteus cubensis*, *P. harrisii*, *P. haywardii*, *P. umbrinoalbidus*; *Volvariella earlei*; (3,5%) Amanitaceae: *Amanita dulciodora*, *A. muscaria* var. *flavivolvata*, *A. muscaria* var. *muscaria*, *A. viridissima* sp.; (3,5%) Crepidotaceae: *Capelari candidus*, *Capelari* sp.; *Crepidotus apodus*, *C. flavus*; (3,5%) Tricholomataceae: *Collybia bakeri*, *C. coracicolor*; *Leucopaxillus gracillimus*; *Trogia cantharelloide*; (3%) Physalacriaceae: *Cyptotrama asprata*; *Dactylosporina steffenii*; *Oudemansiella canarii*; (1%) Cortinariaceae: *Pyrrhoglossum cf. holocrocinum* (1%) Inocybaceae: *Tubaria cf. dispersa*.

No bioma Caatinga foram relatados dez trabalhos, sendo identificados 27 fungos da ordem Agaricales, distribuídos em 14 gêneros. Os gêneros mais frequentes foram *Coprinopsis* (21,4%), *Coprinellus* (14,3%), *Coprinus* (14,3%), conforme apresentado na Figura 3. Foram relatadas como primeira ocorrência 15 novas espécies: *Agaricus stijvei*, *Amanita lippiae*, *Battarrea stevenii*, *Chlorophyllum hortense*, *Coprinellus phaeoxanthus*, *Coprinus calyptratus*, *Cystolepiota seminuda*, *Entoloma virescens*, *Inocybe lepidosparta*, *Lepiota plumbicolor*, *Leucocoprinus birnbaumii*, *Leucocoprinus fragilissimus*, *Leucopaxillus gracillimus*, *Megacollybia rimosa* e *Mycenastrum catimbauensis*.

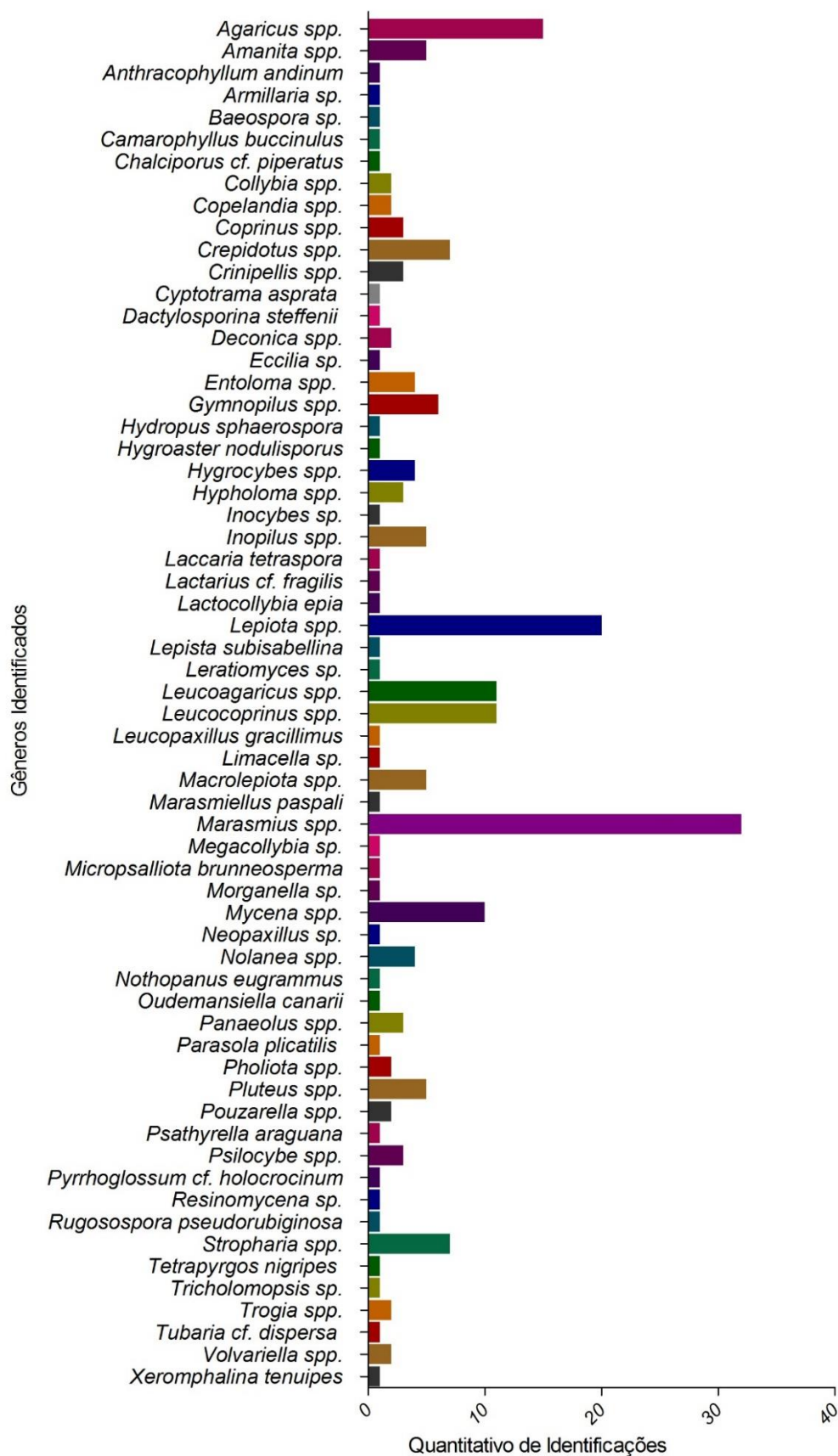


Figura 2. Diversidade de Agaricales descritos no bioma Mata Atlântica – Brasil.

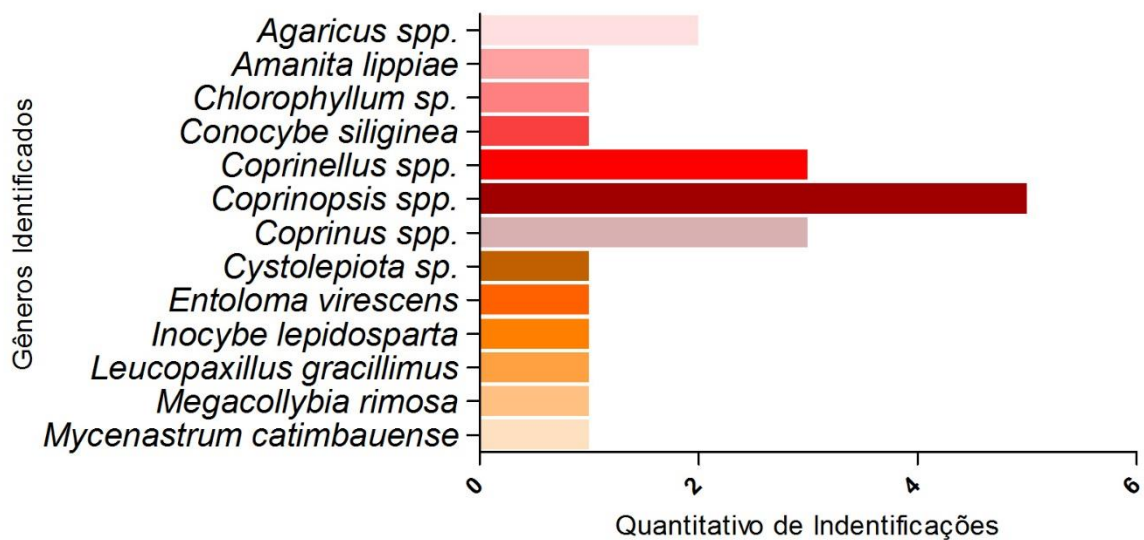


Figura 3. Diversidade de Agaricales descritos no bioma Caatinga – Brasil.

No bioma Amazônia foram relatados seis trabalhos, sendo apresentados 87 fungos, pertencentes a 22 gêneros. Os gêneros mais frequentes foram *Marasmius* (13,6%), *Hygrocybe* (10%), *Gymnopus* (9,1%) e *Agaricus* (9,1%), conforme apresentado na Figura 2. Foram relatadas como primeira ocorrência três novas espécies: *Gymnopus atlanticus*, *G. talisiae* e *Trichopilus fasciculatus*.

Para o bioma Pampa foram descritos seis trabalhos, com identificação de 30 fungos pertencentes à ordem Agaricales, organizados em 10 gêneros, sendo identificados com maior frequência *Amanita*, *Hypholoma*, *Psilocybe* e *Stropharia*, todos com 20%. As espécies descritas pela primeira vez foram: *Amanita aliena* e *Setchelliogaster tenuipes*.

No bioma Cerrado foram relatados dois trabalhos, sendo identificados 12 fungos da ordem Agaricales, distribuídos em sete gêneros. O gênero com maior frequência foi *Schizophyllum* (42,9%) e os outros gêneros tiveram apenas uma ocorrência, conforme a Figura 4.

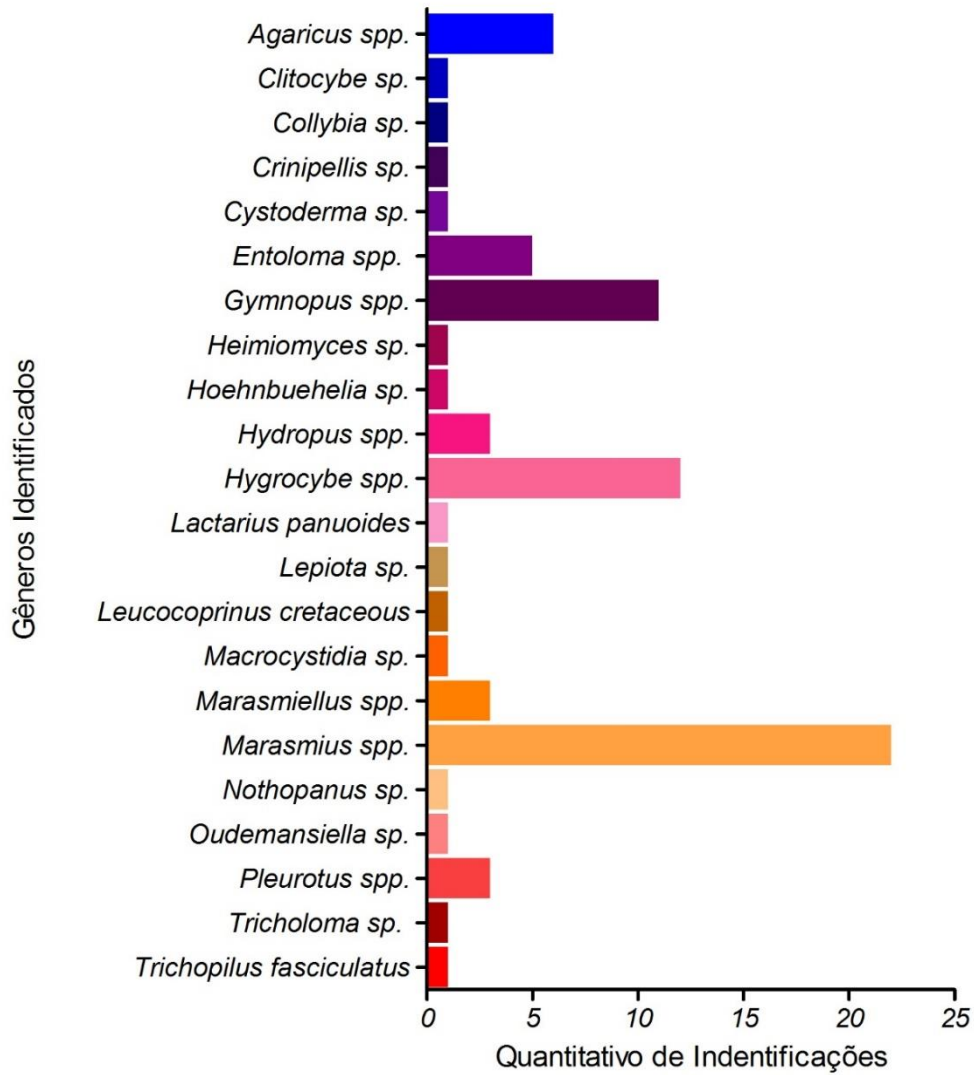


Figura 4. Diversidade de Agaricales descritos no bioma Amazônia.

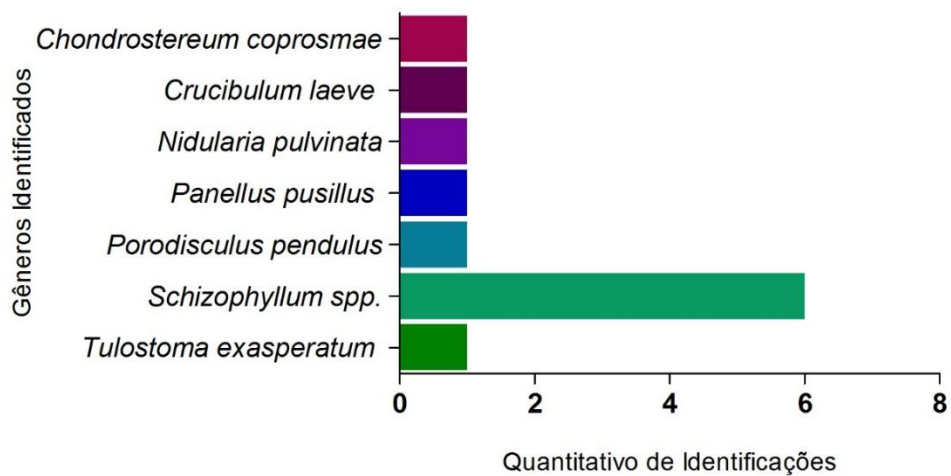


Figura 5. Diversidade de Agaricales descritos no bioma Cerrado – Brasil.

3.2 DISCUSSÃO

Os biomas brasileiros abrigam uma porção significativa da biodiversidade mundial, constituindo importantes centros devido aos altos níveis de riqueza de espécies (ALEIXO et al., 2010; DA SILVA et al., 2019). Nesse sentido é observado uma carência de estudos provavelmente relacionada à falta de incentivos e pesquisadores capacitados, possibilitando que tanto a distribuição quanto a riqueza dos fungos Agaricales estejam subamostradas (CARNEIRO et al., 2018). Uma vez que a ampla diversidade e espectro taxonômico exibido pelos Agaricales torna-os especialmente interessante para estudos ecológicos, bem como para biotecnologia (ROSA; CAPELARI, 2009).

Dos 45 trabalhos selecionados 13,3% pertence ao bioma Amazônia, com 87 fungos relatados. Os estudos foram realizados nos estados do Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Tocantins e Maranhão, e nenhum para o estado do Acre. Destacando novamente a importância de pesquisas locais, visto que a diversidade de fungos é extremamente rica e amplamente distribuída entre todos os biomas (SOUZA; AGUIAR, 2004; SANTA-BRÍGIDA et al., 2019). Evidências sugerem que a diversidade de fungos é maior em regiões tropicais do que em regiões temperadas (HAWKSWORTH, 2004; WARTCHOW et al., 2012). Dessa forma, a Amazônia Brasileira tem um papel importante na conservação da diversidade, consistindo na maior extensão de floresta tropical úmida, caracterizada por uma alta riqueza de espécies e altos índices de endemismo (COIMBRA et al., 2015).

No bioma da Caatinga, foram relatados 22,2% dos trabalhos no Brasil, sendo identificados 27 fungos. Os estados em que realizaram os estudos foram Ceará, Minas Gerais e Pernambuco. A Caatinga pertence a um bioma que ocorre exclusivamente na região semi-árida do nordeste brasileiro e apesar de passar por diversos fenômenos que ameaçam a riqueza local, este bioma inclui vários tipos de vegetações e unidades incluindo várias plantas endêmicas (SOUZA; MENEZES; CAMARA ARTIGAS, 2015; FERNADES; QUEIROZ, 2018). A diversidade fúngica em ecossistemas áridos e semiáridos pode ser considerada igual ou superior quando comparada à de ambientes úmidos (CRUZ et al., 2009; BARBOSA et al., 2011).

No bioma do Cerrado, foram relatados apenas 4,4% dos trabalhos realizados no Brasil, com identificação de 12 fungos pertencentes a ordem Agaricales. Os estudos foram realizados nos estados de São Paulo e Mato Grosso. O bioma Cerrado é caracterizado por grande diversidade, além de 638 espécies de fungos macro e microscópicos

(STRASSBURG et al., 2017). Todavia, cerca de 55% da sua área tem sofrido perdas pelo desmatamento, principalmente para fins agrícolas (MAIA et al., 2015).

O bioma que relatou maior diversidade foi a Mata Atlântica, abrangendo 46,7% dos trabalhos revisados, identificando uma rica diversidade de 215 fungos da ordem Agaricales. Os estudos foram realizados nos estados da Bahia, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Corroborando com os dados levantados pela Flora do Brasil 2020 (2019), até o ano de 2019 foram aceitos 924 espécies para o Brasil, pertencentes a 138 gêneros, ao analisar o quantitativo de espécies por bioma, a Mata Atlântica apresenta uma maior diversidade (56%). Em decorrência da maior quantidade de especialistas para realização de coletas (MAIA et al., 2015).

O bioma da Pampa abrangeu 13,3% dos estudos levantados no Brasil, correspondendo a 30 fungos Agaricales. Os trabalhos foram realizados no Rio Grande do Sul, estado que abrange 63% da área do bioma. Suas diversas classes e propriedades do solo encontradas na região estão intimamente relacionadas com a biodiversidade na região (ROESCH et al., 2009). O bioma do Pantanal não apresentou trabalhos nesta análise, sendo observado que mudanças no solo afetam diretamente a comunidade de fungos (MERCANTE et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2018). Apesar do bioma Pantanal ser conhecido como uma zona úmida e responsável pelo equilíbrio do sistema ecológico de toda a região, estes são considerados como desconhecido (MERCANTE et al., 2011).

Apesar da carência de pesquisas, em algumas regiões, que venham elucidar a importante diversidade de Agaricales (SANTA-BRÍGIDA et al., 2019). Há um agravante presente em todos os biomas brasileiros, com relação as mudanças devido à intensa degradação e destruição pelas atividades antrópicas (TABARELLI et al., 2010). Prejudicando muitas espécies de fungos, importantes para a diversidade do ecossistema, e que muitas vezes não chegaram a ser identificados (OLIVEIRA et al., 2018).

4. CONCLUSÃO

O bioma Mata Atlântica apresentou maior diversidade, bem como maior quantidade de novos relatos de fungos Agaricales. Os gêneros que apresentaram maiores frequências de ocorrência no Brasil foram *Agaricus*, *Stropharia* e *Amanita*.

5. REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, M. C.; GUGLIOTTA, A. de M.; GOMES, E. *Poliporóides* (Basidiomycota) em fragmentos de mata no perímetro urbano de São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 32, n.3, p. 427-440, 2009.
- ALBUQUERQUE, M. P. de; PEREIRA, A. B.; CARVALHO JUNIOR, A. A. de. A família Agaricaceae Chevall. em trechos de Mata Atlântica da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil: Gêneros *Agaricus*, *Cystolepiota* e *Lepiota*. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 2, p. 497-509, 2010.
- ALEIXO, A. L. P. et al. Mudanças climáticas e a biodiversidade dos biomas brasileiros: passado, presente e futuro. **Natureza e Conservação**, v. 8, n. 2, p. 194-196, 2010.
- ALVES, C. R.; CORTEZ, V. G. *Morganella sulcatostoma* sp. nov.(Agaricales, Basidiomycota) from Paraná State, Brazil. **Nova Hedwigia**, v. 96, n. 3-4, p. 409-417, 2013.
- ALVES, M. H.; DO NASCIMENTO, C. C. *Entoloma virescens* (Sacc.) E. Horak ex Courtec., 1986 (Agaricales: Entolomataceae): The first record for the Caatinga biome, Ceará, Brazil. **Check List**, v. 8, n. 3, p. 577-580, 2012.
- ARAÚJO, J. P. M; COIMBRA, V. R. M; WARTCHOW, F. *Leucopaxillus gracillimus* (Tricholomataceae, Basidiomycota): nuevo registro para el Nordeste de Brasil y notas sobre su distribución geográfica. **Kurtziana**, v. 36, n. 2, p. 05-09, 2011.
- BARBOSA, F. R. et al. Conidial fungi from semi-arid Caatinga Biome of Brazil. Rare freshwater hyphomycetes and other new records. **Mycosphere**, v. 2, n. 4, p. 475- 485, 2011.
- CAPELARI, M. O gênero *Crepidotus* no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil e descrição de duas novas espécies. **Hoehnea**, v. 34, n. 1, p. 75-85, 2007.
- CARNEIRO, L. V. et al. **Aspectos morfológicos de espécimes de Amanita Pers. (Amanitaceae, Basidiomycota)**. (Dissertação) Mestrado em Ciências Biológicas - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2018.
- COIMBRA, V. R. M. et al. Studies on *Gymnopus* sect. *impudicae* (Omphalotaceae, Agaricales) from Northern Brazil: two new species and notes on *G. montagnei*. **Mycological Progress**, v. 14, n. 11, p. 110, 2015.
- COIMBRA, V. R. M.; GIBERTONI, T. B.; WARTCHOW, F. *Megacollybia rimosa* (Agaricales), a new species from Brazil. **Mycoscience**, v. 54, n. 3, p. 206-209, 2013.
- CORTEZ, V. G. et al. Two sequestrate cortinarioid fungi from Rio Grande do Sul, Brazil. **Hoehnea**, v. 35, n. 4, p. 513-518, 2008.
- CORTEZ, V. G.; SILVEIRA, R. M. B. da. Species of *Hypholoma* (Fr.) P. Kumm. (Strophariaceae, Agaricales) in Rio Grande do Sul State, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 3, p. 609-621, 2007.

CRUZ, A. C. et al. Fungos conidiais na Caatinga: espécies associadas ao folheto. **Acta Botânica Brasílica**, v. 23, n. 1, p. 999-1012, 2009.

DA SILVA, F. A. B. et al. Diversidade de cogumelos comestíveis em área de bioma pampa. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, p. 1-6, 2019.

DE SOUZA, H. Q.; AGUIAR, I. de J. A. Ocorrência do gênero *Marasmius* Fr.(Tricholomataceae, Agaricales) na Reserva Biológica Walter Egler, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 1, p. 1-10, 2007.

DESJARDIN, D. E.; PERRY, B. A.; STEVANI, C. V. New luminescent mycenoid fungi (Basidiomycota, Agaricales) from São Paulo State, Brazil. **Mycologia**, v. 108, n. 6, p. 1165-1174, 2016.

DOS SANTOS SILVA-FILHO, A. G.; COELHO, G.; CORTEZ, V. G. Further notes on the morphology and distribution of *Neopaxillus echinospermus* (Agaricales, Basidiomycota) in Southern Brazil. **Check List**, v. 12, n. 1, p. 1 - 6, 2016.

DOS SANTOS SILVA-FILHO, A. G.; SEGER, C.; CORTEZ, V. G. The neurotropic genus *Copelandia* (Basidiomycota) in western Paraná State, Brazil. **Revista Mexicana de Biodiversidade**, v. 89, n. 1, p. 15-21, 2018.

FERREIRA, A. J.; WARTCHOW, F.; CORTEZ, V. G. *Limacella ochraceolutea* (Agaricomycetes) in the Atlantic Forest of southern Brazil. **Field Mycology**, v. 14, n. 2, p. 64-67, 2013.

FLORA DO BRASIL 2020 em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 04/06/2019.

FURTADO, A N M. **Fungos Agaricales (Basidiomycota, Fungi) da mata atlântica metropolitana de João Pessoa, PB**. (Dissertação) Mestrado em Ciências Biológicas - Universidade Federal de Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2012.

GIBERTONI, T. B.; DRECHSLER-SANTOS, E. R. Lignocellulolytic Agaricomycetes from the Brazilian Cerrado biome. **Mycotaxon**, v. 111, n. 1, p. 87- 90, 2010.

GOMES, A. R. P.; WARTCHOW, F. Notes on two coprinoid fungi (basidiomycota, agaricales) from the brazilian semiarid region. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 75, n. 3, p. 285-295, 2018.

GURGEL, R. A. F. et al. *Mycenastrum catimbauense* (Agaricales, Basidiomycota), a new puffball species from the Brazilian semi-arid region. **Studies in Fungi**, v. 2, n. 1, p. 112-118, 2017.

HAWKSWORTH, D. L. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. **Studies in Mycology**, v. 50, n. 1, p. 9–18, 2004.

HIBBETT, D. S. et al. **The Mycota**. 2^a ed. Systematics and Evolution, 2014.

KARSTEDT, F.; CAPELARI, M.; STURMER, S. L. A new combination and new records of *Pouzarella* (Agaricales, Entolomataceae) from Brazil. **Mycotaxon**, v. 102, n. 1, p. 147-154, 2007.

KARSTEDT, F.; STÜRMER, S. L. Agaricales em áreas de Floresta Ombrófila Densa e plantações de Pinus no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 1036-1043, 2008.

KRASHEVSKA, V. et al. Impact of tropical lowland rainforest conversion into rubber and oil palm plantations on soil microbial communities. **Biology and Fertility of Soils**, v. 51, n. 6, p. 697-705, 2015.

MAIA, L. C. et al. Diversity of Brazilian Fungi. **Rodriguésia**, v. 66, n. 1, p. 1033-1045, 2015.

MELO, R. F. R. et al. *Coprophilous Agaricales* (Agaricomycetes, Basidiomycota) from Brazil. **Phytotaxa**, v. 266, n. 1, p. 1-14, 2016.

MERCANTE, M. A. et al. Geomorphology and habitat diversity in the Pantanal. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 1, p. 233-240, 2011.

NASCIMENTO, C. C. et al. *Amanita dulciodora* (Amanitaceae, Basidiomycota), a striking new species of Amanita section Lepidella from Northeast Brazil. **Plant Ecology and Evolution**, v. 151, n. 2, p. 262-270, 2018.

NASCIMENTO, C. C.; ALVES, M. H. New records of Agaricaceae (Basidiomycota, Agaricales) from Araripe National Forest, Ceará State, Brazil. **Mycosphere**, v. 5, n. 2, p. 319-332, 2014.

OLIVEIRA, J. J. S. **O Gênero *Marasmius* (Marasmiaceae, Basidiomycota) no Parque Estadual das Dunas do Natal, Natal, RN, Brasil.** (Dissertação) Mestrado em Ciências Biológicas – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

OLIVEIRA, N. et al. Diversidade de Agaricales (Basidiomycota) em áreas de bioma pampa e plantação de *Eucalyptus* sp. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 3, p. 1-5, 2018.

PEI, G. et al. Comparative analysis of protein kinases and associated domains between Ascomycota and Basidiomycota. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 18, n. 1, p. 96-107, 2019.

PEREIRA, M. G.; GALVÃO, T. F. Extração, avaliação da qualidade e síntese dos dados para revisão sistemática. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 1, p. 577- 78, 2014.

PEREZ, E. F. et al. Taxonomy and phylogeny of *Macrolepiota*: two new species from Brazil. **Mycologia**, v. 110, n. 5, p. 930-940, 2018.

PUCCINELLI, C.; CAPELARI, M. *Marasmius* (Basidiomycota-Marasmiaceae) from Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brazil: section Sicci. **Hoehnea**, v. 36, n. 4, p. 637-655, 2009.

- ROESCH, L. F. et al. The Brazilian Pampa: a fragile biome. **Diversity**, v. 1, n. 2, p. 182-198, 2009.
- ROSA, L. H.; CAPELARI, M. Agaricales fungi from Atlantic rain forest fragments in Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 40, n. 4, p. 846-851, 2009.
- ROSA, L. H.; CAPELARI, M. Agaricales fungi from Atlantic rain forest fragments in Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 40, n. 4, p. 846-851, 2009.
- ROTHER, M. S.; SILVEIRA, R. M. B da. *Leucocoprinus Pat.*(Agaricaceae, Basidiomycota) no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 23, n. 3, p. 720-728, 2009.
- SANTA-BRÍGIDA, R. et al. *Mycophagous Drosophilidae* (Diptera) guild and their hosts in the Brazilian Amazon. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 59, n. 1, p. 1-10, 2019.
- SCHMIDT-DANNERT, C. Biocatalytic portfolio of Basidiomycota. **Current Opinion in Chemical Biology**, v. 31, p. 40-49, 2016.
- SEGER, C.; SULZBACHER, M. A.; CORTEZ, V. G. *Stropharia coelhoi* (Basidiomycota): a new species from Brazil. **Darwiniana**, v. 4, n. 1, p. 132-137, 2016.
- SILVA, B. D. B.; LEITE, A. G.; BASEIA, I. G. *Battarrea stevenii* (Libosch.) Fr.(Tulostomataceae), um raro fungo xerófilo: primeiro registro para o Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 1, p. 623-625, 2007.
- SILVA, P. S. da; CORTEZ, V. G.; SILVEIRA, R. M. B. da. *Synopsis* of the Strophariaceae (Basidiomycota, Agaricales) from Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul State, Brazil. **Hoehnea**, v. 39, n. 3, p. 479-487, 2012.
- SOUZA, B I; MENEZES, R; CÁMARA ARTIGAS, R. Efeitos da desertificação na composição de espécies do bioma Caatinga, Paraíba/Brasil. **Investigaciones geográficas**, v. 1, n. 88, p. 45-59, 2015.
- SOUZA, H. Q. de; AGUIAR, I. de J. A. Diversity of Agaricales (Basidiomycota) in the Reserva Biológica Walter Egler, Amazonas, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 43-51, 2004.
- SPIPELLER, P. Chemical Ecology of Fungi. **Natural Product Reports**, v. 32, n. 7, p. 971-993, 2015.
- STAJICH, J. E. et al. Primer-The Fungi. **Current Biology: CB**, v. 19, n. 18, p. 1-14, 2009.
- STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 1-3, 2017.
- TABARELLI, M. et al. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, v. 143, n. 10, p. 2328-2340, 2010.

VIZZINI, A. et al. *Hygrocybe rubroalba* (Hygrophoraceae, Agaricales), a new species of sect. *Firmae* from Brazil. **Phytotaxa**, v. 226, n. 1, p. 018-026, 2015.

WARTCHOW, F. *Amanita viridissima* (Amanitaceae, Basidiomycota), a striking new species from highlands of the semiarid region of Bahia, Brazil. **Plant Ecology and Evolution**, v. 149, n. 2, p. 241-248, 2016.

WARTCHOW, F. Breve história da sistemática de Agaricaceae (Fungi) e distribuição no Brasil. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 2, n. 2, p. 130-147, 2018.

WARTCHOW, F., et al. New records of Agaricales from Atlantic Forest fragments of Pernambuco, Northeast Brazil. **Mycotaxon**, v. 118, n. 1, p. 137-146, 2012.

WARTCHOW, F.; BRAGA-NETO, R. A second record of *Entoloma azureoviride* (Agaricales, Basidiomycota) from Brazilian Amazon. **Hoehnea**, v. 46, n. 1, p. 1-6, 2019.

WARTCHOW, F.; CORTEZ, V. G. A new species of *Amanita* growing under Eucalyptus is discovered in South Brazil. **Mycosphere**, v. 7, n. 1, p. 262-267, 2016.

WARTCHOW, F.; MAIA, L. C.; CAVALCANTI, M. A. de Q. Taxonomic studies of *Amanita muscaria* (L.) Lam (Amanitaceae, Agaricomycetes) and its infraspecific taxa in Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 1, p. 31-39, 2013.

WARTCHOW, F.; PUTZKE, J.; CAVALCANTI, M. A. de Q. Agaricaceae Fr.(Agaricales, Basidiomycota) from areas of Atlantic Forest in Pernambuco, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 287-299, 2008.

WARTCHOW, F.; SÁ, M. C. e A. *Inocybe lepidosparta* (Agaricales: Basidiomycota): a new species from Pernambuco, Brazil. **New Zealand journal of botany**, v. 56, n. 4, p. 438-443, 2018.

WARTCHOW, F.; TULLOSS, R. E.; CAVALCANTI, M. A. Q. *Amanita lippiae*: a new species from the semi-arid caatinga region of Brazil. **Mycologia**, v. 101, n. 6, p. 864-870, 2009.

YASIN, H. et al. Ethnopharmacological exploration of medicinal mushroom from Pakistan. **Phytomedicine**, v. 54, n. 1, p. 43-55, 2019.



ENRAIZAMENTO E CRESCIMENTO INICIAL DE ESTACAS DE [*Arrabidaea chica* (BONPL.) B. VERL.] SUBMETIDAS A TRATAMENTO COM ÁCIDO INDOLBITÍRICO

Romário Rodrigues Gomes¹, Josilene Ferreira Rocha¹; Matheus Matos do Nascimento¹,
Marilene Santos de Lima², Almecina Balbino Ferreira², Lin Chau Ming³

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Produção vegetal, Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil;
3. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, São Paulo.

RESUMO

A região Amazônica possui uma grande diversidade de plantas com ação terapêutica. A espécie *Arrabidaea chica* e uma plantas amplamente utilizadas no controle de doenças inflamatórias. Este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas semilenhosas de *Arrabidaea chica*. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, quatro repetições e três plantas por parcela. As estacas de *Arrabidaea chica* foram tratadas com concentrações (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹) de ácido indolbutírico (AIB) preparadas em solução hidroalcolólica. As estacas foram acondicionadas em casa de vegetação e a avaliação ocorreu após 30 dias. A testemunha com 0 mg L⁻¹ de AIB obteve valores superiores aos demais tratamentos. Portanto, as doses de AIB não proporcionaram aumento no crescimento e enraizamento de crajiru (*Arrabidaea chica*), não sendo necessário o uso de AIB para a produção de mudas dessa espécie produzida a partir de estacas.

Palavras-chave: Crajiru, Estaquias e Fitohormônios.

ABSTRACT

The Amazon region has a great diversity of plants with therapeutic action. The species *Arrabidaea chica* is a plant widely used in the control of inflammatory diseases. The objective of this work was to evaluate the effect of the indolebutyric acid (IBA) on the rooting of semi hardwood cuttings of. The experiment was conducted in a completely randomized design with five treatments, four replications and three plants per plot. The *Arrabidaea chica* stakes were treated with concentrations (0, 1000, 2000, 3000 and 4000 mg L⁻¹) of indolebutyric acid (IBA) prepared in hydroalcoholic solution. The cuttings were conditioned in a greenhouse and the evaluation occurred after 30 days. The control with 0 mg L⁻¹ of IBA obtained higher

values than the other treatments. Therefore, IBA doses did not increase growth and rooting of crajiru (*Arrabidaea chica*), and it was not necessary to use IBA for the production of seedlings of this species produced from cuttings.

Keywords: Crajiru, cutting and Phytohormones.

1. INTRODUÇÃO

As plantas medicinais são utilizadas pela humanidade a muitos anos, em rituais religiosos, crenças e medicina popular para controle de doenças. A região Amazônica possui a maior diversidade de plantas com ação terapêutica que são usados na forma de drogas vegetais e fitoterápicos com a finalidade de prevenir, curar ou minimizar os sintomas das doenças, com um menor custo à população e aos serviços públicos de saúde (TOLEDO et al., 2003).

A espécie *Arrabidaea chica* Verlot. é popularmente conhecido como crajirú, cajurú, carajirú, guajurú, cipó cruz, pariri e coá-pyranga (BORRÁS, 2003; FERREIRA, 2005; PAULETTI; BOLZANI; YOUNG, 2003). É uma planta da família Bignoniaceae, arbustiva trepadeira, de folhas compostas, trifolioladas, de fólhos oblongolanceoladas, ramos subtetragonos flores campanuladas, róseo-lilacinas, em panículas terminais (FERREIRA, 2005).

Em decorrência da composição química e propriedades medicinais, a *Arrabidaea chica* é uma das 71 espécies vegetais integrantes da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde - RENISUS (BRASIL, 2009).

Essa planta é encontrada em toda América central, sendo típica de floresta tropical, apresenta grande potencial na medicina alternativa devido a presença de substâncias como, taninos, 7,4-dihidroxi5-metoxiflavona, fitosteróis, flavonóides, presente na parte mais utilizada que são as folhas por apresentar efeito anti-inflamatório, cicatrizante, atua no controle de anemia, leucemia, diarreia, cólicas intestinais, e uso ginecológicos principalmente infecções uterinas. O preparo é feito a partir de cozimento das folhas e o chá pode ser administrado via oral ou lavagem de lesões e banho de assento para problemas ginecológicos (BORRÁS, 2003).

A propagação é feita através de estacas semilenhosas com 20 cm de comprimento (FERREIRA, 2005). No entanto, existem poucas informações sobre a eficiência de enraizamento desta espécie, podendo apresentar maior porcentagem de rendimento das mudas usando fitohormônios reguladores de crescimento. As auxinas são os reguladores

vegetais mais utilizados para a técnica de propagação por estacas sendo o ácido indolbutírico (AIB) a principal auxina sintética empregada (MACHADO, et al., 2005). Neste contexto a pesquisa teve como objetivo, avaliar crescimento e enraizamento inicial de estacas dos ramos semilenhosos de *Arrabidaea chica* com tratamento de concentrações de ácido indolbutírico (AIB).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no campo experimental da Universidade Federal do Acre (UFAC), localizado no município de Rio Branco, AC a 10°1'30"S, 67°42'18"W com altitude aproximada de 160 m. O clima da região é quente e úmido, segundo a classificação de Köppen, com temperaturas máxima de 32 °C e mínima de 20,8 °C, precipitação anual de 1.648,9 mm e umidade relativa média de 83%.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, quatro repetições e três plantas por parcela. Foram utilizadas estacas semilenhosas de Cajirú (*Arrabidaea chica*), com comprimento variando de 10 cm a 12 cm e diâmetro de 2,91 mm a 7,95 mm, retiradas de diferentes partes da planta matriz.

Foram estudados os efeitos de brotação e enraizamento de estacas de *Arrabidaea chica* em concentrações (0; 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 g L⁻¹) de ácido indolbutírico (AIB) preparadas em solução hidroalcolica, onde as respectivas doses foram pesadas diluídas em 50 mL de álcool. Depois de dissolvido o AIB, completou-se o volume para 100 mL com água destilada, obtendo-se então as concentrações supracitadas.

As estacas foram coletadas em maio de 2018 na propriedade Dois Irmãos, situada na zona rural do município de Rio Branco - AC, e foram selecionadas após o corte, de forma a promover padronização das mesmas, observando pelo menos um nó próximo aos pontos de enraizamento. Após o preparo, a parte basal das estacas foram imersas durante 1 minuto em solução de hipoclorito de sódio (0,5%) e posteriormente em solução hidroalcolica por 10 minutos, nas diferentes concentrações de AIB e colocadas para enraizamento em copos de poliestireno (com dimensões de 70 x 72 x 47 mm), com substrato contendo composto orgânico e vermiculita. As estacas foram acondicionadas em casa de vegetação com cobertura de filme polietileno transparente e irrigada diariamente para manter as condições de umidade favorável ao enraizamento das estacas.

Após 30 dias da instalação do experimento, foram avaliados os parâmetros: sobrevivência das estacas (% de estacas vivas e que emitiram raízes); número de brotações; massa seca dos brotos (g) e massa seca de raiz (g) (CARDOSO et al., 2011).

A partir dos dados obtidos, foi realizado a verificação dos dados discrepantes, normalidade dos erros, e homogeneidade de variâncias. Quando atendeu a essas análises foram submetidas a análise de regressão para determinar a concentração de AIB que proporcionou maior crescimento e enraizamento das estacas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) do AIB para as variáveis MSPA (Figura 1), MSR (G Figura 2) e MST (Figura 3) e não significativo ($p > 0,05$) para NPS e NMB (Tabela 1).

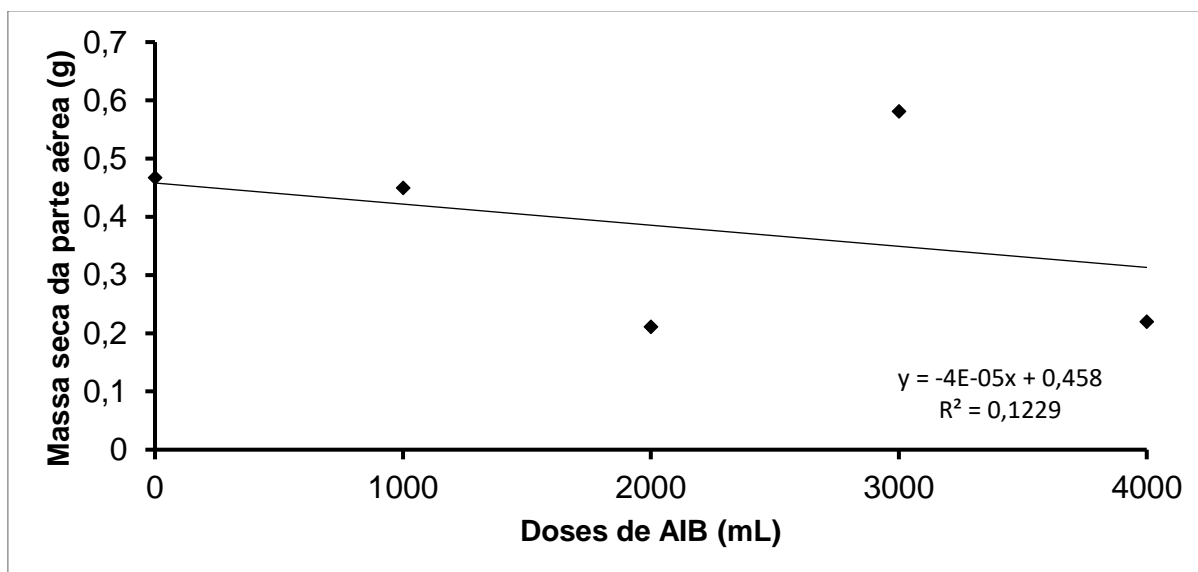


Figura 1. Massa seca da parte aérea (MSPA) de cajuru (*Arrabidaea chica*) obtido a partir de doses de AIB em estacas semilenhosas, Rio Branco, 2018.

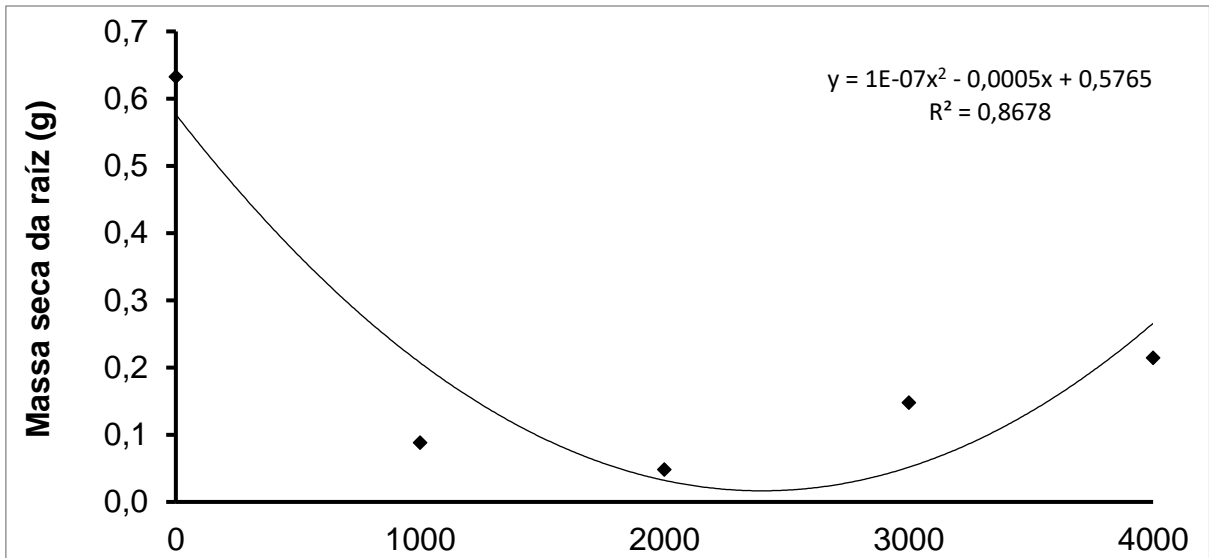


Figura 2. Massa seca da raiz (MSR) de cajuru (*Arrabidaea chica*) obtido a partir de doses de AIB em estacas semilenhosas, Rio Branco, 2018.

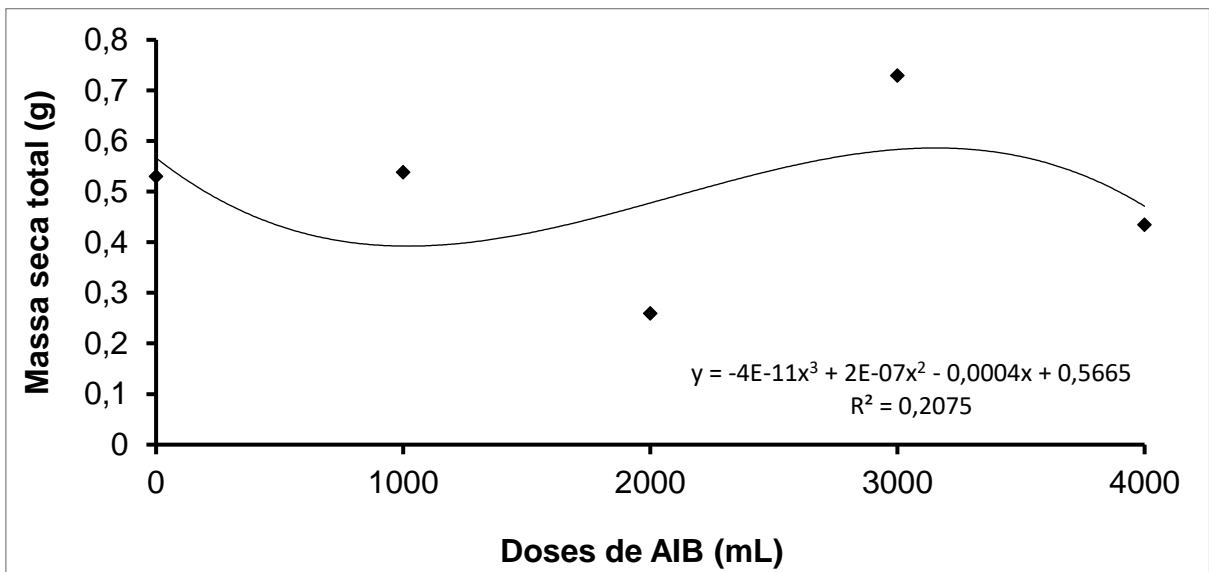


Figura 3. Massa seca total (MST) de cajuru (*Arrabidaea chica*) obtido a partir de doses de AIB em estacas semilenhosas. Rio Branco, 2018.

Tabela 1. Resumo da análise de variância do número de plantas sobrevivente (NPS), número médio de brotos (NMB), massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST) de crajiru (*Arrabidaea chica*) tratadas com diferentes doses de AIB, Rio Branco, 2018.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		NPS	NMB	MSPA	MSR	MST
Regressão linear	1	0,625 ^{ns}	0,870 ^{ns}	0,053 ^{**}	0,053 ^{**}	0,000 ^{ns}
Regressão quadrática	1	0,446 ^{ns}	0,300 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,014 ^{**}	0,006 ^{ns}
Regressão cúbica	1	0,625 ^{ns}	3,481 ^{ns}	0,104 ^{**}	0,0004 ^{ns}	0,091 ^{**}
Desvios de regressão	1	0,004 ^{**}	10,261 [*]	0,269 ^{**}	0,008 ^{**}	0,371 ^{**}
Erro	15	0,192	4,695	0,004	0,001	0,004
Total	19	-	-	-	-	-
CV (%)	-	15,64	105,95	14,26	25,53	12,96

^{ns} não significativo ; * significativo a 5%; ** significativo a 1%

O NPS (Tabela 2) obteve 75% para a dose de 4000 mg L⁻¹ e de 100% para as doses de 0, 2000 e 3000 mg L⁻¹, seguindo a mesma tendência obtida no trabalho realizado por Sousa et al. (2009) para a espécie *Melissa officinalis*, onde obteve 81% de plantas sobrevivente para a dose de 0 mg L⁻¹ e de apenas 6% para a dose de 4000 mg L⁻¹ de AIB, no entanto, neste trabalho teve maior taxa de sobrevivência. E para a variável NMB obteve variação de 3,22 a 4,74 brotos por estaca (Tabela 2), para as doses 2000 e 1000 mg L⁻¹ respectivamente. Ferreira e Gonçalves (2007) avaliando o efeito da quantidade de nós no crescimento inicial de crajiru, observaram que a estaca com dois nós não tiveram diferença significativa para a variável massa fresca e altura de plantas, e apresentou diferença para número de estacas com brotos sendo avaliado ao três meses após o plantio, apresentou maior índice de estacas brotadas quando a muda teve origem de ramos semilenhosos com quatro e seis nós.

Tabela 2. Porcentagem de plantas sobreviventes de crajiru (*Arrabidaea chica*) com doses de AIB.

Doses (mg L ⁻¹)	Plantas sobreviventes (%)	Nº médio de brotos
0	91,6	4,0
1000	91,6	4,7
2000	100,0	3,2
3000	100,0	4,1
4000	75,0	3,9

Para a variável MSPA (Figura 1), a medida em que aumentou a dose de AIB as plantas obtiveram menor quantidade de massa seca. A utilização do regulador de crescimento AIB, reduziu o desempenho das plantas proporcionando menos massa da parte aérea.

Este resultado é de grande relevância, indicando que não é necessário o uso desse hormônio de enraizamento (AIB) para produção de mudas a partir de estacas semilenhosas. Ademais, o uso indiscriminado desses produtos pode causar o desequilíbrio da biodiversidade dos microrganismos benéficos do solo devido ao efeito residual que os ácidos reguladores de crescimento podem deixar após o seu uso.

Quanto a massa seca da raiz (Figura 2) teve ajuste para equação quadrática onde a testemunha com dose 0 mg L⁻¹ de AIB obteve valores superior aos demais tratamentos com as doses de regulador. No entanto, os resultados obtidos tenderam a aumentar proporcionalmente após a dose de 3000 mg L⁻¹.

A variável massa seca total (Figura 3), apresentou equação com ajuste cúbico, pois de acordo com o aumento da dose do regulador de crescimento. As plantas tiveram oscilação no incremento da biomassa total, pois para as doses 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 foi possível obter 0,530, 0,538, 0,259, 0,729 e 0,435 respectivamente. Esse comportamento ocorreu em função do decréscimo da MSPA de forma linear de

acordo com o aumento da dose de AIB e a obtenção do ponto de mínimo com ajuste quadrático para a variável MSR.

4. CONCLUSÕES

As doses de AIB não estimularam a formação de raízes em estacas e não proporciona incremento de biomassa seca da parte aérea.

Mudas de Crajiru podem ser obtidas a partir de estacas semilenhosa sem tratamento com o fitohormônio AIB.

5. REFERÊNCIAS

BORRÁS, M.R.L. **Plantas da Amazônia: medicinais ou mágicas?** Plantas comercializadas no mercado municipal Adolpho Lisboa. Manaus: Valer/Governo do Estado do Amazonas, 2003. 321p.

BRASIL. Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde. *In*: Brasil. Ministério da Saúde. SUS – RENISUS. **Diário Oficial da União**. Brasília. 2009.

FERREIRA, M.G.E. **Crajiru (*Arrabidaea chica* Verlot)**. Informações técnicas. EMBRAPA, RO, 2005. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24786/1/folder-crajiru.pdf>>. Acessado em: 18 jun. 2018.

MACHADO, M.P.; MAYER, J.L.S.; RITTER, M.; BIASI, L.A. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas do porta-enxerto de videira 'vr043-43' (*Vitis vinifera* x *Vitis rotundifolia*). **Revista brasileira de fruticultura.**, v. 27, n. 3, p. 476-479, 2005.

PAULETTI, P.M.; BOLZANI, V.S.; YOUNG, M.C.M. Constituintes químicos de *Arrabidaea samydoides* (Bignoniaceae). **Química Nova.**, v. 26, n. 5, p.641-643, 2003.

TOLEDO, A.C.O.; HIRATA, L.L.; BUFFON, M.C.M.; MIGUEL, M.D.; MIGUEL, O.G. Fitoterápicos: uma abordagem farmacotécnica. **Revista Lecta.**, v. 21 n. 1/2, p. 7-13, 2003.



AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA EDIFICAÇÃO LOCALIZADA NO CAMPUS RIO BRANCO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE

Lucas Leonardo Lima Rabim¹, Fernando da Silva Souza², Julio Roberto Uszacki Junior³

1. Universidade Federal do Acre (Ufac), Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia (CITA), Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PROPEC), Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil;
3. Universidade Federal do Acre (Ufac), Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

Este estudo tem como objetivo avaliar o nível de eficiência energética de uma edificação localizada no campus Rio Branco da Universidade Federal do Acre (Ufac) mediante aplicação do método prescritivo do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) preconizado pelo Inmetro e elencar estratégias, caso necessário, que visam alcançar maiores níveis de eficiência energética. A realização da pesquisa ocorreu por meio da definição do objeto de estudo, a observação das características do local da edificação, a coleta de dados através de revisão bibliográfica, pesquisa documental e observações *in loco*, e aplicação do método prescritivo do RTQ-C. Os resultados da avaliação dos níveis de eficiência energética dos sistemas de envoltória, iluminação e condicionamento de ar da edificação foram C, C, e B, respectivamente. Além disso, a edificação não apresentou nenhuma iniciativa que proporcionasse um aumento da eficiência que resultaria em pontuação por bonificação. Baseada na classificação desses sistemas e dos pré-requisitos gerais, a edificação obteve resultado B, que é uma pontuação satisfatória. Ao final, foram propostas recomendações de estratégias que possibilitam a elevação da eficiência energética atual ao nível A.

Palavras-chave: RTQ-C, Edificação pública e Método prescritivo.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the energetic efficiency level of a building located in the campus rio branco at the Federal University of Acre (Ufac) through application of the prescriptive method from the Technical Regulation of Quality for the Energetic Efficiency Level of Comercial Edifications, Services and Public (RTQ-C) recommended by Inmetro and, if necessary, specify ways to achieve higher energetic efficiency levels. The research was carried out through defining the object of the study, observation of the characteristics of the

edification site, data gathering through literature review, documental research and observations on the spot, and application of the prescriptive method from the RTQ-C. The results of the evaluation of energetic efficiency levels of envelope systems, illumination and air conditioning of the edification were C, C and B, respectively. Moreover, the edification didn't show any initiative that would proportion a efficiency increase resulting in bonus scores. Based on the classification of these systems and the general prerequisites, the edification obtained a B scored, which is a satisfactory score. Still, strategy recommendations were made to enable energetic efficiency level increase to an A score.

Keywords: RTQ-C, Public edification and Prescriptive method.

1. INTRODUÇÃO

Relatórios recentes sobre o consumo mundial de energia apontam três principais áreas consumidoras, indústria, transporte e edificações, com percentuais bem próximos relativos a cada uma delas (BELUSSI et al., 2019). No Brasil, mais da metade do consumo de energia elétrica é decorrência dos setores residencial, comercial e público, que representam, respectivamente, 25,5%, 17,1% e 8,2% de todo consumo do país (EPE, 2018).

A iniciativa de redução do consumo de energia e impacto ambiental das edificações está diretamente relacionada com a elevação do desempenho energético dos edifícios e o emprego de soluções que envolvam energias renováveis (BELUSSI et al., 2019). Cabe destacar a importância da eficiência energética para as edificações, sendo a capacidade em promover aos usuários conforto térmico, visual e acústico com menor consumo energético (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Em um primeiro momento, é utilizado a arquitetura com seus aspectos de projeto e restrições para a redução da demanda de energia, em seguida, é avaliado a utilização de sistemas mecânicos e elétricos mais eficientes e compatíveis com as peculiaridades da construção (GONÇALVES; DUARTE, 2006). Algumas estratégias arquitetônicas se destacam na redução da demanda energética, como a iluminação e ventilação natural para a redução da carga térmica (RUPP; GHISI, 2013), o controle da incidência da radiação solar através dos efeitos entre absorvâncias e emissividades dos materiais utilizados no envelope construtivo (DORNELLES; CARAM; SICHIERI, 2014), o uso de dispositivos de sombreamento para as aberturas (SOUZA; SOAREZ; ALVES, 2018), o aproveitamento da topografia do local, orientação solar, ventilação cruzada e o emprego adequado de tamanhos e tipos de aberturas (COSTA; FREIRE; KIPERSTOK, 2019).

A etiquetagem é uma ferramenta eficaz para a redução do consumo de energia pelos edifícios, sendo as regulamentações brasileiras de eficiência energética um divisor de águas para o setor da construção civil, iniciando um novo conjunto de dinâmicas que direcionam a busca por soluções arquitetônicas e projetos complementares de iluminação e ar condicionado com melhor desempenho térmico e energético (BATISTA; ROVERE; AGUIAR, 2011)

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) introduziu em 1984 os primeiros debates com a sociedade sobre a eficiência energética, a princípio restrito a área automotiva, esses debates progrediram e culminaram na criação do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), que atua principalmente no setor de produtos consumidores de energia elétrica (PBE EDIFICA, 2019).

Em decorrência da crise de energia de 2001, é realizada a primeira iniciativa na esfera legislativa para a promoção da eficiência energética no país, especificamente em 17 de outubro de 2001 através da Lei nº 10.295, que aborda a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (FOSSATI; LAMBERTS, 2010).

Um grande parceiro do PBE é o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), potencializando e apoiando projetos na área de conservação e do uso racional de energia em edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicos (INMETRO, 2014a). Em 2003, o PROCEL gerou o subprograma Procel Edifica que opera em parceria com diversas instituições e setores da sociedade para a promoção do uso eficiente dos recursos naturais pelas edificações (PROCEL INFO, 2019). O Inmetro foi inserido no processo em 2005, através da criação da Comissão Técnica de Edificações (CT Edificações), com competência no processo de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) (INMETRO, 2014a).

A partir de 2009, a avaliação para definir o nível de eficiência energética de uma edificação pública por etiquetagem é realizada com base nos procedimentos e parâmetros definidos no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C) e Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações (RAC) (INMETRO, 2014a).

No calendário definido pelo Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), todos os prédios públicos devem ser etiquetados até o ano de 2020, porém, em 2014, a etiquetagem tornou-se compulsória nas edificações públicas federais através da IN nº 02 de 04 de junho de 2014 do MPOG (INMETRO, 2014a). O processo de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) é realizado com a inspeção de projeto e/ou

da edificação construída (edificações existentes podem ter a inspeção de projeto dispensada) pelo Organismo de Inspeção Acreditado (OIA) seguindo os RTQ-C e RAC. (INMETRO, 2013).

A verificação da eficiência energética da edificação, com base no RTQ-C, pode ser geral, quando se avalia os sistemas de envoltória, iluminação, condicionamento de ar ou ser parcial, quando se avalia apenas um ou dois sistemas combinados, além disso, a avaliação pode ser por meio do método prescritivo ou simulação computacional (INMETRO, 2013).

O método prescritivo é um modelo que utiliza um conjunto de parâmetros predefinidos ou a calcular que determina a eficiência de toda a edificação (CARLO; LAMBERTS, 2010). Esse modelo de avaliação resulta em uma classificação final obtida pela soma das avaliações dos sistemas parciais e bonificações (medidas que melhoram o desempenho da edificação), sendo que os sistemas envoltória, iluminação e condicionamento de ar equivalem a 30%, 30% e 40% da nota, respectivamente (INMETRO, 2014b).

O objetivo deste estudo foi avaliar o nível de eficiência energética de uma edificação localizada no campus Rio Branco da Universidade Federal do Acre (Ufac) mediante aplicação do método prescritivo do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) preconizado pelo Inmetro e elencar estratégias, caso necessário, que visam alcançar maiores níveis de eficiência energética.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 OBJETO DE ESTUDO

A edificação adotada para o estudo de caso é o bloco Omar Sabino de Paula (figura 1), um prédio público que atualmente é utilizado para atividades acadêmicas do curso de Engenharia Civil, inserido no campus Rio Branco da Universidade Federal do Acre (Ufac), situado na BR 364, em Rio Branco, Acre.



Figura 1. Vista lateral e frontal do Bloco Omar Sabino.

2.2 CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DA EDIFICAÇÃO

A cidade de Rio Branco está situada na zona bioclimática 08 e tem as estratégias bioclimáticas FIJK como alternativas para melhorar o conforto térmico, estas sendo respectivamente: desumidificação dos ambientes através da ventilação dos ambientes para melhora da sensação térmica; utilização de paredes e coberturas com maior massa térmica para que estas absorvam calor durante o dia e devolvam durante a noite, quando as temperaturas ao redor da edificação estão mais baixas; adoção de ventilação cruzada na circulação de ar do prédio; e instalação de sistema artificial de resfriamento para amenizar o desconforto térmico (ABNT, 2005b).

O prédio investigado (letra A na figura 2) possui uma edificação vizinha situada ao sul (letra B na figura 2), assim como algumas árvores situadas à leste. Entretanto, para a determinação da eficiência tais fatores foram desconsiderados, dessa forma o bloco Omar Sabino foi estudado de forma isolada.



Figura 2. Vista superior do Bloco Omar Sabino.
Fonte: Adaptado de Google Earth (2016).

2.3 COLETA DE DADOS

Com a finalidade de reunir informações sobre o tema de eficiência energética em edificações realizou-se um levantamento bibliográfico de artigos, livros, documentos eletrônicos e manuais e regulamentos técnicos em sites governamentais, como o PBE Edifica e Procel Info.

A coleta de dados da edificação Omar Sabino de Paula fundamentou-se na pesquisa documental junto ao órgão responsável da UFAC e observações *in loco*. Dessa maneira, na Prefeitura do Campus (PREFCAM) foram obtidos os projetos arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e informações quanto aos aparelhos de condicionamento de ar e das lâmpadas (UFAC, 2011). Além disso, as informações de projeto foram conferidas com as do prédio construído, para adequar o projeto à realidade executada e adotar as informações reais na análise dos dados. Os dados obtidos foram: áreas da edificação e seus ambientes, tipo de material das aberturas (janelas e portas), disposição e medidas das aberturas, área das fachadas, materiais empregados na cobertura e na parede externa, tipos de luminárias, quantidade e potência das lâmpadas do prédio, disposição dos circuitos elétricos, arranjo dos dispositivos de acionamento das lâmpadas, características do sistema hidrossanitário e a potência e isolamento térmico dos aparelhos de ar condicionado.

2.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO PRESCRITIVO

Com o objetivo de proporcionar uma melhor leitura das características da edificação, como as fachadas, o projeto arquitetônico do prédio foi adotado como parâmetro para a criação da edificação em modelo tridimensional (3D) através do software Revit. Além desse, foram empregados, o AutoCad para visualização dos projetos arquitetônico, elétrico e hidrossanitário e o Microsoft Excel para a quantificação dos dados em planilhas.

A avaliação da eficiência ocorreu através da aplicação das especificações do método prescritivo do RTQ-C preconizado pelo Inmetro. Os sistemas de envoltória, condicionamento de ar e iluminação foram analisados quanto ao atendimento aos pré-requisitos, em seguida, por procedimento de cálculo específico foram determinados os seus níveis de eficiência, e ao fim, verificou-se o atendimento aos pré-requisitos gerais e bonificações.

A determinação do nível de eficiência energética do sistema de envoltória foi realizada pelo cálculo do indicador de consumo da envoltória (IC_{env}) e determinação dos pré-requisitos específicos, sendo eles: transmitância térmica, cores e absorvância das superfícies (paredes e coberturas) e iluminação zenital (ELETROBRAS; INMETRO; UFSC, 2016).

Devido ao fato da cidade de Rio Branco situar-se na zona bioclimática 08 e o prédio possuir uma área de projeção da edificação (A_{pe}) maior que 500 m², o IC_{env} foi encontrado pela equação 1 (INMETRO, 2014b).

$$IC_{env} = -160,36.FA + 1277,29.FF - 19,21.PAF_T + 2,95.FS - 0,36.AVS - 0,16.AHS + 290,25.FF.PAF_T + 0,01.PAF_T.AVS.AHS - 120,58 \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

FA: fator altura;

FF: fator de forma;

PAF_T: percentual de abertura na fachada total;

FS: fator solar;

AVS: ângulo vertical de sombreamento;

AHS: ângulo horizontal de sombreamento.

No sistema de iluminação, a determinação da eficiência aconteceu através do emprego do método da área, que observa os limites de potência instalada, e a verificação dos pré-requisitos específicos de controle do sistema, como: divisão dos circuitos, contribuição da luz natural e desligamento automático do sistema de iluminação (ELETROBRAS; INMETRO; UFSC, 2016).

No que se refere ao sistema de condicionado de ar, observou-se que os aparelhos já são etiquetados pelo Inmetro. Dessa forma, esses valores foram ponderados para a classificação do conjunto, assim como, verificou-se o atendimento a exigência de isolamento térmico aos dutos de ar (UFSC, 2011).

Os pré-requisitos gerais (circuito elétrico separado por uso final ou equipamento de medição por uso final; aquecimento de água quente por um sistema eficiente) e as bonificações (redução do consumo anual de água superior a 40%; sistemas, fontes

renováveis de energia ou técnicas que reduzam o consumo de energia) foram observados (INMETRO, 2014b).

A partir da obtenção da classificação da envoltória, iluminação, condicionamento de ar, além do valor da bonificação e determinação de áreas, empregou-se a equação 2 para o cálculo do valor da pontuação total (PT) alcançada pelo edifício (INMETRO, 2014b).

$$PT = 0,30 \left\{ \left(\text{EqNumEnv} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + 0,30 \cdot (\text{EqNumDPI}) \\ + 0,40 \left\{ \left(\text{EqNumCA} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + b_0^1 \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

EqNumEnv: equivalente numérico da envoltória;

EqNumDPI: equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI, de Densidade de Potência de Iluminação;

EqNumCA: equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;

EqNumV: equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;

APT: área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;

ANC: área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método da simulação;

AC: área útil dos ambientes condicionados

AU: área útil

b: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de zero a 1.

Os valores do equivalente numérico de cada sistema variam entre níveis de A até E, sendo para A o equivalente numérico 5; B o valor igual 4, C o valor igual a 3, D o valor igual a 2 e E o valor igual a 1 (INMETRO, 2014b).

Com o valor da pontuação total, é determinado a classificação final da eficiência energética de acordo com a tabela 1, porém, esse nível é condicionado ao atendimento de pré-requisitos gerais e os específicos de cada sistema.

Ao fim, realizou-se uma discussão com o propósito de avaliar se tal resultado é satisfatório e foram apontadas medidas que possibilitam a edificação alcançar um maior nível de eficiência energética.

Tabela 1. Classificação final	
PT	Classificação final
$\geq 4,5$ a 5	A
$\geq 3,5$ a $< 4,5$	B
$\geq 2,5$ a $< 3,5$	C
$\geq 1,5$ a $< 2,5$	D
$< 1,5$	E

Fonte: INMETRO (2014b).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da avaliação da eficiência energética são apresentados para cada um dos sistemas, seus pré-requisitos e classificação final do prédio, assim como, discussão sobre estratégias para a obtenção de classificação A.

3.1 DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA ENVOLTÓRIA

O prédio estudado tem dois pavimentos, com aberturas em fechamentos opacos (porta de entrada em madeira) e transparentes, todas essas em vidro temperado com espessura de 6 mm e FS = 0,52 (INMETRO, 2015). Além disso, observou-se que a edificação tem a maioria de suas aberturas voltadas nas orientações Norte e Sul, sendo que essas apresentam proteção solar horizontal do tipo Brise Soleil, conforme figuras 3, 4 e 5.

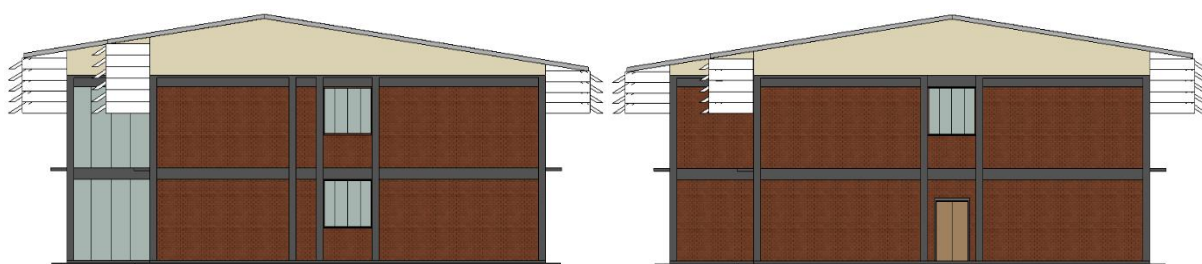


Figura 3. Fachada Leste e Oeste, respectivamente, do Bloco Omar Sabino.



Figura 4. Fachada Norte do Bloco Omar Sabino



Figura 5. Fachada Sul do Bloco Omar Sabino

3.1.1 Pré-requisitos específicos

A edificação de estudo possui paredes externas compostas por tijolos cerâmicos maciços com dimensões de 19x9x5 cm assentados na maior dimensão e argamassa com espessura de 1,5 cm entre os blocos. A face externa da parede exhibe tijolos aparentes, enquanto a face interna apresenta revestimento em argamassa do tipo reboco paulista com 3 cm de espessura, resultando nos respectivos valores de transmitância térmica e capacidade térmica, 3,54 W/(m².K) e 210,64 kJ/(m².K).

A cobertura é formada por uma treliça metálica com telhas de alumínio com espessura de 0,43 mm, forro de concreto (laje) de 8 cm de espessura e câmara de ar de 1,98 m no centro e 88 cm nas bordas próximas aos brises, totalizando 1,16 W/(m².K) de transmitância térmica e 185,02 kJ/(m².K) de capacidade térmica.

A absorvância do telhado com telhas de alumínio oxidadas é de 0,15, enquanto o envelope lateral da edificação é composto por dois materiais, o tijolo aparente e concreto aparente, ambos com absorvância igual a 0,70 (ABNT, 2005a).

A iluminação zenital proporcionada por abertura na cobertura, normalmente por claraboias, permite a entrada de luz natural no ambiente, mas é algo que pode implicar aumento da carga térmica do ambiente (ELETROBRAS; INMETRO; UFSC, 2016), entretanto, no bloco Omar Sabino não há nenhuma abertura zenital.

A partir dos resultados de todos os pré-requisitos analisados, obteve-se a Tabela 2, na qual estão destacados os limites determinados pelo RTQ-C para cada nível de eficiência, os valores obtidos e sua respectiva classificação.

Tabela 2. Classificação da envoltória conforme os Pré-requisitos específicos

Pré-requisitos específicos envoltória	Exigências RTQ-C (ZB8)			Valores obtidos	Classificação
	Nível A	Nível B	Níveis C e D		
Transmitância parede com $CT \leq 80$ $\text{kJ/m}^2\text{K}$	$\leq 2,5$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$\leq 2,5$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$\leq 2,5$ $\text{W/m}^2\text{K}$	-	-
Transmitância parede com $CT > 80$ $\text{kJ/m}^2\text{K}$	$\leq 3,7$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$\leq 3,7$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$\leq 3,7$ $\text{W/m}^2\text{K}$	3,54 $\text{W/m}^2\text{K}$	A
Transmitância cobertura para ambientes não condicionados	$\leq 2,0$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$\leq 2,0$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$\leq 2,0$ $\text{W/m}^2\text{K}$	1,16 $\text{W/m}^2\text{K}$	A
Transmitância cobertura para ambientes condicionados	$\leq 1,0$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$\leq 1,5$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$\leq 2,0$ $\text{W/m}^2\text{K}$	1,16 $\text{W/m}^2\text{K}$	B
Cores e absorvância da superfície (cobertura)	$\alpha < 0,50$	$\alpha < 0,50$	-	$\alpha = 0,15$	A
Cores e absorvância da superfície (paredes externas)	$\alpha < 0,50$	-	-	$\alpha = 0,70$	C
Percentual de abertura zenital (PAZ)	0 a 2%	0 a 2%	-	0%	A
Fator solar (FS)	0,87	0,87	-	-	-
Classificação máxima da eficiência energética da envoltória limitado pelos pré-requisitos específicos					C

Fonte: Adaptado de INMETRO (2014b).

O nível máximo da eficiência energética que o sistema de envoltória poderá alcançar com base no cálculo de IC_{env} é C, pois está limitado pelos pré-requisitos transmitância da cobertura e absorvância das paredes externas.

No emprego de tintas em superfícies, há uma relação que aponta para quanto mais baixa for sua absorvância solar, menor será a temperatura das superfícies do edifício

(DORNELLES; CARAM; SICHIERI, 2014). O estudo da influência da absorvância e transmitância no desempenho de uma residência unifamiliar por Chvatal (2014), demonstra a grande influência que essas duas propriedades termofísicas da cobertura e paredes possuem na temperatura da edificação. Em climas quentes, como as zonas bioclimáticas 6, 7 ou 8, o emprego de superfícies com absorvância maior que 0,6 pode comprometer significativamente o desempenho térmico da edificação (FERREIRA; SOUZA; ASSIS, 2017).

3.1.2 Indicador de consumo da envoltória

Após um levantamento minucioso de todas as propriedades físicas da edificação foi possível obter os valores dos índices físicos FA, FF, PAF_T, AVS e AHS, e aplicá-los na equação 1. As principais características físicas e índices do edifício estão presentes na tabela 3.

Tabela 3. Determinação dos índices físicos para o cálculo da eficiência da envoltória

Índice	Descrição	Valor
AHS	Ângulo horizontal de sombreamento	6,11°
AVS	Ângulo vertical de sombreamento	15,93°
PAF _T	Percentual de abertura na fachada	0,19
FA	Fator altura	0,51
FF	Fator de forma	0,32
FS	Fator solar	0,52
A _{env}	Área da envoltória	1604,39 m ²
A _{pcob}	Área de projeção da cobertura	772,25 m ²
A _{pe}	Área de projeção da edificação	772,25 m ²
V _{total}	Volume total	5019,63 m ³
A _{total}	Área total	1527,22 m ²
A _{fachadatotal}	Área de todas as fachadas	832,14 m ²
A _{aberturatotal}	Área de todas as aberturas	158,46 m ²
IC _{maxD}	Limite máximo do Indicador de consumo	252,37
IC _{min}	Limite mínimo do Indicador de consumo	212,62
i	Subdivisão do intervalo de IC	9,94
IC _{env}	Indicador de consumo da envoltória	215,37
IC _{envA}	Limite máximo do IC _{env} para nível A	222,56

Com a utilização dos valores de indicadores de consumo e seu intervalo, foram delimitadas as faixas para cada consumo, sendo o valor máximo de IC igual a 222,56 na categoria de eficiência energética A. Dessa maneira, IC_{env} encontrado (215,37) obteve nível A, mas o nível máximo limitado pelos pré-requisitos específicos para a classificação da envoltória é C. Por consequência, o nível de eficiência energética da envoltória é C e o seu EqNum é 3.

O percentual de abertura das fachadas, sua orientação solar e o emprego de proteções solares possuem impacto na eficiência energética da edificação. Na situação em que maior for o percentual de abertura, menor será a eficiência da envoltória e esse efeito é potencializado se a orientação das aberturas não for favorável, além disso, quanto mais sombreadas forem as aberturas, maior será o nível de eficiência alcançado (FOSSATI; LAMBERTS, 2010).

3.2 DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

3.2.1 Pré-requisitos específicos

Em todos os ambientes da edificação existe, no mínimo, um dispositivo de controle manual para ligar e desligar o seu sistema de iluminação interno, sendo que em alguns ambientes o sistema de iluminação é subdividido em partes menores. Em todos dispositivos de controle, o local está acessível e permite que o usuário tenha a percepção de quais lâmpadas estão sendo acionadas.

Quanto a contribuição da luz natural, o prédio não apresenta um sistema de acionamento independente para as luminárias próximas às janelas. Em uma comparação envolvendo ambientes com sistemas de ar condicionado e iluminação natural integrada à iluminação artificial, foi detectado um consumo 50,5% menor de energia elétrica em relação a ambientes com ar condicionado e iluminação artificial (RUPP; GHISI, 2013).

A exigência quanto ao desligamento automático do sistema de iluminação não se aplica ao objeto de estudo, portanto tal pré-requisito é considerado atendido.

A análise dos pré-requisitos resultou na tabela 4. Nesta, é possível verificar o status em relação ao atendimento e o nível energético máximo que o sistema de iluminação pode atingir.

Tabela 4. Classificação conforme o atendimento aos pré-requisitos

Pré-requisitos específicos - Iluminação	Atendimento exigido pelos pré-requisitos por nível				Atendimento obtido	Classificação
	Nível	Nível	Nível	Nível		
	A	B	C	D		
Divisão dos circuitos	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	A
Contribuição da luz natural	Sim	Sim	Não	Não	Não	C
Desligamento automático do sistema de iluminação	Sim	Não	Não	Não	Sim	A
Classificação máxima da eficiência energética da iluminação limitado pelos pré-requisitos específicos						C

Fonte: Adaptado de INMETRO (2014b).

3.2.2 Determinação da eficiência

O sistema de iluminação do prédio é formado por três variedades de luminárias, onde cada uma é composta por duas lâmpadas com luz de cor branca. A diferença entre elas é que a luminária com aletas reflexivas utiliza lâmpadas fluorescentes tubulares com potência de 32 W enquanto as outras duas luminárias fazem uso de lâmpadas fluorescentes compactas com potência de 20 W. Considerando todos os ambientes da edificação, a potência total do sistema de iluminação é de 17440 W. A tabela 5 apresenta os resultados do método da área e o nível de eficiência energética obtido.

Tabela 5. Nível de eficiência do sistema de iluminação obtido pelo método da área

Função da edificação	Universidade			
Área (m ²)	1527,22			
Nível de eficiência	A	B	C	D
Densidade de potência de iluminação limite (W/m ²)	10,7	12,3	13,9	15,5
Potência limite (W)	16341,3	18784,8	21228,4	23671,9
Potência total (W)	17440			
Nível de eficiência obtido	B			

Fonte: Adaptado de INMETRO (2014b).

Embora o sistema de iluminação pelo método adotado tenha atingido a nota B, o mesmo não obedeceu ao pré-requisito de contribuição da luz natural, resultando na classificação final do sistema no nível C e EqNum igual a 3.

3.3 DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

O sistema de condicionamento de ar, com aparelhos etiquetados pelo INMETRO, apresenta isolamento térmico para as tubulações do conjunto. São utilizados três modelos diferentes de ar condicionado na edificação, conforme a tabela 6, sendo dois do tipo split hi wall e um do tipo split piso teto. Os ambientes climatizados são as salas de aula, sala dos professores, coordenação, administrativo, laboratório de elétrica, sala de topografia e sala ambiente.

Tabela 6. Ponderação da capacidade total e equivalente numérico

Especificação de aparelho	Nível	EqNum	Quantidade de equipamentos	Potência unitária (Btu/h)	Potência total (Btu/h)	Ponderação	EqNum Final
Split piso teto Carrier	C	3	9	58000	522000	0,7035	2,1105
Split hi wall Inverter Midea	A	5	11	18000	198000	0,2668	1,3342
Split hi wall Midea	A	5	1	22000	22000	0,0296	0,1482
Total			21	98000	742000	1	3,59

Fonte: Adaptado de UFSC (2011).

Com o levantamento de todas as informações necessárias para a realização de ponderação do nível de eficiência, temos o EqNumFinal de 3,59, que está situado entre o intervalo 3,5 a 4,5, resultando na Classificação B.

3.4 DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS BONIFICAÇÕES

As bonificações podem resultar em um máximo de 1 ponto adicional ao nível de eficiência do edifício, que pode ser obtido através de economias comprovadas no consumo de água ou eletricidade (CARLO; LAMBERTS, 2010).

O bloco Omar Sabino de Paula não adota o uso de energia eólica ou solar, nem sistemas que elevem a eficiência energética da edificação com uma economia de no mínimo 30% do consumo anual de energia elétrica.

Nos banheiros da edificação tem-se instaladas torneiras de acionamento hidromecânico, vasos sanitários com válvula de descarga de parede e chuveiros, na copa tem-se uma torneira convencional para a pia de cozinha e outra para um tanque.

Esse tipo de torneira com acionamento hidromecânico pode proporcionar uma redução significativa no volume diário de água consumido, mais precisamente, 63,5% em relação a torneiras convencionais em um banheiro de um campus universitário (CUREAU; KALBUSCH; HENNING, 2019). Em um bloco de sala de aula, a troca de torneiras convencionais por econômicas resultou em uma diminuição de 12,34% no consumo total do prédio (ALEXANDRE; KALBUSCH; HENNING, 2017). Portanto, embora as torneiras ocasionem uma economia no consumo de água, essa não chega a 40% do consumo total da edificação.

3.5 CLASSIFICAÇÃO GERAL DA EDIFICAÇÃO CONFORME OS PRÉ-REQUISITOS GERAIS E A EFICIÊNCIA DE CADA SISTEMA

A instalação elétrica do prédio é formada por circuitos elétricos separados por uso final, como iluminação, ar condicionado e tomadas, também, não existe demanda por água quente na edificação, atendendo ao pré-requisito geral. Com a reunião de todos os dados e aplicação na equação 2, obteve-se a pontuação final igual a 3,62, indicado na tabela 7.

Tabela 7. Classificação geral do edifício

Índice	Descrição	Valor
EqNumEnv	Equivalente numérico da envoltória	3
EqNumV	Equivalente numérico dos ambientes não condicionados	0
EqNumDPI	Equivalente numérico do sistema de iluminação	3
EqNumAC	Equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar	3,59
AU	Área útil	1399,3 m ²
AC	Área útil dos ambientes condicionados	939,71 m ²
APT	Área útil dos ambientes de permanência transitória	459,59 m ²
ANC	Área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada	0 m ²
PT	Classificação geral do edifício	3,62

Dessa forma, o nível de eficiência energético do bloco Omar Sabino de Paula da Universidade Federal do Acre é B, conforme o método prescritivo do RTQ-C.

3.6 ESTRATÉGIAS PARA ALCANÇAR MAIORES NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A edificação estudada alcançou nível de eficiência energética B, mas com algumas modificações no quadro dos sistemas ou bonificações, algumas de menor impacto financeiro e outras de maior investimento, é possível alcançar a classificação A.

3.6.1 Envoltória

O indicador de consumo da envoltória foi identificado no nível de eficiência A, contudo o nível máximo que o sistema pode alcançar é C, pois não atendeu ao pré-requisito de cores e absorvância das paredes externas, cujo valor é 0,70 e exige-se que seja menor que 0,50.

Dessa forma, é necessário aplicar nas paredes externas revestimentos ou pinturas com absorvância mais baixa, em toda a parede ou em parte, até que a média ponderada das absorvâncias e áreas de todas as superfícies externas da fachada (excetuando-se as aberturas) resulte em $\alpha < 0,50$. Um exemplo é o reboco e a pintura em cor branca, que possui $\alpha = 0,20$ (ABNT, 2005a) em toda a fachada leste e oeste da edificação e a pintura em mesma cor branca somente das vigas e pilares em concreto aparente das fachadas norte e sul.

A transmitância da cobertura para ambientes condicionados foi outro pré-requisito que limitou a envoltória em nível B. Como alternativas que proporcionam a transmitância térmica menor que $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, tem-se o emprego de telhas metálicas termoacústicas (compostas por poliestireno ou poliuretano) na cobertura ou a substituição da cobertura atual por um telhado verde sobre a laje, fazendo todas as modificações necessárias (INMETRO, 2015).

3.6.2 Sistemas de iluminação

Para que a restrição de nível máximo igual a C do sistema de iluminação quanto aos pré-requisitos seja superada, deve-se proporcionar um acionamento independente das luminárias próximas às aberturas da fachada, alcançando nível A. Além disso, o cálculo da eficiência pelo método da área da edificação mostrou que a potência total instalada é maior

que a potência limite para o nível A, dessa forma, é necessário diminuir a potência do bloco em 1098,7 W.

Esta redução na potência representa 35 lâmpadas de 32W ou 55 lâmpadas de 20W, o que é bastante significativo. Dessa forma, é preciso observar em quais ambientes há um superdimensionamento no sistema de iluminação e caso não exista, realizar a troca das lâmpadas fluorescentes existentes por lâmpadas de led.

As lâmpadas de led possuem maior eficiência luminosa em comparação com outras lâmpadas, dado que uma lâmpada fluorescente compacta de 15W equivale a uma LED de 9W, em termos de fluxo luminoso (INMETRO, 2016).

3.6.3 Sistemas de condicionamento de ar

Para que o sistema de condicionamento de ar obtenha nível A, é necessário a troca dos aparelhos que apresentaram certificação nível C por outros com nível A. Estes podem ser do tipo split piso teto ou split hi wall, preservando a mesma capacidade total em Btu/h no ambiente.

3.6.4 Classificação geral

Com a implementação de todas as propostas o nível de eficiência de cada sistema se torna A, resultando na pontuação final da edificação igual a 5 e eficiência energética nível A, tornando as bonificações dispensáveis.

Entretanto, pode-se buscar outras formas de atingir o nível A para o prédio, como através do emprego de apenas algumas propostas para que o equivalente numérico se torne igual a 4 em dois sistemas, 3 no outro sistema e um ponto nas bonificações, assim a pontuação final seria superior a 4,5.

Em um estudo realizado por Kammers e Ghisi (2006) em dez edifícios do setor público, observou-se que o uso final do vaso sanitário representa, em média, 47,7% do consumo das edificações, além disso, a maioria das atividades não requerem o uso de água potável, aproximadamente 77% da água potável utilizada nos edifícios pode ser substituída por água pluvial ou reuso de águas cinzas.

A utilização de equipamentos economizadores de água em duas escolas públicas de Florianópolis, sendo uma municipal e outra estadual, atingiram, respectivamente, uma redução de 15,3% e 55,9% no consumo de água, e se combinado com aproveitamento de água pluvial, essa redução pode chegar a 27,8% e 72,7% (FASOLA et al., 2011).

Portanto, uma alternativa que possibilitaria uma redução superior a 40% no consumo anual de referência de água da edificação e resultaria uma bonificação de 1 ponto, seria a instalação de válvulas de descarga com duplo acionamento (com vazão de 3 e 6 lpd), de torneiras com acionamento hidromecânico na copa, e complementarmente, o aproveitamento de água pluvial ou reuso de águas cinzas.

Existem também outras ações que promoveriam um acréscimo de eficiência energética e pontuação por bonificação através do uso de fontes renováveis de energia e/ou técnicas inovadoras. É importante destacar a consideração da eficiência energética desde a fase de projeto, pois, desse modo é possível obter com menores investimentos uma economia de até 50% (PROCEL INFO, 2019).

4. CONCLUSÕES

Os níveis de eficiência energética dos sistemas de envoltória, iluminação e condicionamento de ar foram classificados em C, C e B, respectivamente. Além disso, a edificação não apresentou nenhuma iniciativa que proporcionasse um aumento da eficiência, que resultaria em pontuação por bonificação. Com base na classificação energética dos sistemas e dos pré-requisitos gerais, a classificação final da edificação foi B. Tendo em vista que o prédio foi projetado sem as pretensões de buscar a etiquetagem do regulamento técnico, pode-se informar que o resultado é satisfatório.

Ainda assim, foram elencadas estratégias que possibilitam a eficiência do bloco Omar Sabino atingir o nível A, tais sendo: redução da absorvância das paredes externas, diminuição da transmitância térmica da cobertura, instalação de um sistema de acionamento independente das luminárias próximas às aberturas da fachada, redução de 1098,7 W da potência total instalada do bloco e substituição dos aparelhos de ar condicionado com nível de eficiência C por outros de nível A.

A instalação de equipamentos economizadores de água e aproveitamento de água pluvial ou águas cinzas, resultariam em 1 ponto por bonificação. Vale destacar que também existem outras medidas podem ser adotadas na edificação.

Dessa forma, o presente trabalho se propôs a estimular a discussão sobre o tema e colaborar no uso da etiquetagem e na concepção de edificações mais eficientes.

5. REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, A. C.; KALBUSCH, A.; HENNING, E. Avaliação do impacto da substituição de equipamentos hidrossanitários convencionais por equipamentos economizadores no consumo de água. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 22, n. 5, p. 1005–1015, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15220-2 – Desempenho Térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005a.

_____. **NBR 15220-3 – Desempenho Térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005b.

BATISTA, N. do N.; ROVERE, E. L. LA; AGUIAR, J. C. R. Energy efficiency labeling of buildings: An assessment of the Brazilian case. **Energy and Buildings**, v. 43, n. 6, p. 1179–1188, 2011.

BELUSSI, L. *et al.* A review of performance of zero energy buildings and energy efficiency solutions. **Journal of Building Engineering**, v. 25, 2019.

CARLO, J.; LAMBERTS, R. Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte 1: método prescritivo. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 2, p. 7–26, 2010.

CHVATAL, K. M. S. Avaliação do procedimento simplificado da NBR 15575 para determinação do nível de desempenho térmico de habitações. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 4, p. 119–134, 2014.

COSTA, M. L.; FREIRE, M. R.; KIPERSTOK, A. Strategies for thermal comfort in university buildings - The case of the faculty of architecture at the Federal University of Bahia, Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 239, p. 114–123, 2019.

CUREAU, R. J.; KALBUSCH, A.; HENNING, E. Análise comparativa entre torneira convencional e torneira de funcionamento hidromecânico instaladas em um campus universitário. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 2, p. 157–170, 2019.

DORNELLES, K. A.; CARAM, R. M.; SICHIERI, E. P. Absortância Solar e Desempenho Térmico De Tintas Frias Para Uso No Envelope Construtivo. **XII Encontro Nacional e VIII Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído**, n. 12, p. 55–64, 2014.

ELETOBRAS; INMETRO; UFSC. **Manual para Aplicação do RTQ-C**. Brasil, 2016. 212 p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balço Energético Nacional 2018**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-419/BEN2018__Int.pdf>. Acesso em 28 mai. 2019.

FASOLA, G. B. *et al.* Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 4, p. 65–78, 2011.

FERREIRA, C. C.; SOUZA, H. A. DE; ASSIS, E. S. DE. Discussão dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos segundo as normas de desempenho térmico brasileiras. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 1, p. 183–200, 2017.

FOSSATI, M.; LAMBERTS, R. Eficiência energética da envoltória de edifícios de escritórios de Florianópolis: discussões sobre a aplicação do método prescritivo do RTQ-C. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 2, p. 59–69, 2010.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 4, p. 51–81, 2006.

GOOGLE EARTH. **Vista superior do Bloco Omar Sabino**. Acesso em 29 de junho de 2016.

INSTITUTO DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – Inmetro. **Anexo geral V – Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros**. Brasil, 2015. 28 p.

_____. **Lâmpada LED**. Brasil, 2016. 10 p. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/cartilhas/lampada-led/lampadaled.pdf>>. Acesso em 28 mai. 2019.

_____. **Manual para etiquetagem de edificações públicas: Gestor Público**. Brasil, 2014a. 121 p.

_____. **Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energéticas de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Brasil, 2014b. 93 p.

_____. **Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações: Residencial, Comercial, de Serviço e Público**. Brasil, 2013. 104 p.

KAMMERS, P. C.; GHISI, E. Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 1, p. 75–90, 2006.

LAMBERTS, R; DUTRA, L; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2014. 366 p

PBE EDIFICA. **O que é etiqueta PBE Edifica?**. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/conhecendo-pbe-edifica>>. Acesso em 28 mai. 2019.

PROCEL INFO. **PROCEL EDIFICA – Eficiência Energética nas Edificações**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMIDC46E0FFDBD124A0197D2587926254722LUMISADMIN1PTBRIE.htm>>. Acesso em 28 mai. 2019.

RUPP, R. F.; GHISI, E. Potencial de economia de energia elétrica através do uso da luz natural e da ventilação híbrida em edifícios comerciais em Florianópolis. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 4, p. 75–86, 2013.

SOUZA, R. V. G. DE; SOARES, C. P. S.; ALVES, T. P. Avaliação de dispositivos de sombreamento no RTQ-R do ponto de vista térmico e luminoso. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 4, p. 139–159, 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC. **Determinação do nível de eficiência energética de um edifício exemplo utilizando o RTQ-C**. Florianópolis, 2011. 51p

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE – UFAC. **Projeto arquitetônico, elétrico e hidrossanitário do bloco Omar Sabino**. Brasil: Prefeitura do Campus – PREFCAM, 2011.



A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO COMO RECURSOS DIDÁTICOS NAS AULAS DE GEOGRAFIA: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA COM BOLSISTAS DO PIBID NO COLÉGIO DE APLICAÇÃO-UFAC

Arivaldo D'Avila de Oliveira¹, Anderson Azevedo Mesquita², Rodrigo Otávio Perea Serrano³

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Colégio de Aplicação (CAp), Rio Branco, Acre, Brasil;

2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Rio Branco, Acre, Brasil;

3. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

O presente capítulo apresenta o resultado de um artigo científico publicado na Revista Sul-Americana de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (SAJEBTT), no ano de 2014. A maioria dos alunos não demonstra interesse em aprender Geografia. São diversos os mecanismos que podem ser usados nesse processo, os quais são importantes meios para dinamizar e alcançar objetivos satisfatórios. Esse trabalho é o fruto de uma atividade pedagógica desenvolvida pelos bolsistas do *Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência* (Pibid) do Curso de Geografia juntamente com os alunos do 6º ano do Ensino Fundamental do Colégio de Aplicação da UFAC. Tem por objetivo proporcionar aos alunos maiores conhecimentos acerca do ensino de Geografia na área da cartografia. Os temas discutidos referem-se aos aplicativos Google Earth, Google Maps, Mapas Digitais, Bússola e o Sistema de Posicionamento Global (GPS). Ao término dessa atividade, pode-se observar que os alunos demonstraram bastante conhecimento e interação sobre cada tema ministrado devido à grande familiaridade que possuem com as TI's.

Palavras-chave: Geografia, Ensino e Tecnologia.

ABSTRACT

This chapter presents the results of a scientific paper published in the South American Journal of Basic, Technical and Technological Education (SAJEBTT) in the year 2014. Most students do not show interest in learning Geography. There are several mechanisms that can be used in this process, which are important means to stimulate and achieve satisfactory goals. This work is the result of a pedagogical activity developed by the scholarship recipients of the Institution Program of Initiation to Teaching Grants (Pibid) of the Geography Course together with the students of the 6th year of Elementary School of the College of Application of UFAC. It aims to provide students with more knowledge about the teaching of Geography in the area of cartography. Topics discussed relate to Google Earth, Google Maps, Digital Maps, Compass, and Global Positioning System (GPS) applications. At the

end of this activity, it can be observed that the students have demonstrated a great deal of knowledge and interaction on each topic given due to the great familiarity they have with TI's.

Keywords: Geography; Teaching; Technology.

1. INTRODUÇÃO

No âmbito da educação básica é comum que os alunos não demonstrem interesse em aprender Geografia, em muitos casos, se preocupam mais com as disciplinas com maior volume de conteúdo com língua portuguesa e com as áreas de exatas, decorrente da dificuldade de compreensão da linguagem matemática. Além disso, as aulas geografia são vistas, por parte dos alunos, como chatas, sendo necessário a busca por alternativas pedagógicas que ofereçam melhores atrativos.

Na Geografia tem-se diversos mecanismos que podem ser usados nesse processo de captura da atenção do aluno, com a intenção de dinamizar e alcançar objetivos satisfatórios. Quando se trata de motivação, é importante compreender, por um lado, que é papel do professor orientar, direcionar e intervir nos motivos dos alunos, realizando a mediação didática (LIBÂNEO, 2009).

Esse trabalho é o resultado de uma atividade pedagógica desenvolvida pelos bolsistas do Programa de Iniciação à Docência (Pibid) da área de Geografia, juntamente com os alunos do 6º ano do Ensino Fundamental do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Acre.

Os temas discutidos estão todos relacionados às Tecnologia da Informação utilizadas para o conhecimento e aprofundamento da Cartografia e para o ensino de Geografia referentes aos aplicativos Google Earth, Google Maps, Mapas Digitais, Bússola e o Sistema de Posicionamento Global (GPS).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização dessa atividade, contou-se com o apoio dos alunos bolsistas do Pibid da área de Geografia da Ufac para sua elaboração e execução, onde em um primeiro momento foram realizadas a seleção dos temas a serem abordados. Em seguida, houve

um levantamento de informações através de levantamento bibliográfico sobre os temas a serem trabalhados em sala de aula.

Logo depois, ocorreram discussões com os bolsistas sobre o que eles entenderam, resultando na elaboração de um plano de aula. Por último, houve a execução de aula didática com um tempo de cinquenta minutos para cada ministrante juntamente com os alunos do 6º ano do ensino fundamental, no laboratório de informática da escola.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ensino de Geografia é extremamente importante no processo formativo de um indivíduo, pois a partir dele compreende-se melhor as formas com que o ser humano constrói o seu espaço e transforma a natureza. Além disso, é a partir das aulas de Geografia nos ensinos fundamental e médio que as pessoas angariam suas primeiras noções sobre economia, política, relevo, cidades, meio ambiente, entre outras importantes questões sociais.

É função da escola e do ensino de Geografia formar um modo de perceber a natureza e o ambiente físico, não apenas na sua constituição natural, mas como meios resultantes da relação do homem com a natureza (BORTOLOZZI; PEREZ FLHO, 2000). No entanto, é preciso clarificar a importância e o papel que o ensino de Geografia possui no sentido de desfazer determinados mitos. Esse esclarecimento contribui não para se conceber uma “verdadeira Geografia”, mas para evitar eventuais desvios no padrão de ensino ou distorções sobre a concepção da realidade em sala de aula.

Além disso, é importante lembrar que boa parte dos alunos não se identifica com essa disciplina simplesmente por não compreender verdadeiramente do que ela trata, dos seus objetivos e de sua validade cotidiana. Isto também se reflete na constituição curricular do Brasil para a educação básica, de modo geral, há uma priorização pelas disciplinas de áreas exatas e principalmente pela língua portuguesa.

O foco dos conteúdos em problemas sociais e ambientais relevantes, onde os problemas estejam relacionados à convivência de culturas, subjetividade e intersubjetividade, temas emergentes no mundo e no mundo do aluno (GARCÍA PÉREZ; ALBA FERNÁNDEZ, 2008). O foco nestes conteúdos proporciona aos alunos uma melhor assimilação da geografia, principalmente por fazer parte direta e indiretamente de suas relações sociais e principalmente na interpretação do seu espaço geográfico.

Por essa razão, o lugar como objetivo do ensino de Geografia para a escola básica tem sido destacado em pesquisa e na maior parte dos livros didáticos para o ensino fundamental. Conhecer os países, bem como as principais cidades do mundo, é, sem dúvida, relevante. Saber que o dólar é uma moeda importante, assim como o euro, também (BRASIL, 2009).

O mesmo acontece com informações sobre os diversos lugares do mundo, a localização dos blocos econômicos e dos continentes. No entanto, é um equívoco considerar que essas informações devam ser abordadas de forma decorativa, sem reflexão e sem uma sistematização teórico- metodológica.

É indicado uma prática para o ensino de Geografia, que consiste em buscar a criação de ambiências, de caminhos possíveis, que partam do indivíduo para as interconexões coletivas, ampliando-se a força de transformação, de solidariedade, de trocas de saberes e de responsabilidade social (SUERTEGARAY, 2002).

Muitas pessoas, em suas aulas de Geografia, tiveram como atividade o desenho de mapas de contorno sobre regiões, países e, em alguns casos, até do mundo inteiro. No entanto, essa prática não é necessariamente obrigatória para que os alunos acumulem melhor os conhecimentos cartográficos. Em muitos casos, aulas sobre a leitura dos mapas ou a aplicação deles são muito mais relevantes do que a realização mecânica de desenhos aleatórios.

Porém, que não se trata de trabalhar o lugar apenas como uma referência local, mas como uma escala de análise necessária para se compreender os fenômenos que acontecem no mundo, mas ocorrem temporal e territorialmente nesse local (CALLAI, 2003; 2006).

Um dos principais erros cometidos por professores nas aulas de Geografia é a não aplicação correta dos temas históricos. Como sabemos, o espaço geográfico é fruto das ações, das técnicas, da composição dos objetos e dos elementos físicos e sociais. Portanto, ele é fruto, também, de relações históricas. Assim, se desconsideramos o passado ou se nos prendermos demais a ele, corre-se o risco de não abordar em sala de aula os conteúdos de uma forma mais clara e compreensível, pois a realidade deixa de ser explicada em sua totalidade. O resgate e a contextualização de determinados fenômenos geográficos tornam-se imprescindíveis para o melhor dinamismo das aulas.

No contexto da promoção da educação tradicional, em um tempo em que os recursos didáticos eram escassos, as aulas expositivas eram muito comuns, tanto para a Geografia quanto para as demais disciplinas. No entanto, com o advento dos avanços tecnológicos e

com a difusão de novas metodologias no processo de ensino-aprendizagem, esse tipo de aula começou a ser tachado como obsoleto e passou a entrar em desuso.

No âmbito da Geografia, essa lógica se acirrou, haja vista que essa disciplina envolve muitas questões que são melhores compreendidas quando visualizadas, vividas ou presenciadas pelos estudantes. Dessa forma, aulas envolvendo cartogramas digitais, trabalhos de campo, consultas em sites e jornais e outras ferramentas tornaram-se mais difundidas e foram responsáveis por dinamizar o ensino dos estudos geográficos em seus vários temas e vertentes.

É salientado que o aluno hoje é um cidadão do mundo e não pertence apenas a um local ou país”, seja porque a mobilidade das pessoas é intensa, seja porque a vida de todos está impregnada de influências que provêm do processo de produção global. Diante disso, surge na Geografia novas formas e abordagens mais dinamizadas, as quais podem tornar as aulas de geografia mais interessantes, usando ferramentas que já fazem parte do dia-a-dia do aluno na atualidade, em virtude da modernidade que as o processo de globalização disponibiliza para todas as comunidades globais e a escolar não poderia ficar fora desse novo contexto.

É também enfatizado que diante dessa realidade, investe-se na produção de conhecimentos mais abertos, mais articulados e integrados aos diferentes campos científicos, incorporando interpretações menos racionais aos fenômenos e fatos vivenciados. Busca-se a compreensão da complexidade inerente a esses fenômenos e fatos, expressa em um conhecimento interdisciplinar (MORIM, & LE MOIGNE, 2000)

Não basta o professor aprender a operacionalizar o computador, isto é, saber ligar e colocar um software para o aluno usar. O professor precisa vivenciar e compreender as implicações educacionais envolvidas nas diferentes formas de utilizar o computador, a fim de poder propiciar um ambiente de aprendizagem criativo e reflexivo para o aluno (PRADO, 1999)

Para uma maior compreensão, enfocamos as temáticas Google Earth, Google Maps, os Mapas Digitais, o Sistema de Posicionamento Geográfico (GPS) e a Bússola como pontos principais de discussão desse trabalho em relação à inclusão das tecnologias de informação inseridas no ensino da Geografia escolar.

3.1 O GOOGLE EARTH

O Google Earth é uma espécie de navegador com o qual você pode visualizar todo

o planeta. As imagens são capturadas de satélites, com uma qualidade impressionante. O programa é totalmente gratuito, mas requer máquina potente e conexão rápida à Internet. Esse programa é integrado com uma ferramenta de busca. Basta digitar o nome de uma cidade para ele levá-lo até ela. Além disso, o programa permite criar "favoritos" dos locais, para acesso rápido, entre vários outros recursos.

Essa ferramenta tem como função apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite obtidas de fontes diversas, imagens aéreas (fotografadas de aeronaves) e GIS 3D. Desta forma, o programa pode ser usado simplesmente como um gerador de mapas bidimensionais e imagens de satélite ou como um simulador das diversas paisagens presentes no Planeta Terra.

Com isso, é possível identificar lugares, construções, cidades, paisagens, entre outros elementos. O programa é similar, embora mais complexo, ao serviço também oferecido pelo Google conhecido como Google Maps. O programa está disponível em duas diferentes licenças: Google Earth, a versão grátis, mas com funções limitadas; e o Google Earth Pro que se destina a uso comercial.

3.2 O GOOGLE MAPS

O Google Maps é um serviço de pesquisa e visualização de mapas e imagens de satélite da Terra gratuito na web fornecido e desenvolvido pela empresa estadunidense Google. Atualmente, o serviço disponibiliza mapas e rotas para qualquer ponto nos Estados Unidos, Canadá, na União Europeia, Austrália e Brasil, entre outros.

Disponibiliza também imagens de satélite do mundo todo, com possibilidade de um zoom nas grandes cidades, como Nova Iorque, Paris, São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, entre outras. Juntamente com o lançamento da versão brasileira do Google Maps, a empresa introduziu o Local Business Center, ferramenta que permite com que qualquer empresa faça seu cadastro e seja então encontrada no Google Maps por qualquer usuário.

No cadastro as empresas podem preencher seus dados cadastrais, horário de atendimento, formas de pagamento, logotipo e fotos, sendo necessária confirmação do cadastro através de uma ligação telefônica, SMS ou carta.

Com uma conta Google, já é possível destacar as suas próprias rotas, pontos e áreas, gerar comentários e compartilhar os respectivos *links* de acesso ao mapa criado.

Também é possível gerar um arquivo KML para integração com o Google Earth.

3.3 O MAPEAMENTO DIGITAL

O Mapeamento Digital também chamado de cartografia digital é o processo pelo qual um conjunto de dados são compilados e formatados em uma imagem virtual. A função principal desta tecnologia é a produção de mapas que dão representações precisas de uma determinada área, detalhando os principais eixos rodoviários e outros pontos de interesse. A tecnologia também permite o cálculo de distâncias de um lugar para o outro.

Apesar do mapeamento digital poder ser encontrado em uma variedade de aplicações computacionais, como o Google Earth, o principal uso desses mapas é com o Sistema de Posicionamento Global, ou a rede de satélites GPS, utilizados em sistemas de navegação automotivo padrão.

Os Mapas Digitais dependem fortemente de uma grande quantidade de dados coletados ao longo do tempo. A maioria das informações que compõem os mapas digitais é o resultado das imagens de satélite, bem como informações de nível de rua. Mapas devem ser atualizados com frequência para fornecer aos usuários a reflexão mais precisa de um local. Embora haja um amplo espectro de empresas que se especializam em mapeamento digital, a premissa básica é que os mapas digitais retratem com precisão as estradas como elas realmente aparecem para fornecer experiências de vida semelhantes.

3.4. O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS)

O sistema de Posicionamento Global (do inglês *Global Positioning System*, GPS) é um sistema de navegação por satélite que fornece a um aparelho receptor móvel a sua posição, assim como informação horária, sobre todas condições atmosféricas, a qualquer momento e em qualquer lugar na Terra, desde que o receptor se encontre no campo de visão de quatro satélites GPS. Inicialmente o seu uso era exclusivamente militar, estando atualmente disponível para uso civil gratuito. No entanto, poucas garantias apontam para que em tempo de guerra o uso civil seja mantido, o que resultaria num sério risco para a navegação. O GPS foi criado em 1963 para superar as limitações dos anteriores sistemas de navegação já ultrapassados.

Além de sua aplicação óbvia na aviação geral e comercial e na navegação marítima, qualquer pessoa que queira saber a sua posição, encontrar o seu caminho para determinado local (ou de volta ao ponto de partida), conhecer a velocidade e direção do seu deslocamento pode-se beneficiar com o sistema. Atualmente o sistema está sendo muito difundido em automóveis com sistema de navegação de mapas, que possibilita uma visão geral da área que você está percorrendo.

3.5. A BÚSSOLA

A Bússola é um instrumento de navegação e orientação baseado em propriedades magnéticas dos materiais ferromagnéticos e do campo magnético terrestre. A palavra *bússola* vem do italiano *bussola*, que significa “pequena caixa” de madeira de buxo.

O uso da bússola para fins precisos requer que se tenha em mãos também um mapa cartográfico que indique a correção a ser feita na leitura bruta da bússola a fim de se localizar o norte geográfico corretamente. Tal correção deriva não apenas do fato dos polos magnéticos e geográficos não coincidirem precisamente, mas também, do fato de a leitura da bússola ser diretamente influenciada pelas condições ambientais locais - a exemplo pela grande presença de material ferromagnético no solo. As cartas de navegação normalmente apresentam tal informação sob o nome de "declinação magnética" do local.

A bússola é um instrumento de navegação que permite encontrar ou determinar direções. Ela consiste num ponteiro magnetizado livre para se alinhar de maneira precisa com o campo magnético da Terra. A bússola fornece a uma direção de referência conhecida que é de grande ajuda na navegação. Os pontos cardeais são norte, sul, leste e oeste. Uma bússola pode ser usada com um relógio e uma sextante para fornecer uma capacidade de navegação bem precisa. Esse dispositivo melhorou bastante o comércio marítimo tornando as viagens mais seguras e mais eficientes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro de uma análise mais abrangente do ambiente escolar percebe-se que muitos professores ainda não estão comprometidos com um projeto de formação pedagógica na

qual tenham uma convicção da importância da Geografia escolar para a formação e da expectativa de que seu trabalho contribua para mudar a vida dos seus alunos.

No entanto, ao término dessa atividade, pode-se observar que muito embora a temática fosse uma coisa nova no campo do ensino da Geografia, os alunos demonstraram bastante conhecimento e interação sobre cada tema ministrado, haja vista que a maioria deles tem acesso às tecnologias já existentes no seu cotidiano, como uso de celulares, tablets, notebook, computadores, dentre outras. Dessa forma, esse fato facilitou o bom andamento das apresentações e das discussões realizadas em cada tema ministrado, tornando a atividade mais agradável e um índice de aprendizagem bastante positivo para a maioria dos alunos.

Para os bolsistas de iniciação à docência a experiência formativa, com ênfase no uso de tecnologias de informação e comunicação, é uma possibilidade efetiva de transformar a prática pedagógica do ensino de geografia. A compreensão do ambiente e da geografia escolar com o uso de tecnologias visa a quebra de uma prática e currículo tradicional desconexo com o mundo digital e globalizado contemporâneo.

Enfim, a observação sistemática do cotidiano da escola revela limites desse espaço como formador do profissional, não se constituindo em lugar de estudo, de reflexão. O espaço escolar, ao contrário, impõe um trabalho em ritmo acelerado, fragmentado, sem reflexão, sem integração entre os docentes, o que dificulta a experiência da inovação, mas certamente não a impossibilita.

5. REFERÊNCIAS

BORTOLOZZI, A.; PEREZ FILHO, A. Diagnóstico da educação ambiental no ensino de geografia. **Cadernos de Pesquisa**, n. 109, p. 145-171, 2000.

BRASIL. PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO. **Guia de livros didáticos: Geografia**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2009.

CALLAI, H.C. **O Estudo do Lugar e a Pesquisa como princípio da Aprendizagem**. *Espaços da Escola*, Ijuí, n. 47, jan/mar. 2003.

_____. **Estudar o Lugar para compreender o Mundo**. In: Antonio Carlos Castrogiovanni; Helena Copetti Callai; Nestor Andre Karecher (Org.). *Ensino de Geografia - práticas e textualizações no cotidiano*. 5 eds. Porto Alegre: Mediação, 2006.

GARCÍA PÉREZ, F.F.; ALBA FERNÁNDEZ, N. **¿Puede la escuela del siglo XXI educar a los ciudadanos y ciudadanas del siglo XXI?** In: Coloquio Internacional de Geocrítica. Anais eletrônicos. Universidad de Barcelona, 2008.

LIBÂNEO, J.C. **Docência Universitária: formação do pensamento teórico científico e atuação nos motivos dos alunos.** In: D'AVILA, Cristina. Ser professor na contemporaneidade: desafios, ludicidade e protagonismo. Curitiba: CRV, 2009.

MORIM, E.; LE MOIGNE, J. **A inteligência da complexidade.** São Paulo: Peirópolis, 2000.
PONTUSCHKA, N. N. **Processos de ensinar e aprender: lugares e culturas no campo da Geografia.** In: TRAVERSINI, Clarice e outros. Trajetória e processos de ensinar e aprender: práticas e didáticas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. Livro 2.

PRADO, M. E. B. B. **O uso do computador na formação do professor: um enfoque reflexivo da prática pedagógica.** MEC/PROINFO, (Coleção Informática para mudança na Educação). 1999.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Geografia física (?) ou geografia e ambiente (?).** In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. Elementos da epistemologia da Geografia contemporânea. Curitiba: Ed. da UFPR, 2002.



VARIABILIDADE MORFOMÉTRICA DOS SEDIMENTOS ARENOSOS DO RIO ACRE

Rodrigo Otávio Peréa Serrano¹, Fábio da Silva Lucio¹, Gabriel Brandão Xavier¹, José Genivaldo do Vale Moreira^{2,3}, Anderson Azevedo Mesquita¹, Arivaldo D'Avila de Oliveira⁴, Waldemir Lima dos Santos¹, Sergio Luiz Prolo Júnior^{2,3}

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Curso de Geografia, Rio Branco, Acre, Brasil.

Universidade Federal do Acre (UFAC), Campus Floresta, Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil;

2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Rio Branco, Acre, Brasil;

3. Universidade Federal do Acre (UFAC), Colégio de Aplicação (CAp), Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

Estudos da morfometria de partículas foram inicialmente sugeridas no início do século XX. Mesmo que isso seja conhecido, poucos foram os progressos para explicar a influência da forma das partículas em diferentes áreas de estudo. Dessa forma, este trabalho apresenta uma breve revisão da literatura, abrangendo diferentes métodos e técnicas utilizadas para determinar a forma geométrica das partículas, finalizando com uma aplicação prática da técnica de aplicação de processamento de imagens, pelo software ImageJ 1.52t, da fração de areia das amostras de sedimentos coletado em 3 pontos diferentes do rio Acre, distantes 2 km entre si. Obtendo-se os seguintes resultados: i) A fração de areia foi maior na margem esquerda, característico de regiões com perda de material sedimentar; ii) O software imageJ 1.52t mostrou-se apropriado para determinação dos padrões morfométricos dos grãos de sedimentos; iii) O procedimento acelerou o estudo de forma e permitiu a padronização dos atributos morfométricos; iv) Sugere-se melhorar a padronização do sistema de amostragem, afim de proporcionar maior rigor científico em estudos futuros.

Palavras chaves: Transporte de sedimento, morfometria e sedimentologia.

ABSTRACT

Particle morphometry studies were initially suggested early in the 20th century. Even though this is known, few progress has been made to explain the influence of particle shape in the different areas of study. In this way, this work presents a brief review of the literature, covering different methods and techniques used to determine the geometric shape of the particles, closing with a practical application of the image processing application technique, ImageJ 1.52t software, sand fraction of sediment samples collected at 3 different points of the Acre River, 2 km apart. Obtaining the following result: i) The sand fraction was larger in the left margin, characteristic of regions with loss of sedimentary material; ii) The software

imageJ 1.52t was suitable for determining the morphometric patterns of sediment grains; iii) The procedure accelerated the study of form and allowed the standardization of the morphometric attributes; iv) Suggests to improve the standardization of the sampling system in order to provide greater scientific rigor in future studies.

Keywords: Transport of sediment, morphometry e sedimentology.

1. INTRODUÇÃO

A análise da forma dos grãos tem sido sugerida desde o início de 1900, quando Wadell (1932), Riley (1941), Pentland (1927) e alguns autores desenvolveram suas próprias técnicas para definir a forma das partículas. No campo da engenharia, vários trabalhos apresentaram, como parte de suas conclusões, que a forma da partícula influencia as propriedades técnicas do material do solo e dos agregados não ligados (SANTAMARINA; CHO, 2004; MORA; KWAN, 2000).

As propriedades das partículas afetadas pela sua forma, pode-se destacar a porosidade, ângulo de atrito interno e condutividade (ROUSÉ et al., 2008, SHINOHARA et al., 2000, WITT e BRAUNS, 1983). Normalmente a classificação da forma da partícula é realizado por inspeção ocular, durante o processo de análise realizado por uma única pessoa, podendo resultar em dados não repetíveis.

A forma da partícula é determinada pelo transporte de diferentes partículas de rocha, do seu local de origem até seu local de deposição. Além disso, deve-se levar em consideração a gênese da partícula (estrutura da rocha, mineralogia, dureza, etc.) (WENTWORTH, 1922).

A combinação de fatores como transporte e mineralogia podem complicar a tentativa de correlacionar o período de transporte com o arredondamento, tendo em vista que as rochas macias tendem a ficar com as bordas arredondas mais rapidamente. Nesse sentido, o fator mais importante para proporcionar a forma do sedimento é a influência do material de origem (PELLEGRINO, 1965).

Para determinar a morfologia da partícula é necessário a realização de diversas medias (comprimento, perímetro, área da superfície, volume e etc.), além disso, os cantos podem ser angulares ou arredondados, ou se a superfície e lisa ou áspera.

Durante o desenvolvimento das técnicas de descritores de forma, tem-se adotado diferentes terminologias, como arredondamento e esfericidade (WADELL, 1933, WENTWORTH, 1933, TELLER, 1976, BARRETT, 1980, HAWKINS, 1993), A não

normatização das terminologias, por muitas vezes, dificulta a compreensão dos leitores, tornando importante conhecer a técnica adotada pelo autor, afim de interpretar melhor os resultados apresentados.

Mais recentemente, a análise por imagens baseadas em computador foi aplicada na pesquisa de peneiramento, trazendo novos métodos práticos para determinar o tamanho de partícula com bons resultados (ANDERSSON, 2010). A forma da partícula com métodos assistidos por computador é de grande ajuda reduzindo drasticamente o tempo de medição (FERNLUND, 1998). Os trabalhos realizados por Ribeiro e Bonetti (2013) e Teixeira et al. (2017) são exemplos do uso dessas técnicas para determinação da circularidade, índice de alongamento, diâmetro, entre outros

Já a técnica de Peneiramento é o método mais utilizado para determinar a distribuição do tamanho das partículas. As investigações mostram que a peneiração tradicional tem desvios quando a forma da partícula é envolvida; O volume médio das partículas retidas em qualquer peneira varia consideravelmente com a forma (LEES, 1964), assim, a passagem das partículas é influenciada pela forma do grão (FERNLUND, 1998).

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é descrever a metodologia para análise de morfometria de sedimentos de fundo, com aplicação no rio Acre, classificados como areia fina retidas em peneira de 250 μm . Para isso, utilizou-se a técnica de processamento de imagens.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise dos elementos em estudo utilizou-se seis amostras de sedimentos provenientes do leito do rio Acre, coletadas das margens esquerda e direita (Figura 1). A área de estudo, localizada um pouco a montante da cidade de Rio Branco-Acre, sofre influência direta do desmatamento e dragagem de areia a montante dos pontos de coleta.

Para a observação das variáveis morfológicas das partículas, adotou-se o uso do software ImageJ 1.52t (RASBAND, 2004), conforme as etapas descritas a seguir.

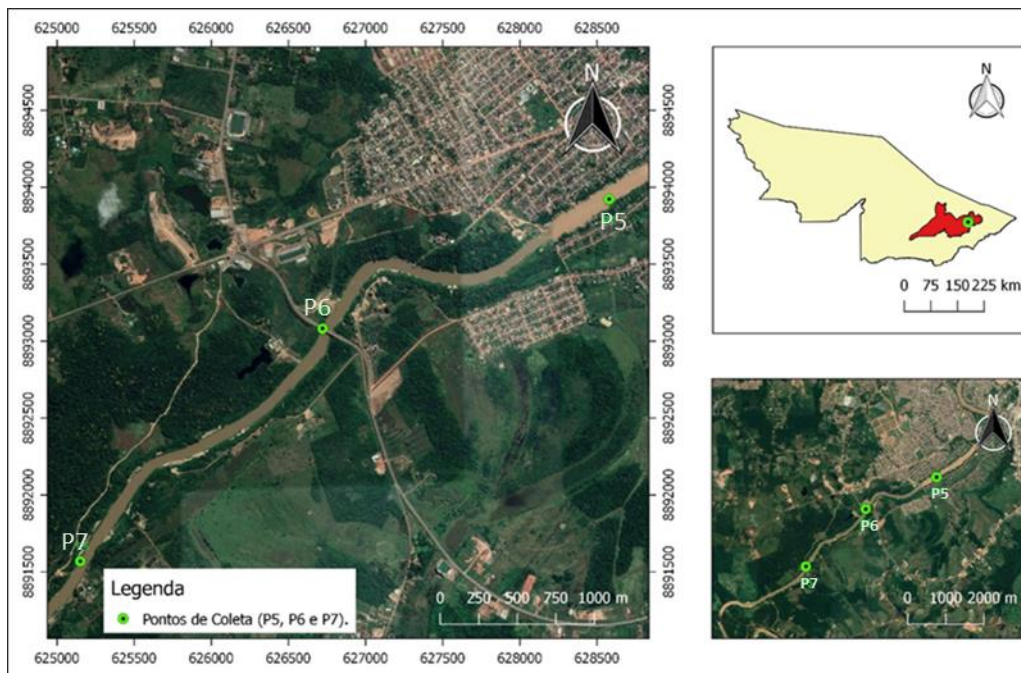


Figura 2. Localização da área de estudo (Elaboração: Lucio, 2019)

2.1 DETERMINAÇÃO DA FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA

As amostras de sedimento de fundo passaram por processo mecânico de peneiramento (malha de 250 μm), sendo o site e argila determinados pela técnica de sedimentação (MIRRA; MARCEL; BRUNO, 2014).

Essa análise combinada, foi realizada conforme a NBR 7181, levando em consideração as normas NBR 6457 (Método de ensaio - Preparação de amostras de solo para ensaio normal de compactação e ensaios de caracterização); e NBR 6508 (Método de ensaio – Grão de solos que passam na peneira 4,8mm – determinação da massa específica).

2.2 PREPARAÇÃO E AQUISIÇÃO DAS IMAGENS

Primeiramente, foi selecionado um conjunto de grãos ao acaso da fração de areia fina de cada uma das amostras, separadas por peneiramento na malha 250 μm , levando em consideração as margens, onde foram realizadas as coletas.

Em seguida, foram realizadas a captura das imagens, dando preferência as regiões onde os grãos se apresentavam mais espalhados, visando o menos contato entre as partículas para reduzir a interferência na realização das medidas.

Todas as imagens, foram registradas a partir do estereoscópio, modelo Leica M205A, sobre fundo em cor preto, com magnificação de 20.5x e zoom ótico na fotografia de 100x e salvas em formato comprimido do tipo “TIFF” (VIANA; CLEMENTE; OLIVEIRA, 2016; RIBEIRO; BONETTI, 2013). Posteriormente, as imagens foram processadas como auxílio do software livre ImageJ (RASBAND, 2004).

De posse das imagens originalmente coloridas, converteu-se a imagem em formato binário (preto e branco, 8-bits), intercalando 256 níveis de cinza, para que o algoritmo do software possa mensurar e quantificar as feições a serem descritas, sendo esse, um ponto importante para o sucesso da técnica (TEIXEIRA et al., 2017; VIANA; CLEMENTE; OLIVEIRA, 2016).

Para a quantificação da morfometria dos sedimentos, optou-se por adaptar a metodologia descrita por Viana, Clemente e Oliveira (2016), “binarização via filtro de limiar”. Essa metodologia é mais prática e útil, permitindo a conversão das imagens em formato binário. Desse modo, os procedimentos foram executados da seguinte forma:

a) Conversão da imagem para formato binário: *Image>Type>8-Bit*.

b) Calibragem das imagens mensuradas: As imagens foram calibradas em lâminas graduadas previamente tarada na escala da imagem. Através da ferramenta de desenho de linha reta (*Straight*), a qual posteriormente definiu-se a distância conhecida para que o software possa reconhecer e fazer as mensurações em: *Analyse>Set scale*. Posteriormente a distância conhecida de 200 µm é indexada em (“Known distance”) e a unidade de medida em: (“Unit of length”). Para manter a formatação e calibragem de todas as imagens, marca-se a caixa “Global”, aplicando “ok”. Desse modo, todas as imagens posteriores manterão a distância conhecida na mensuração.

c) Conversão das imagens em formato binário (preto e branco), pós-calibragem: Após a calibragem as imagens foram convertidas em formato binário da seguinte forma: *Process>Binary>MakeBinary*. Após as conversões, nos casos de ocorrência de ruído decorrente da reflexão desigual do quartzo, realiza-se a correção.

d) Correção de ruídos: Para a correção dos ruídos, utilizou-se os plugins descritos por Ribeiro e Bonetti (2013), desenvolvidos por Landini (2006) incluídos ao pacote *Morphological Operators for ImageJ*, disponível para download gratuito na plataforma de plugins do próprio software. Dentre eles foram: *BinaryFill_2*; *BinaryFilterReconstruct_.class* e *BinaryKillBorders_.class*. Outros problemas remanescentes, podem ser facilmente retificados com auxílio das ferramentas de pintura (“PaintBrushToll e FloodFillTool”), inseridas no próprio ImageJ. Cabe ainda mencionar que os objetos incompletos (próximos as bordas, ou adjunto de outra partícula), devem ser descartados da análise, a fim de minimizar os erros.

e) Procedimento de análise: *Analyse>Analyse particles*, digitando a área mínima de 0,01 pixel, visando evitar que outros pequenos ruídos presentes na imagem, sejam mensurados. Marca-se então, o campo de excluir bordas (“Exclude edges”) aplicado “ok”.

f) Salvar os resultados: na nova janela “Results”, salvamos os arquivos em: *File>save as*, definindo o diretório e nome do arquivo a ser gravado.

2.3 ATRIBUTOS MORFOMÉTRICOS UTILIZADOS NA ANÁLISE

A descrição da forma de partícula pode ser classificada como qualitativa ou quantitativa. A descrição qualitativa descreve a forma da partícula, podendo ser descritas como alongadas, esféricas, angulares, arredondadas e etc. Já as características quantitativas se referem as dimensões, com descritas anteriormente, sendo a técnica mais apropriada devido sua capacidade de reprodutibilidade e comparação entre amostras. Dessa forma, apresenta-se a seguir as analise morfométricos executadas.

Área: compreende-se o número de pixels presente no polígono, porém, uma vez calibrada, a área é mensurada na unidade a qual foi calibrada (VIANA; CLEMENTE; OLIVEIRA, 2016).

Perímetro: é definido pelo comprimento do contorno do objeto, apresentada na fotografia bidimensional (VIANA; CLEMENTE; OLIVEIRA, 2016).

Arredondamento: deve-se tomar cuidado para não confundir com a esfericidade. Ribeiro e Bonetti (2013), definem como sendo: “[...] expressão dos graus de curvaturas das arestas e vértices do contorno das partículas [...]”. De modo que, seu resultado varia entre

0 a 1. Quanto mais próximo de 1, mais arredondado é o objeto. Se o valor apresentado for 1, pode-se inferir que o objeto é um círculo perfeito (VIANA; CLEMENTE; OLIVEIRA, 2016). Para o cálculo do arredondamento, optou-se pela utilização da Equação (1), proposta por Cox (1929) e defendida por Ribeiro e Bonetti (2013), que se baseia na relação da área em função do perímetro.

$$Ar = \frac{4 \cdot \pi \cdot A}{P^2} \quad (1)$$

Onde:

Ar – Arredondamento [adimensional].

A – Área do objeto [μm^2].

P – Perímetro do objeto [μm].

Alongamento: é o resultado obtido pela divisão do menor eixo, pelo maior eixo, resultando em um valor variando de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, mais circular ou quadrado é o objeto. Na medida que se afasta de 1, o objeto torna-se mais alongado (Equação 2) (VIANA; CLEMENTE; OLIVEIRA, 2016).

$$AL = \frac{Me}{Ma} \quad (2)$$

Onde:

AL – Alongamento [adimensional].

Me – Menor eixo [μm].

Ma – Maior eixo [μm].

Compacidade: é uma característica muito importante, pois é responsável por viabilizar a medida da circularidade do objeto (Equação 3). Seu valor também se situa entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 1, a partícula é aproximadamente circular. Vale também ressaltar, a correlação que há com o alongamento da partícula, pois quanto maior for o alongamento da partícula, menor será seu eixo principal, como resultado, menor será a circularidade (RIBEIRO; BONETTI, 2013).

$$Co = \frac{\sqrt{4 \cdot A}}{\pi \cdot Ma} \quad (3)$$

Onde:

Co – Compacidade [adimensional].

A – Área [μm^2].

Ma – Maior eixo [μm].

2.4 DESCRIÇÃO DA FORMA

Para definir a morfologia dos grãos, optou-se em primeiro momento realizar a descrição conforme escala proposta por Powers (1953), pois esta permite uma avaliação comparativa bidimensional, classificando os grãos de acordo com sua representação na imagem (DIAS, 2004). Nesse sentido, as classes definidas por Powers (1953) apud Dias (2004) foram: muito angulares; angular; sub-angular; sub-rolado; rolado; e bem rolado (Figura 2).

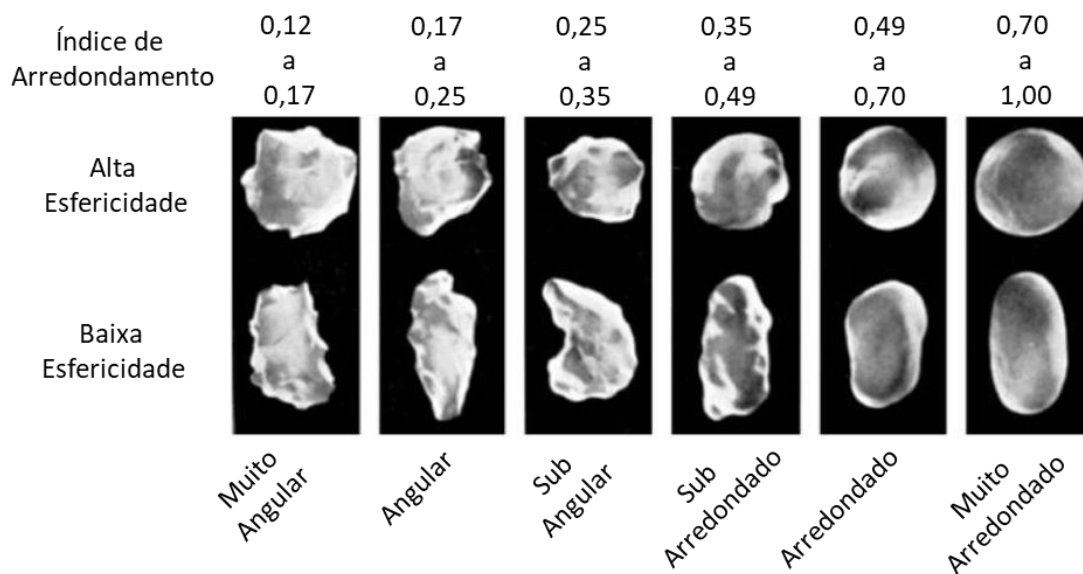


Figura 3. Esquema de classificação morfométrica de sedimentos.

Em seguida os grãos foram classificados conforme a metodologia descrita por Cox (1927), que se baseia no índice de arredondamento, apresenta as seguintes classes: muito

angular (0,50 – 0,65); angular (0,65 – 0,70); sub-angular (0,70 – 0,75); sub- arredondado (0,75 – 0,77); arredondado (0,77 – 0,80) e bem arredondado (0,80 – 1,00).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA

A análise granulométrica mostrou que o lado esquerdo do rio apresentou maiores frações de areia que o lado direito, obtendo-se as frações de 68,4% no PE5, 61,3% no PE6 e 34,4% no PE7, enquanto no lado esquerdo obteve-se 37,6%, 47,4% e 20,7%, respectivamente nos mesmos pontos. Embora a diferença seja nítida, não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$).

Essa informação é importante, sugerindo que o lado esquerdo apresenta maior velocidade do fluxo de escoamento, pois as partículas menores com silte e argila, tendem a manter-se em suspensão e seguir o fluxo enquanto este for suficiente para mantê-las em suspensão. (CHRISTOFOLETTI, 1980). Com isso, pode-se inferir que o fluxo do lado esquerdo é maior que do lado direito nos 3 pontos estudados.

A predominância de silte e argila nas margens direita (>50%), explica-se por ser a região com menor velocidades do fluxo hidrológico, permitindo a decantação dessas partículas mais leves e justificando a formação de praias no verão amazônico.

3.2 ANALISE DESCRITIVA

Ao término do processamento e quantificação da morfometria dos sedimentos, observou-se que o diâmetro médio dos grãos variou entre (68,71 μm e 94,69 μm) (Tabela 1). Quanto maior o fluxo do canal fluvial, menos tempo as partículas ficam depositadas no leito, e conseqüentemente as de menor diâmetro tendem a ser transportadas com maior facilidade (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Tabela 1. Resumo dos dados morfométricos

	PD5	PE5	PD6	PE6	PD7	PE7
Diâmetro médio [μm]	68,71	92,23	91,13	94,69	78,92	91,94
Arredondamento	0,74	0,76	0,69	0,75	0,73	0,72
Alongamento	0,68	0,78	0,65	0,82	0,72	0,76
Compacidade	0,46	0,50	0,45	0,51	0,48	0,49

O arredondamento diz respeito a curvatura ou angulosidade das arestas e vértices da partícula. Desse modo, sua análise pode indicar o tempo em que os sedimentos se encontram em atividade no ciclo sedimentar, intensidade de transporte e distância de rolamento dessas partículas (DIAS, 2004). Para ratificação, é importante realizar análises semelhantes em pontos à montante.

Observou-se que as medias dos índices de arredondamento variaram 0,69 a 0,76, indicando que as partículas tendem a ser menos angulosas, devido ao desgaste proveniente do ciclo sedimentar e do material de origem.

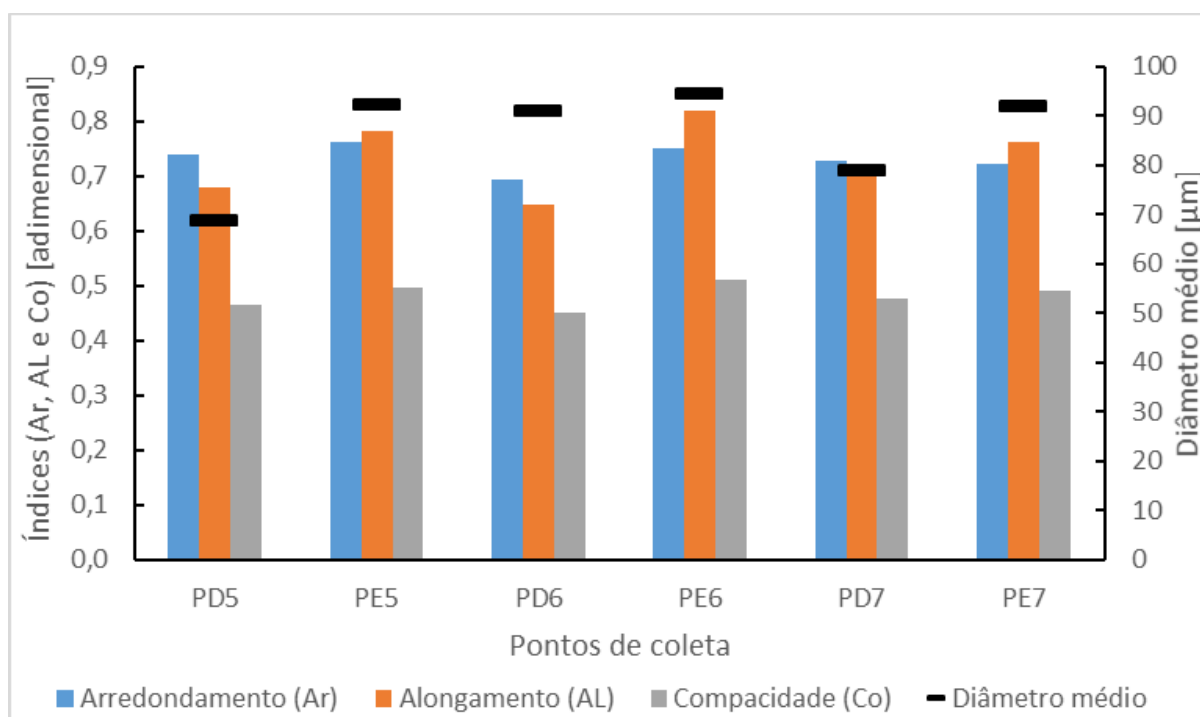


Figura 4. Resumo gráficos dos resultados morfométricos.

A compacidade “circularidade”, diz respeito a proximidade que a partícula tem de se aproximar de uma forma esférica. Nesse sentido, as médias variaram de 0,45 a 0,51, indicando pouca variação na circularidade entre os pontos e entre as margens (Figura 3). Considerando que os valores se aproximam de 0,5, pode-se inferir que as partículas ainda estão em processo de desgaste de suas arestas.

Em relação ao alongamento, foi possível observar que as médias variaram de 0,65 a 0,82, apresentando grãos mais alongados nas margens direita, semelhante ao descrito pelo índice compacidade.

No geral, os valores mostram que os sedimentos apresentam características de material em processo de desgaste de suas arestas. Considerando que mais de 74% da fração área é composta de quartzo e o restante é composta por feldspato, esmectita, illita e caulinita (SERRANO et al., 2018), acredita-se que as partículas ainda percorrerão uma longa jornada de retrabalho ao longo do rio Acre.

3.3 ANÁLISE DA FORMA

Conforme metodologia apresentada (DIAS, 2004), as amostras podem ser classificadas de sub-angular a sub-rolado, semelhante ao descrito por Serrano et al. (2018).

Considerando a proposta de classificação de Cox (1927), mais aceitável em razão dos parâmetros numéricos, a morfologia dos sedimentos variou de angular no lado direito do ponto 6 ($Ar = 0,74$) a sub-arredondado no lado direito do ponto 7 ($Ar = 0,76$) e as demais amostras foram classificadas como sub-angular, com valores de arredondamento variando de 0,72 a 0,75, semelhante ao classificado por Serrano et al (2018).

Dias (2004) ainda complementa afirmando, que além da imagem é necessário considerar as mineralogias dos grãos, pois os mais resistentes tentem a ser rolados em menor velocidade, do que os de menor resistência. Desse modo, a variação de sub-angular para angular em 5 das 6 amostras, pode indicar que o material apresenta certo grau de durabilidade característica de uma estrutura sedimentar arenosa.

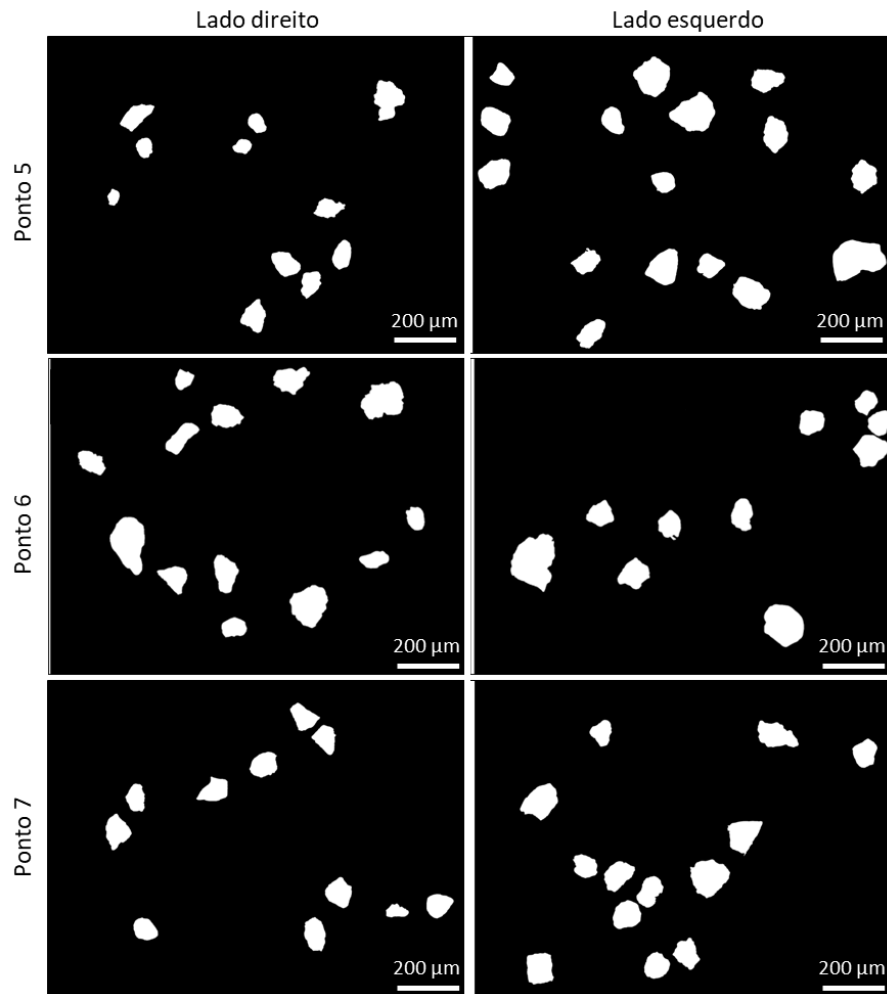


Figura 5. Imagens demonstrando a morfometria dos grãos nos pontos 5, 6 e 7.

4. CONCLUSÕES

I. A presença de maiores frações de areia nas amostras do lado esquerdo em relação com o lado direito, indica uma dinâmica morfológica da calha do rio Acre, com tendência de retirada de material do lado esquerdo e deposição do lado direito.

II. O software imageJ 1.52t mostrou-se apropriado para determinação dos padrões morfométricos dos grãos de sedimentos do rio Acre.

III. A utilização de imagens para análise dos descritores de forma, atrelado a utilização de softwares, permitiu uma análise rápida e padronizada dos atributos morfológicos dos grãos, o que permite a avaliação das alterações ao longo do tempo e a comparação de diferentes pontos de coleta.

IV. Por fim, cabe mencionar, que a metodologia passa por processo padronização e que estudos futuros, será aumentado o número de amostras e processo de escolha dos grãos ao acaso, a fim de proporcionar maior rigor científico no estudo da dinâmica do ciclo sedimentar do rio Acre.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6508** – Grãos de solo que passam na peneira 4,8mm – Determinação de massa específica – Métodos de ensaios, dezembro, outubro, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7181** – Solo – Análise Granulométrica – Métodos de ensaios, dezembro, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6457** – Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização – Métodos de ensaios, agosto, 1986.

ANDERSSON, T. **Estimating particle size distributions based on machine vision.** (Thesis). Department of Computer Science and Electrical Engineering. Luleå University of Technology.

BARRETT, P.J. The shape of rock particles, a critical review. **Sedimentology**, v. 27, p. 291-303, 1980

FERNLUND, J.M.R. The effect of particle form on sieve analysis: A test by image analysis. **Engineering Geology**, v. 50, n. 1-2, p. 111-124, 1998.

COX, E.A. Method of Assigning Numerical and Percentage Values to the Degree of Roundness of Sand Grains. **Journal of Paleontology**, n. 1, v. 3, p. 179 – 183, 1927.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo, Edgard. Voucher, 1980.

DIAS, J.A. **A Análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos**. 2004.

FERNLUND, J.M.R. Image analysis method for determining 3-D shape of coarse aggregate. **Cement and Concrete Research**, v. 35, n. 8, p. 1629-1637, 2005.

HAWKINS, A. E. **The Shape of Powder-Particle Outlines**. Wiley, New York, 1993.

LANDINI, G. **Operadores Morfológicos para ImageJ**. (2006). Disponível em: <<http://www.mecourse.com/landinig/software/software.html>>. Acessado em: 18 jun. 2019.

LEES, G. The measurement of particle shape and its influence in engineering materials. **British Granite Whinstone Federation**, v. 4, n. 2, p. 17-38, 1964.

MIRRA, A.; MARCEL F.; BRUNO, O. **Análise Granulométrica (Dispersão Total): método da Pipeta**. Instituto de Geociências - UFMG, 2014.

MORA, C.F and KWAN, A.K.H. Sphericity, shape factor, and convexity measurement of coarse aggregate for concrete using digital image processing. **Cement and Concrete Research**, v. 30, n. 3, p. 351-358, 2000.

PELLEGRINO, A. Geotechnical properties of coarse-grained soils. **Proceedings. International Conference of Soil Mechanics and Foundation Engineering**, v. 1, p. 97-91. 1965.

PENTLAND, A. A method of measuring the angularity of sands. **MAG. MN. A.L. Acta Eng. Dom. Transaction of the Royal Society of Canada**, v. 21, 1927.

POWERS, M.C. A new roundness scale for sedimentary particles. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 23, p.117-119. 1953.

RASBAND, W.S. **ImageJ**. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, 2004. Disponível em: <<http://rsb.info.nih.gov/ij/>>. Acesso em: 02 jun. 2019

RIBEIRO, S.; BONETTI, C. Variabilidade morfométrica de sedimentos arenosos: revisão de métodos e uso do software ImageJ na diferenciação de ambientes deposicionais na Ilha de Santa Catarina e região continental, SC, Brasil. **Revista GRAVEL**, v.18, n.1, p. 38-46, 2013.

RILEY, N.A. Projection sphericity. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 11, n. 2, p. 94-97, 1941.

ROUSÉ, P.C.; FENNIN, R.J. and SHUTTLE, D.A. Influence of roundness on the void ratio and strength of uniform sand. **Geotechnique**, v. 58, n. 3, p. 227-231, 2008.

SANTAMARINA, J.C. and CHO, G.C. **Soil behaviour: The role of particle shape**. Proceedings. Skempton Conf. London, 2004.

SERRANO, R.O.P.; SANTOS, P.L.P.; VIANA, E.M. de F.; PINTO, M.A.; MARTINEZ, C.B. Case study: Effects of sediment concentration on the wear of fluvial water pump impellers on Brazil's Acre River. **Wear**, v. 408-409, p. 131-137, 2018.

SHINOHARA, K.; OIDA, M.; GOLMAN, B. Effect of particle shape on angle of internal friction by triaxial compression test. **Powder Technology**, v. 107, p.131-136, 2000.

TEIXEIRA, P. C.; BARRETO, W de O.; PAULA, J.L. de; DUART, M.N. **Manual de Métodos de Análise de Solo**, 3. ed. Brasília, Embrapa, 2017.

TELLER, J.T. Equantcy versus sphericity. **Sedimentology**, v. 23. p. 427-428, 1976.

VIANA, J.H.M.; CLEMENTE, E. de P.; OLIVEIRA, A.P. de. **Procedimento Operacional Padronizado para Quantificação e Mensuração de Areias Via Análise de Imagens**. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA, 2016.

WADELL, H. Volume, Shape, and roundness of rock particles. **Journal of Geology**, v. 40, p. 443-451, 1932.

WADELL, H. Sphericity and roundness of rock Particles. **Journal of Geology**, v. 41, n. 3, p. 310–331, 1933.

WENTWORTH, W.C. The shape of beach pebbles. Washington, U.S. **Geological Survey Bulletin**, v. 131C, p. 75-83, 1922.

WENTWORTH, W.C. The shape of rock particle: A discussion. **Journal of Geology**, v. 41, p. 306-309, 1933.

WITT, K.J.; BRAUNS, J. Permeability-Anisotropy due to particle shape. **Journal of Geotechnical Engineering**, v. 109, n. 9, p. 1181-1187, 1983.



FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS PARA O CONTROLE DE CUPIM

**Gleison Rafael Queiroz Mendonça¹, Atilon Vasconcelos de Araújo²,
Clarice Maia Carvalho^{1,2,3}**

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Rio Branco, Acre, Brasil;

2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (BIONORTE), Rio Branco, Acre, Brasil;

3. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

Os cupins participam de diversos processos ecológicos, sendo importantes decompositores. Das 3.105 espécies descritas, aproximadamente 10% causam sérios prejuízos econômicos quando atacam áreas de produção e produtos agrícolas e florestais, tornando necessários estudos que viabilizem potenciais agentes para o controle dessa praga. O uso entomopatógenos fúngicos para controlar cupins é destacado como alternativa aplicável ao manejo de cupins tanto para reduzir a deposição de inseticidas no ambiente como para obtenção de novos mecanismos eficazes contra a imunidade coletiva, humoral e celular desenvolvida por esses insetos eusociais. Este estudo traz um compilado de informações referentes à importância ecológica e econômica dos cupins e as perspectivas da utilização de fungos entomopatogênicos no controle de cupins praga.

Palavras-chave: Biocontrole, Manejo Integrado de Pragas, Isoptera.

ABSTRACT

Termites participate in various ecological processes, being important decomposers. Of the 3.105 species described, approximately 10% cause serious economic losses when they attack production areas and agricultural and forestry products, necessitating studies that enable potential agents to control this pest. The use of fungal entomopathogens to control termites is highlighted as an alternative to termite management both to reduce the deposition of insecticides in the environment and to obtain new effective mechanisms against the collective, humoral and cellular immunity developed by these eusocial insects. This study compiles information on the ecological and economic importance of termites and the perspectives of the use of entomopathogenic fungi in the control of termites pest.

Keywords: Biocontrol, Integrated Pest Management, Isoptera.

1. INTRODUÇÃO

No contexto de produtividade agrícola e florestal, dentre as principais pragas, os cupins possuem considerável relevância (SILVA et al., 2016). Cupins são insetos sociais, membros da ordem Blattodea, com aproximadamente 330 gêneros descritos. Estes são responsáveis por sérios prejuízos econômicos, uma vez que atacam diversas culturas e espécies arbóreas, além de produtos pós-beneficiamento (CHOUVENC et al., 2013).

Caracterizado como um dos principais agentes naturais de biodeterioração, os cupins executam em suas atividades vitais, diversas influências físicas, químicas e mecânicas nas propriedades dos materiais nas quais se instalam (MAHAPATRO et al., 2018). Materiais de origem vegetal que contenham celulose e proteínas incorporadas são vulneráveis ao ataque (DEBELO; DEGAGA, 2014). Nos Estados Unidos, os cupins causam prejuízos anuais estimados em 1,7 bilhão de dólares, e mundialmente, causam prejuízos inestimáveis em florestas nativas e plantadas (OLUDAIRO et al., 2016).

A diminuição da aplicação de pesticidas químicos sintéticos no ambiente tornou-se indispensável (RAMÍREZ-GUZMÁN et al., 2018). Diversos estudos tem sido desenvolvidos a fim de obter novas fontes que possam complementar ou substituir o uso desses agentes químicos, especialmente aqueles de origem biológica (VOS et al., 2014), buscando de tal modo, uma nova tecnologia, que preconize o desenvolvimento sustentável e a conservação dos recursos naturais (YU et al., 2013).

Dentre as diversas possibilidades de controle biológico, os fungos se estabelecem como fonte para distintas aplicações biotecnológicas, incluindo espécies capazes de infectar insetos, denominados como entomopatogênicos, com potencial para o controle de pragas (ROJAS, 2015), sendo uma alternativa por apresentarem mecanismos de infecção especializados (SILVA, 2014).

Esse estudo traz informações referentes à biologia dos cupins, sua importância ecológica e econômica, fungos entomopatogênicos e seus mecanismos de controle aplicados ao biocontrole de cupins praga.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CUPIM PRAGA

Os cupins (Blattodea: Isoptera) são o grupo de invertebrados decompositores de matéria orgânica morta dominante em regiões tropicais e subtropicais (KORB et al., 2019).

Estes são insetos eusociais com aproximadamente 3.105 espécies e 330 gêneros descritos (entre vivos e fósseis) (PERVEZ et al., 2018). No Brasil, são relatadas 290 espécies, distribuídas em 67 gêneros (OLIVEIRA, 2011).

A Classificação taxonômica recente divide a subordem Isoptera em 11 famílias: Cratomastotermitidae, Mastotermitidae, Termopsidae, Hodotermitidae, Archotermopsidae, Stolotermitidae, Kalotermitidae, Stylotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae (KORB et al., 2019). Destas, apenas a família Termitidae, que inclui cerca de 85% das espécies de cupins no mundo, são considerados “cupins superiores”, por possuírem relação simbiótica com bactérias com capacidade de produzir a sua própria celulase. Os demais são considerados “cupins inferiores” que possuem relação simbiótica com protozoários (como a espécie *Mixotricha paradoxa*) para produção de celulase (ENGEL et al., 2009).

Os cupins podem também ser subdivididos em três grupos: os de madeira seca (por exemplo, *Cryptotermes* spp.), os de madeira úmida (por exemplo, *Zootermopsis* spp.) e os cupins subterrâneos (por exemplo, *Reticulitermes* spp.) (KORB et al., 2019). O comportamento de nidificação dos cupins pode também servir como modo de classificação, dentre os quais são definidos quatro grupos: arbóreo, madeireiro, hipógeo ou subterrâneo (PERVEZ et al., 2018).

2.1.2 Distribuição geográfica e importância ecológica

Os cupins são encontrados em regiões tropicais e subtropicais (AHMAD et al., 2018). Geograficamente, ocorrem entre as latitudes 30 - 45N e 40 - 45S (SOBOTNIK et al., 2017). A maior diversidade de cupins relatada ocorre na África Central, com biomassa aproximada de 10 g de peso molhado/m², seguida pela América do Sul e Sudeste da Ásia, enquanto menor diversidade é relatada no norte da Austrália e Papua (NEUPANE et al., 2015). A diversidade de espécies de cupins diminui a partir de 10 graus norte e sul do equador, embora o hemisfério sul abrigue uma parcela maior da riqueza de espécies (JOUQUET et al., 2011).

Nos trópicos, os cupins são considerados os mais importantes “engenheiros” do ecossistema do solo (KHAN; AHMAD, 2018), devido sua capacidade de forragear por longas distâncias (metros a dezenas de metros) e controlar parcialmente seus próprios

ambientes de vida através da criação de estruturas de ninhos, onde a umidade e a temperatura permanecem constantes durante todas as estações (SOBOTNIK et al., 2017).

Dentre os principais benefícios ecossistêmicos prestados pelos cupins, destaca-se a capacidade de realizar bioturbação, através da translocação em várias profundidades, do perfil à superfície do solo, resultado da construção de galerias subterrâneas (ZHAO et al., 2019). Essa atividade dos cupins resulta ainda numa melhora nas propriedades erosivas e hidráulicas do solo (KRISTENSEN et al., 2019). Outro benefício é a otimização do processo de ciclagem de nutrientes no solo, caracterizado pelo consumo de matéria orgânica pelos cupins, posteriormente utilizado para a produção de biomassa e construção de novos ninhos (SOBOTNIK et al., 2017). O retorno da matéria orgânica e nutrientes minerais ao solo ocorre via fezes, secreções salivares, cadáveres e predadores (SINGH et al., 2019).

O crescimento e a diversidade vegetal podem também ser beneficiados devido à concentração de matéria orgânica e nutrientes em estruturas de ninhos de cupins, o que leva ao surgimento de “ilhas férteis”, onde recursos essenciais para as plantas estão disponíveis (PERVEZ, 2018). Além disso, ao modificar a estrutura do solo, especialmente no aumento do teor de argila, os cupins também podem ter forte impacto sobre a disponibilidade de água no solo para as plantas (KHAN; AHMAD, 2018).

Os cupins são responsáveis por modular a disponibilidade de recursos para outras espécies, como a macro e microfauna do solo e microrganismos, criando habitats que podem ser usados por um número notável de organismos para fases de nidificação, descanso ou acomodação de seus ciclos de vida (JOUQUET et al., 2011).

2.1.3 Reprodução, alimentação e organização social

Uma colônia de cupins é, na maioria das vezes, fundada por um par de alados, os principais reprodutores, que irão produzir todos os constituintes do ninho (PERVEZ et al., 2018). Dentro da sociedade complexa dos cupins, os indivíduos são morfologicamente, fisiologicamente e comportamentalmente especializados em castas distintas que são definidas durante o desenvolvimento pós-embrionário (SOBOTNIK et al., 2017). Essas subdivisões servem como característica chave para o desenvolvimento, sobrevivência e reprodução eficiente da colônia (HARTKE et al., 2011).

O sistema social é formado por três castas principais: os reprodutores, constituído por uma rainha e um rei, os soldados e os operários (PERVEZ et al., 2018). Ademais, há um grande número de formas jovens e imaturas de indivíduos em todas as castas (KHAN;

AHMAD, 2018). O número de indivíduos de cada casta varia entre as espécies de cupins, dependendo ainda da idade e tamanho da colônia (AHMAD et al., 2018).

Os indivíduos reprodutivos, também denominados por alados ou par real (o rei e a rainha) podem viver por até 50 anos (VERMA et al., 2018). A sua morfologia inicial consiste em asas que serão perdidas após a dispersão da colônia original (ACKERMAN et al., 2009), e seu principal objetivo é a reprodução e o início de uma nova colônia (TARNITA et al., 2018). O rei faz voos nupciais, copula com a rainha e a fertiliza por inseminação (HARTKE et al., 2011), que por sua vez, irá armazenar o espermatozoide na espermateca após a cópula e usá-lo para produzir os óvulos não fertilizados (QASIM, 2015).

O principal papel de uma rainha é produzir óvulos, podendo chegar a pôr até mais de 3.000 ovos por dia, o que resulta no aumento gradual do seu abdômen (RESH et al., 2009). Os ovos são de cor branco-amarelada e o período de incubação pode ser de até 60 dias (TARNITA et al., 2018). Os cupins são hemimetabólicos, passando por uma metamorfose incompleta (ZHAO et al., 2019).

A casta mais abundante é a dos trabalhadores, que semelhantemente aos soldados, possui de 6 a 8 mm de comprimento e coloração creme pálido, e além de cegos, ambos constituem a forma sem asas de adultos estéreis (AHMAD et al., 2018). Os trabalhadores são conhecidos como ajudantes ou castas neutras, porque desistem de sua própria reprodução para subsidiar um número de indivíduos reprodutivos (PERVEZ et al., 2018). Basicamente, os trabalhadores fornecem alimentos para a colônia e constroem novos túneis e câmaras (HARTKE et al., 2011). Estes também desempenham o papel de proteção da colônia na ausência de soldados, através da utilização de suas mandíbulas robustas e não especializadas, úteis no ataque a formigas ou cupins de outras colônias (KHAN; AHMAD, 2018).

Os soldados possuem mandíbulas robustas, triangulares e bem desenvolvidas (AHMAD et al., 2018). Eles desempenham um papel importante na defesa da colônia contra o ataque de outros insetos (SOBOTNIK et al., 2017). Outro mecanismo de defesa utilizado por esses indivíduos consiste em secreções defensivas expelidas através da "fontanela" na cabeça (Figura1) (QASIM, 2015). Por exemplo, na subfamília Nasutitermitinae, as mandíbulas são substituídas pelas "nasus", uma projeção alongada da "fontanela" (BOULOGNE, 2017).

Os cupins se alimentam basicamente de celulose e lignocelulose, e se destacam pelo processamento de 50 a 100% da biomassa em decomposição nas áreas tropicais (PERVEZ, 2018).

Sua dieta é variável e de acordo com seu hábito alimentar, os cupins podem ser subdivididos em: consumidores de madeira (consomem madeira e galhos vivos ou mortos), consumidores de solo (se alimenta do solo mineral superior), consumidores de forragens foliares (se alimenta de folhas e pequenos itens lenhosos que possam ser encontrados em diferentes níveis de decomposição), consumidores de interface solo-madeira (madeira altamente deteriorada que se torna semelhante ao solo), e consumidores de micro epífitas (procuram por musgos, líquens ou fungos em cascas de árvores) (BIGNELL et al., 2018).

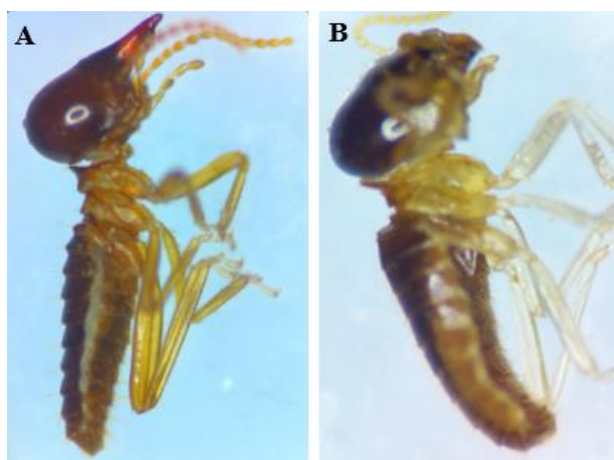


Figura 1. Cupins do gênero *Nasutitermes*. **A.** Soldado **B.** Operário

2.1.4 Perdas econômicas

Considerando a ampla diversidade de espécies de cupins descritas, aproximadamente 10% são economicamente importantes como pragas altamente destrutivas e polípagas de plantas cultivadas, que danificam mudas, folhagens, madeira, fibras, incluindo os materiais domésticos à base de celulose, e produtos armazenados pós-colheita (UPADHYAY, 2013).

A maioria das espécies de cupins praga é capaz de reduzir significativamente o rendimento produtivo, e as perdas das colheitas podem atingir 100% em regiões como a África Oriental e a Ásia do Norte (BIGNELL et al., 2018). Geralmente eles infestam o lenho, as raízes e folhas de espécies do gênero *Eucalipto* (KHAN; AHMAD, 2018). No âmbito agrícola, a mandioca, o café, o algodão, espécies frutíferas, o milho, o amendoim, a soja, o arroz, a cana-de-açúcar e outras espécies vegetais são hospedeiros de cupins (PERVEZ, 2018).

Em escala mundial, as perdas econômicas causadas por cupins são estimadas em 10 milhões de dólares na Malásia, 35 milhões de dólares na Índia, 100 milhões de dólares na Austrália, 375 milhões de dólares na China, 800 milhões de dólares no Japão e 1 bilhão de dólares nos Estados Unidos (GHALY; ADWARDS, 2011).

No Brasil, os estudos dos danos econômicos causados por cupins ainda são incipientes. No entanto, cerca de 80 espécies de cupins já foram caracterizadas como pragas de zonas rurais e urbanas (OLIVEIRA, 2011). Dentre estas, as principais espécies causadoras de danos são *Coptotermes gestroi*, *Heterotermes tenuis*, *H. assu*, *H. longiceps* (cupins de solo), *Cryptotermes brevis*, *C. havilandi* (cupins de madeira seca) e *Nasutitermes corniger* (cupim arbóreo) (BIGNELL et al., 2018).

2.2. APLICAÇÃO DO CONTROLE BIOLÓGICO PARA O MANEJO DE CUPINS PRAGA

Os métodos convencionais utilizados para controlar cupins praga consistem na aplicação de classes de produtos químicos sintéticos utilizados mundialmente, dentre os quais, derivados de arsênio, derivados de cobre, derivados de zinco, formulações de borato, piretróides, neonicotinóides, fenilpirazóis, éteres piretróides, compostos organofosforados, compostos organoclorados, benzoilureias, diarmidas antrinâmicas, amino-hidrazonas, spinosoides, sulfonamidas, gases orgânicos e inorgânicos (BOULOGNE et al., 2017).

O uso exacerbado de inseticidas convencionais para controlar cupins resulta em surtos secundários de espécies praga agora resistentes, toxicidade a organismos não-alvo, contaminação de águas superficiais e subterrâneas, contaminação do solo, e risco à saúde humana (BLACKBURN et al., 2016; ARTHURS et al., 2018). Devido a esses riscos, regulamentações rigorosas têm sido recentemente adotadas em países desenvolvidos, o que torna a incorporação de novos sistemas integrados de controle promissores (MASCARIN et al., 2018).

O manejo integrado de pragas (MIP) é uma abordagem ecossistêmica à produção e proteção de cultivos agrícolas e florestais que combinam diferentes estratégias e práticas de manejo para maximizar a produtividade de modo que seja minimizado o uso de pesticidas, dentre os quais se destaca o controle biológico (HOROWITZ, 2016). O seu principal objetivo é suprimir a população de cupins praga abaixo de um nível de dano econômico (CHAKRAVARTHY, 2015).

Nessa perspectiva, o controle biológico surge como uma tecnologia que visa à supressão de uma população de insetos praga por um ou mais organismos vivos que são

conhecidos como inimigos naturais (MILLS, 2014). Geralmente os inimigos naturais dos insetos alvo são parasitóides, competidores e entomopatógenos (PERVEZ, 2018).

Os inimigos naturais fornecem um serviço ecossistêmico valioso, na qual sua contribuição para o manejo de pragas é estimada em torno de 4,5 bilhões de dólares anuais apenas nos Estados Unidos, superando até mesmo o gasto com pesticidas químicos (PIMENTEL; BURGESS, 2014).

Para controlar cupins praga, fungos, bactérias e nematoides despontam como principais fontes biológicas (Tabela 1).

Tabela 1. Organismos com atividade entomopatogênica contra cupins.

Organismo	Espécie	Cupim praga	Referência
Fungo	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Coptotermes formosanus</i>	Wright et al., 2013
	<i>Metarhizium brunneum</i>		
	<i>Metarhizium robertsii</i>	<i>Reticulitermes flavipes</i>	Denier; Bulmer, 2015
	<i>Metarhizium guizhouens</i>		
	<i>Isaria</i> spp.	<i>Nasutitermes corniger</i>	Lopes et al., 2017
Bactéria	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	<i>Coptotermes heimi</i>	Jabeen et al., 2018
		<i>Heterotermes indicola</i>	
	<i>Bacillus</i> spp.	<i>Macrotermes bellicosus</i>	Omoya; Kelly, 2014
	<i>Serratia</i> spp.		
	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Coptotermes formosanus</i>	Wang; Henderson, 2013
Nematoide	<i>Heterorhabditis</i> sp.	<i>Nasutitermes</i> sp.	Neto et al., 2018
	<i>Steinernema pakistanense</i>	<i>Reticulitermes flavipes</i>	Razia et al., 2016
		<i>Odontotermis hornei</i>	
	<i>Heterorhabditis indica</i>	<i>Reticulitermes flavipes</i>	
	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Odontotermis hornei</i>	Widiyaningrum et al., 2019
		<i>Macrotermes</i> sp.	

2.3 FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS COMO AGENTES BIOCONTROLADORES

Fungo entomopatogênico inclui qualquer membro do reino Fungi que cause infecção em um inseto ou outro artrópode que leve a uma doença observável (KEYHANI et al., 2018). Componentes naturais em grande parte dos ecossistemas terrestres, esses fungos são

patógenos naturais predominantes em populações de artrópodes, onde observações de epizootia são comuns, indicando enorme potencial desses microrganismos para a regulação populacional de insetos praga (LACEY, 2016).

Este grupo de microrganismos compreende uma ampla gama de espécies fúngicas morfológica, filogeneticamente e ecologicamente diversas (ARAÚJO et al., 2016), distribuídos em cinco dos oito filos fúngicos, e estima-se que existam aproximadamente 700 espécies de fungos entomopatogênicos, representando menos de 1% do número total de espécies fúngicas descritas (MASCARIN et al., 2018).

Fungo entomopatogênico são vastamente estudados na aplicação para o controle biológico de pragas agrícolas e florestais, bem como em vetores artrópodes de doenças em humanos e animais (LACEY et al., 2015). Diferentemente dos pesticidas químicos convencionais, esse grupo seletivo de microrganismos possui características ecológicas desejáveis que promovem seu desenvolvimento como agentes para biocontrole de artrópodes (ARAÚJO et al., 2016).

Dentre tais características, destacam-se: a representação de um menor risco frente organismos benéficos não-alvo, como abelhas, minhocas e colêmbolos, principais provedores de serviços ecossistêmicos, e maior efetividade contra inimigos naturais de artrópodes, caso de vespas parasitas e besouros predadores (QU et al., 2018).

A preservação de inimigos naturais no ambiente permite notória contribuição no manejo integrado de pragas, em um contexto na qual a manutenção da biodiversidade é cada vez mais reconhecida como primordial a longo prazo em sistemas agrícolas e florestais (ORTIZ-URQUIZA; KEYHANI, 2013). A ocorrência natural dos fungos entomopatogênicos depende da disponibilidade e densidade dos hospedeiros, presença de fontes alternativas de nutrição, tipo de habitat e condições ambientais (FOIERI et al., 2018).

Fungos entomopatogênicos são descritos como parasitas altamente especializados que apresentam distintas adaptações ecomorfológicas aos ciclos de vida de seus hospedeiros (LACEY, 2016). Dentre outras características desejáveis, estes devem possuir uma boa produção de conídios, capazes de resistir de maneira satisfatória às condições abióticas até que possua a oportunidade de aproveitar condições ambientais favoráveis para sua germinação (GUNASEKARAN et al., 2017). Além de possuir uma boa persistência no solo e vegetação, entomopatogênicos fúngicos devem ser eficientes na capacidade de disseminar-se na população hospedeira por meio da produção de novos conídios em cadáveres infectados (HOKKANEN et al., 2017).

O processo infectivo a ser desencadeado por fungos entomopatogênicos é complexo, onde para completar seu ciclo de vida, uma gama de desafios deve ser enfrentada (ARAÚJO et al., 2016). Inicialmente, o contato, a aderência e a penetração à cutícula de um hospedeiro suscetível são almejados (GUNASEKARAN et al., 2017). Após isso, devem ser hábeis em superar e/ou evitar as defesas imunológicas do hospedeiro para obter nutrientes e proliferar-se no inseto-alvo e assim infectar novos hospedeiros (VILCINSKAS et al., 2018).

A fixação de esporos fúngicos na epicutícula do hospedeiro e subsequente germinação e pré-penetração são fases críticas do processo infectivo (KEYHANI et al., 2018). Evolutivamente, fungos entomopatogênicos vêm aprimorando mecanismos adaptativos a fim de promover uma rápida ligação do conídio à epicutícula cerosa do hospedeiro (ORTIZ-URQUIZA; KEYHANI, 2013). Em *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, a aderência dos conídios é promovida por proteínas hidrofobinas, formadores de camadas de ligaduras na superfície do conídio (ANGELONE et al., 2018). Após a ligação inicial, a secreção de um muco adesivo pode ainda promover a firme adesão à cutícula do inseto (JABER et al., 2018).

Fatores ambientais, como umidade relativa do ar, temperatura e radiação solar, tem influência direta na germinação e crescimento das hifas (GONZALEZ et al., 2016). Para germinar, por exemplo, a presença de água e oxigênio é requerida, caracterizada pelo rápido inchaço resultante da hidratação celular (HAIDER et al., 2017). A imersão de água nos conídios por osmose eleva sua pressão hidrostática interna, seguida pela formação de um tubo germinativo de paredes finas (KEYHANI et al., 2018).

A composição química e física da cutícula muda à medida que a hifa fúngica cresce através dela, na qual uma série de adaptações bioquímicas e morfológicas evoluiu em parasitas fúngicos, permitindo responder de maneira eficaz a essa variável (BOGUS et al., 2017). Os conídios hidratados liberam proteases durante o processo pré-germinativo, a fim de obter nutrientes e auxiliar na penetração (ORTIZ-URQUIZA; KEYHANI, 2013). A infecção promovida por *Beauveria bassiana* utiliza pelo menos 16 enzimas atuantes na degradação oxidativa e assimilação de lipídeos epicuticulares (LACEY, 2015).

No entanto, alguns lipídeos cuticulares possuem propriedades antifúngicas, e sua síntese na cutícula é resultado provável de mecanismos de defesa a fim de inibir a germinação conidial (WANG et al., 2016). Algumas espécies de insetos também produzem secreções glandulares com diversos constituintes químicos com atividade antifúngica (GUNASEKARAN et al., 2017). Essas defesas ativamente sintetizadas, somadas a fatores

de pobreza nutricional prontamente acessível na superfície cuticular, podem estender o tempo médio de germinação por até 30 horas após o contato inicial (RODRIGUES et al., 2016).

A procutícula de insetos consiste em camadas de quitina embebidas em uma matriz proteica (ARAÚJO et al., 2016), e a penetração por entomopatógenos fúngicos é alcançada através da combinação de pressão mecânica da ponta de hifas em crescimento e degradação enzimática (BUTT et al., 2016). As hifas fúngicas crescem dentro dos interstícios da cutícula até alcançar o hemocele, o que desencadeia duas reações imunes interligadas: encapsulamento de células fúngicas invasoras e melanização do tecido fúngico (LU; LEGER, 2016). Como forma de superar tais mecanismos antifúngicos defensivos, entomopatógenos fúngicos possuem estratégias que envolvem, por exemplo, mudanças morfológicas de crescimento ao entrar no hemocele (HAIDER et al., 2017). Constituintes da ordem Hypocreales substituem o crescimento das hifas pela formação de pequenos corpos hipofúngicos de paredes finas ou por formas leveduriformes (LACEY, 2016). Essa adaptação facilita à rápida dispersão na hemolinfa e evita a detecção por moléculas de reconhecimento de patógenos, embora ainda sejam suscetíveis à fagocitose por plasmatócitos (ANGELONE et al., 2018).

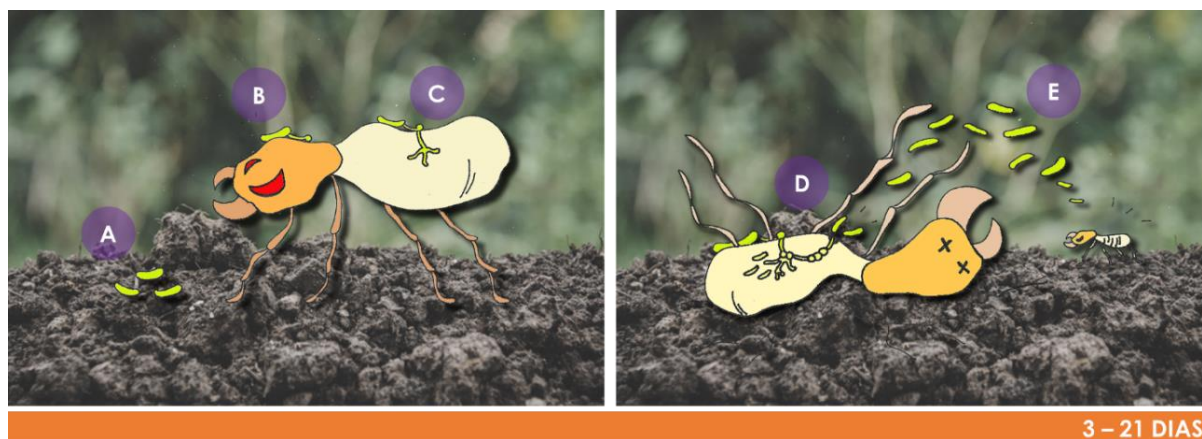


Figura 2. Mecanismo de infecção por fungos entomopatogênicos. (A) Conídio exposto no ambiente. (B) Contato, adesão e diferenciação das estruturas de infecção. (C) Penetração da cutícula. (D) Habilidade em superar as defesas imunológicas do hospedeiro e colonização da hemocele. (E) Esporulação no cadáver.

A morte do hospedeiro induzida por fungos entomopatogênicos ocorre como resultado de danos físicos e da perda de suas funções normais após colonização fúngica de tecidos e órgãos, incluindo a ação de metabólitos fúngicos, perda de água e inanição

(KEYHANI et al., 2018). O tempo do início da infecção até a morte do hospedeiro varia entre 3 a 20 dias, dependendo de uma série de fatores, que inclui a espécie do hospedeiro, o estado fisiológico na qual o mesmo se encontra, a dosagem de esporos recebida, a espécie e a estirpe fúngica, e as condições ambientais disponíveis (GETAHUN et al., 2016).

No caso de infecções bem sucedidas, a totalidade do tecido mole do inseto é substituída por biomassa fúngica (BOUCIAS et al., 2016). Após a morte, o fungo cresce através da cutícula para produzir esporos para transmissão a novos hospedeiros (GUNASEKARAN et al., 2017). O crescimento externo e a produção de esporos requerem temperatura e umidade favoráveis (BUTT et al., 2016). A transmissão do fungo a novos hospedeiros determina sua adequação ambiental, havendo seleção natural de características que aumentem o sucesso do processo de transmissão, como a produção de esporos, a capacidade dos esporos em repouso de sobreviver por períodos prolongados e mecanismos de dispersão de esporos (ORTIZ-URQUIZA; KEYHANI, 2013).

Os fungos entomopatogênicos são bem investigados como agentes de controle biológico, no entanto o número de produtos comerciais disponíveis para os produtores sempre foi relativamente pequeno, quando comparados à disponibilidade de pesticidas químicos convencionais (BARRA-BUCAREI et al., 2019). Aproximadamente 110 produtos comerciais baseados em fungos entomopatogênicos são registrados, dos quais, os mais utilizados, são estirpes das espécies *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, além dos gêneros *Isaria*, *Lecanicillium* e *Paecilomyces* (MASCARIN et al., 2018).

2.4 APLICAÇÕES DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS PARA O CONTROLE DE CUPINS PRAGA

A utilização de fungos entomopatogênicos para o controle de cupins é promissora. Características ambientais dos cupins viabilizam a utilização desses microrganismos como alternativa de controle, como organização social bem estruturada, condições abióticas favoráveis dentro das galerias subterrâneas ou no interior dos troncos, como temperatura, umidade e luminosidade, condições primordiais ao desenvolvimento fúngico, entre outros (ANGELONE et al., 2018).

Para o controle de cupins, diversos fungos são relatados como potenciais controladores, dentre os quais, destacam-se entomopatógenos generalistas, caso de

Beauveria bassiana, *Metarhizium anisopliae* e *Isaria fumosorosea* (MASCARIN et al., 2018). Alguns estudos laboratoriais desenvolvidos nos últimos anos que avaliam a patogenicidade de fungos entomopatogênicos frente a espécies de cupins praga são resumidos na Tabela 2.

Os estudos são baseados em análises da patogenicidade após a exposição dos cupins ao conídio fúngico por contato direto ou transmissão horizontal (SINGHA et al., 2009). Quando submetido ao contato direto com conídios fúngicos, o cupim é colocado em condição na qual é permitida a adesão dos esporos fúngicos à camada externa da cutícula por um período de tempo pré-determinado (média variando entre 1 e 10 minutos) em papel filtro, ou pela micropipetagem dos esporos na porção dorsal do cupim (LIU et al., 2019).

Por serem insetos eusociais, a utilização de estratégias de transmissão horizontal é preconizada em diversos estudos com cupins, uma vez que no caso de muitas espécies, a maioria da colônia não é acessível para o efetivo tratamento de controle (AIHETASHAM et al., 2018). Ao avaliar a patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* contra *Odontotermes obesus* por transmissão horizontal, elevada mortalidade entre trabalhadores (50 – 98%) e soldados (16 a 78%) foi observada após dez dias de experimento, resultado da dispersão dos conídios na colônia pelos indivíduos que realizam higienização (BALACHANDER et al., 2013).

A suscetibilidade de uma população de cupins a um agente entomopatogênico *in vitro* é avaliada a partir de dados de mortalidade obtidos por observações diárias, e de modo a prevenir infecções secundárias, os indivíduos identificados mortos devem ser removidos como forma de manter a precisão dos dados de virulência (YANAGAWA et al., 2011). A partir das interações entre cupins e fungos entomopatogênicos pouca especificidade hospedeira tem sido relatada em diversos estudos (LIU et al., 2019). Nessa perspectiva, é inferido que uma ampla gama de isolados fúngicos é eficaz no controle de espécies individuais de cupins a mesma medida que entomopatógenos fúngicos individuais são úteis no controle de diversas espécies de cupins (CHOUVENC et al., 2009).

Cupins praga desenvolvem resistência contra infecções causadas por fungos entomopatogênicos a partir de mecanismos coletivos, humorais e celulares (KARTHI, 2018). Dessa forma, a busca por novos mecanismos desenvolvidos por agentes de biocontrole de cupins tem se tornado imprescindível (KHAN; AHMAD, 2018).

Tabela 2. Estudos realizados com fungos entomopatogênicos de acordo com espécie de cupim, espécie de fungo e mortalidade observada.

Espécie de cupim	Espécie de fungo	Mortalidade observada	Referência
<i>Coptotermes formosanus</i>	<i>M. anisopliae</i>	LT 50 (3,11 dias)	Hussain et al., 2010
	<i>I. fumosorosea</i>	LT 50 (12,37 dias)	
	<i>B. bassiana</i>	LT 50 (6,61 dias)	
<i>Coptotermes formosanus</i>	<i>M. anisopliae</i>	> 80%	Keppanan et al., 2018
<i>Odontotermes obesus</i>	<i>M. anisopliae</i>	Trabalhadores (50 – 98%) Soldados (16 – 78%)	Balachander et al., 2013
<i>Mastotermes darwiniensis</i>		LD 50 (256,03 conídios/cupim)	Chouvenc et al., 2009
<i>Hodotermes mossambicus</i>		LD 50 (22 - conídios/cupim)	
<i>Hodotermopsis sjoestedti</i>		LD 50 (3,30 - conídios/cupim)	
<i>Kalotermes flavicollis</i>	<i>M. anisopliae</i>	LD 50 (107 - conídios/cupim)	
<i>Prorhinotermes canalifrons</i>		LD 50 (616 - conídios/cupim)	
<i>Reticulitermes flavipes</i>		LD 50 (959 - conídios/cupim)	
<i>Nasutitermes voeltzkowi</i>		LD 50 (2,90 - conídios/cupim)	
<i>Odontotermes obesus</i>	<i>M. anisopliae</i>	LT 50 (1 × 10 ¹⁰ – 3,08 dias)	Hussain et al., 2011
<i>Microtermes obesi</i>		LT 50 (1 × 10 ¹⁰ – 2,82 dias)	
<i>Coptotermes formosanus</i>	<i>M. anisopliae</i>	≤ 86,6%	Ravindran et al., 2015
<i>Microtermes obesi</i>	<i>M. anisopliae</i>	LT 50 – 1,9 dias	Singha et al., 2011
	<i>B. bassiana</i>	LT 50 – 3,7 dias	
<i>Coptotermes formosanus</i>	<i>B. bassiana</i>	> 96%	Wright et al., 2013
	<i>I. fumosorosea</i>	> 97,5	
<i>Coptotermes gestroi</i>	<i>I. farinosa</i>	CL 50 (3,7 × 10 ⁵ conídios/mL)	Passos et al., 2014
	<i>I. fumosorosea</i>	CL 50 (2,7 × 10 ⁶ conídios/mL)	
	<i>I. javanica</i>	CL 50 (1,4 × 10 ⁶ conídios/mL)	
<i>Nasutitermes coxipoensis</i>	<i>M. anisopliae</i> var. <i>anisopliae</i>	> 95,7%	Albuquerque et al., 2005
	<i>M. anisopliae</i> var. <i>acridum</i>	> 66,4 %	
<i>Microcerotermes</i> sp.	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	DL50 (1,78x10 ⁸ conídios/mL)	Isabel et al., 2005
	<i>M. anisopliae</i>	DL50 (0,69x10 ² conídios/mL)	
<i>Cornitermes cumulans</i>	<i>B. bassiana</i>	> 89%	Neves et al., 2000
	<i>M. anisopliae</i>		

As defesas imunitárias dos cupins incluem reconhecimento à distância, secreções profiláticas, higienização e eliminação de cadáveres (DAVIS et al., 2018). O objetivo é proteger a colônia como um todo, e em muitos casos à custa dos membros individuais (HAMILTON et al., 2011). Indivíduos infectados por entomopatógenos são identificados e mortos, como forma de evitar a propagação da doença na colônia (CHOUVENC et al., 2010). Quando observada a interação entre cupins de *Coptotermes formosanus* tratados e não tratados com conídios de *M. anisopliae*, a superfície do corpo dos indivíduos tratados foram higienizados pelos seus companheiros de ninho e mais de 80% dos conídios foram removidos da cutícula dentro de 3 horas, indicando que o comportamento de higienização mútua é eficaz na proteção desses cupins (YANAGAWA et al., 2007).

Como mecanismos de defesa, também foi relatada a capacidade de realizar canibalismo e necrofagia, na qual cupins infectados e mortos servem de alimento para soldados sadios (SUN et al., 2017). A análise comportamental de cupins saudáveis da espécie *Reticulitermes flavipes* na presença de um operário em diferentes estágios de infecção por *Metarhizium anisopliae* resultou em mecanismos de higienização e canibalismo (DAVIS et al., 2018).

Outra forma de defesa estudada em cupins é o desenvolvimento de imunidade genética ou humoral (HAMILTON et al., 2012), sendo que imunidades específicas podem ocorrer como consequência de respostas imunes individuais ou coletivas (DAVIS et al., 2018). *Reticulitermes flavipes* inativa conídios de *Metarhizium anisopliae* em seu ambiente por ingestão e externalização de secreções antifúngicas (CHOUVENC et al., 2009). Essas secreções incluem termicinas (peptídeos antifúngicos) que atuam na danificação da membrana celular e β -1,3-glucanase que danifica a parede celular fúngica, sendo estas proteínas expressas e mantidas na cutícula e em materiais de ninho como importantes moléculas efetoras antifúngicas no fornecimento de medidas profiláticas contra *M. anisopliae* (HAMILTON et al., 2011).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cupins são as principais pragas de madeira e seus produtos em ambientes quentes e úmidos, meio ideal para o desenvolvimento e disseminação de fungos entomopatogênicos. Estratégias de controle que unam práticas culturais adequadas, introdução de agentes biológicos e utilização da engenharia genética a fim de aprimorar a resistência vegetal contra cupins praga são preconizadas no manejo integrado de cupins praga.

Destacáveis como agentes biológicos promissores para o desenvolvimento de tecnologias de controle, estudos mostram que fungos entomopatogênicos e seus mecanismos de infecção peculiares são eficazes no controle de diversas espécies de cupins praga, e sua busca deve ser constante, como forma de evitar características de resistência adquirida evolutivamente por parte dos cupins.

4. REFERÊNCIAS

ACKERMAN, I. L. et al. Termite (Insecta: Isoptera) species composition in a primary rain forest and agro-forests in central Amazonia. **Biotropica**, v. 41, n. 2, p. 226–233, 2009.

AHMAD, T. et al. Biotechnology: A Tool in Termite Management. **Termites and Sustainable Management**. Springer, p. 289-315, 2018.

AIHETASHAM, A.; SHARIQ, S.; QAZI, J. Potential Fungal Control of the Subterranean Termite *Heterotermes indicola* (Wasmann). **Pakistan Journal of Zoology**, v. 50, n. 6, p. 2093-2098, 2018.

ALBUQUERQUE, A. C. et al. Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* e *Metarhizium anisopliae* var. *acidum* sobre *Nasutitermes coxipoensis* (Holmgren) (Isoptera: Termitidae). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 4, p.585-591. 2005.

ANGELONE, S.; BIDOCHKA, M. J. Diversity and abundance of entomopathogenic fungi at ant colonies. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 156, p. 73-76, 2018.

ARAÚJO, J. P. M.; HUGHES, D. P. Diversity of entomopathogenic fungi: which groups conquered the insect body? **Advances in Genetics**. Academic Press, v. 94, p. 1-39, 2016.

ARTHURS, S.; DARA, S. K. Microbial biopesticides for invertebrate pests and their markets in the United States. **Journal of Invertebrate Pathology**, 2018.

AW, K. M. S.; HUE, S. M. Mode of infection of *Metarhizium* spp. fungus and their potential as biological control agents. **Journal of Fungi**, v. 3, n. 2, p. 30, 2017.

BALACHANDER, M.; REMADEVI, O. K.; SASIDHARAN, T. O. Dissemination of *Metarhizium anisopliae* infection among the population of *Odontotermes obesus* (Isoptera: Termitidae) by augmenting the fungal conidia with attractants. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 16, n. 3, p. 199-208, 2013.

BARRA-BUCAREI, L.; FRANCE, A.; MILLAS, P. Crossing frontiers: endophytic entomopathogenic fungi for biological control of plant diseases. **Endophytes for a Growing World**, 2019.

BIGNELL, D. E. Wood-feeding termites. **Saproxyllic Insects**. Springer, p. 339-373, 2018.

BLACKBURN, D. et al. Biological control and nutrition: Food for thought. **Biological control**, v. 97, p. 131-138, 2016.

BOGUŚ, M. I. et al. Cuticle hydrolysis in four medically important fly species by enzymes of the entomopathogenic fungus *Conidiobolus coronatus*. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 31, n. 1, p. 23-35, 2017.

BOUCIAS, D. et al. Fungal dimorphism in the entomopathogenic fungus *Metarhizium rileyi*: detection of an *in vivo* quorum-sensing system. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 136, p. 100-108, 2016.

BOULOGNE, I. et al. Ecology of termites from the genus *Nasutitermes* (Termitidae: Nasutitermitinae) and potential for science-based development of sustainable pest management programs. **Journal of Pest Science**, v. 90, n. 1, p. 19-37. 2017.

BUTT, T. M. et al. Entomopathogenic fungi: new insights into host–pathogen interactions. **Advances in genetics**. Academic Press, p. 307-364, 2016.

CHAKRAVARTHY, A. K. (Ed.). **New horizons in insect science: towards sustainable pest management**. Springer, 2015.

CHOUVENC, T. et al. Extended disease resistance emerging from the faecal nest of a subterranean termite. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 280, n. 1770, p. 20131885, 2013.

CHOUVENC, T.; SU, N.Y.; ROBERT, A. Susceptibility of seven termite species (Isoptera) to the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. **Sociobiology**, v. 54, n. 3, p. 723-748, 2009.

DAVIS, H. E. et al. Termites shape their collective behavioural response based on stage of infection. **Scientific Reports**, v. 8, n. 14433, 2018.

DEBELO, D. G.; DEGAGA, E. G. Preliminary study on termite damage on rural houses in the Central Rift Valley of Ethiopia. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 39, p. 2901-2910. 2014.

DENIER, D.; BULMER, M. S. Variation in subterranean termite susceptibility to fatal infections by local *Metarhizium* soil isolates. **Insectes Sociaux**, v. 62, n. 2, p. 219-226, 2015.

FOIERI, A.; PEDRINI, N.; TOLEDO, A. Natural occurrence of the entomopathogenic genus *Pandora* on spittlebug pests of crops and pastures in Argentina. **Journal of Applied Entomology**, v. 142, n. 3, p. 363-370, 2018.

GETAHUN, M. N. et al. *Metarhizium* sp. isolated from dead *Pachnoda interrupta* (Coleoptera: Scarabaeidae) as a potential entomopathogenic fungus for the pest insect: proof-of-concept for autodissemination. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 36, n. 1, p. 1-9, 2016.

GHALY, A.; ADWARDS, S. Termite damage to buildings: Nature of attacks and preventive construction methods. **American Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 4, n. 2, p.187–200, 2011.

GONZALEZ, F. et al. New opportunities for the integration of microorganisms into biological pest control systems in greenhouse crops. **Journal of Pest Science**, v. 89, n. 2, p. 295-311, 2016.

GUNASEKARAN, P. et al. **Current Developments in Biotechnology and Bioengineering**. Elsevier, 2017.

HAIDER, M. S.; SHAHID, A. A.; ANWAR, W. Entomopathogenic fungi: Introduction, history, classification, infection mechanism, enzymes, and toxins. In: **Biopesticides and Bioagents**. Apple Academic Press, p. 117-168, 2017.

HAMILTON, C.; BULMER, M. S. Molecular antifungal defenses in subterranean termites: RNA interference reveals in vivo roles of termicins and GNBPs against a naturally encountered pathogen. **Developmental & Comparative Immunology**, v. 36, n. 2, p. 372-377, 2012.

HARTKE, T. R.; BAER, B. The mating biology of termites: a comparative review. **Animal Behaviour**, v. 82, n. 5, p. 927-936, 2011.

HOKKANEN, H. M. T.; MENZLER-HOKKANEN, I. The use of entomopathogenic fungi in the insect pest management of *Brassica oilseed* crops. **Integrated management of insect pests on canola and other Brassica oilseed crops**, p. 373-382, 2017.

HOROWITZ, A. R.; ISHAAYA, I. **Advances in Insect Control and Resistance Management**. Springer, 2016.

HUSSAIN, A. et al. Behavioral and electrophysiological responses of *Coptotermes formosanus* Shiraki towards entomopathogenic fungal volatiles. **Biological Control**, v. 55, n. 3, p. 166-173, 2010.

HUSSAIN, A.; AHMED, S.; SHAHID, M. Laboratory and field evaluation of *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* for controlling subterranean termites. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 2, p. 244-250, 2011.

ISABEL, G. G. M. Patogenicidad de *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae* sobre termitas *Microcerotermes* sp. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 31, n. 1, p. 9-14, 2005.

JABEEN, F. et al. Potential of bacterial chitinolytic, *Stenotrophomonas maltophilia*, in biological control of termites. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 28, n. 1, p. 86, 2018.

JABER, L. R.; OWNLEY, B. H. Can we use entomopathogenic fungi as endophytes for dual biological control of insect pests and plant pathogens? **Biological Control**, v. 116, p. 36-45, 2018.

- JOUQUET, P. et al. Influence of termites on ecosystem functioning. Ecosystem services provided by termites. **European Journal of Soil Biology**, v. 47, n. 4, p. 215-222, 2011.
- KEPPANAN, R. et al. Isolation and characterization of *Metarhizium anisopliae* TK29 and its mycoinsecticide effects against subterranean termite *Coptotermes formosanus*. **Microbial Pathogenesis**, v. 123, p. 52-59, 2018.
- KEYHANI, N. O. Lipid biology in fungal stress and virulence: entomopathogenic fungi. **Fungal Biology**, v. 122, n. 6, p. 420-429, 2018.
- KHAN, M.A.; AHMAD, W. (Ed.). **Termites and Sustainable Management**. Springer, 2018.
- KORB, J. et al. Termite Taxonomy, Challenges and Prospects: West Africa, A Case Example. **Insects**, v. 10, n. 1, p. 32-40, 2019.
- KRISTENSEN, J. A. et al. The combined effect of termite bioturbation and water erosion on soil nutrient stocks along a tropical forest catena in Ghana. **Catena**, v. 178, p. 307-312, 2019.
- LACEY, L. A. (Ed.). **Microbial control of insect and mite pests: From theory to practice**. Academic Press. 2016.
- LACEY, L. A. et al. Insect pathogens as biological control agents: back to the future. **Journal of invertebrate Pathology**, v. 132, p. 1-41, 2015.
- LIU, L. et al. The Influence of Allogrooming Behavior on Individual Innate Immunity in the Subterranean Termite *Reticulitermes chinensis* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 1, p. 1- 6, 2019.
- LOPES, R. da S. et al. The potential of *Isaria* spp. as a bioinsecticide for the biological control of *Nasutitermes corniger*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 27, n. 9, p. 1038-1048, 2017.
- LU, H.-L.; LEGER, RJ St. Insect immunity to entomopathogenic fungi. **Advances in Genetics**. Academic Press, 2016. p. 251-285.
- MAHAPATRO, G. K.; CHATTERJEE, D. Integrated termite management in the context of indoor and outdoor pest situation. **Termites and Sustainable Management**. Springer, p. 119-135. 2018.
- MILLS, N. **Plant health management: Biological control of insect pests**. Elsevier, p. 375-387, 2014.
- NETO, P. S. et al. Association between entomopathogenic nematodes and non-synthetic insecticides for improved control of *Nasutitermes* spp. (Isoptera: Termitidae) in sugarcane plantations. **International Journal of Pest Management**, v. 64, n. 1, p. 3-10, 2018.
- NEUPANE, A. et al. Consistent effects of eastern subterranean termites (*Reticulitermes flavipes*) on properties of a temperate forest soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 91, p. 84-91, 2015.

NEVES, P. J.; ALVES, S. B. Selection of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. strains for control of *Cornitermes cumulans* (Kollar). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 43, n. 4, 2000.

OLIVEIRA, G. F. dos S. et al. **Controle biológico de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae) por fungos entomopatogênicos: *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) (Sorokin), *Beauveria bassiana* (Balssamo) (Vuillemin), *Isaria javanica* (Frieder e Bally) e *Penicillium* sp. (Fleming) no Amazonas.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Amazonas. 2011.

OLUDAIRO, O. O. et al. Control and prevention of biodeterioration caused by termites (Isoptera). **Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment**, v. 8, n. 3, p. 44-50, 2016.

OMOYA, F. O.; KELLY, B. A. Variability of the potency of some selected entomopathogenic bacteria (*Bacillus* spp. and *Serratia* spp.) on termites, *Macrotermes bellicosus* (Isoptera: Termitidae) after exposure to magnetic fields. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 34, n. 2, p. 98-105, 2014.

ORTIZ-URQUIZA, A.; KEYHANI, N. Action on the surface: entomopathogenic fungi versus the insect cuticle. **Insects**, v. 4, n. 3, p. 357-374, 2013.

ORTIZ-URQUIZA, A.; KEYHANI, N. O. Stress response signaling and virulence: insights from entomopathogenic fungi. **Current Genetics**, v. 61, n. 3, p. 239-249, 2015.

PASSOS, E. M. et al. Effects of *Isaria* (Persoon) isolates on the subterranean termite *Coptotermes gestroi* (Wasmann) (Isoptera: Rhinotermitidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 3, p. 232-237, 2014.

PERVEZ, A. Termite Biology and Social Behaviour. **Termites and Sustainable Management**. Springer, p. 119-143, 2018.

PIMENTEL, D.; BURGESS, M. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. **Integrated Pest Management**. Springer, p. 47-71, 2014.

QASIM, M. Termites and microbial biological control strategies. **South Asia Journal of Multidisciplinary Studies**, v. 1, n. 6, 2015.

QU, S.; WANG, S. Interaction of entomopathogenic fungi with the host immune system. **Developmental & Comparative Immunology**, v. 83, p. 96-103, 2018.

RAMÍREZ-GUZMÁN, K. N. et al. Biocontrol as an Efficient Tool for Food Control and Biosecurity. In: **Food Safety and Preservation**. p. 167-193. 2018.

RAVINDRAN, K. et al. Sporulation characteristics and virulence of *Metarhizium anisopliae* against subterranean termites (*Coptotermes formosanus*). **International Journal of Microbiological Research**, v. 6, n. 1, p. 1-4, 2015.

RAZIA, M.; SIVARAMAKRISHNAN, S. Evaluation of Entomopathogenic nematodes against Termites. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 4, n. 4, p. 324-327, 2016.

RESH, V. H.; CARDÉ, R. T. (Ed.). **Encyclopedia of Insects**. Academic Press, 2009.

RODRIGUES, I. M. W. et al. Effect of ultraviolet radiation on fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, pure and encapsulated, and bio-insecticide action on *Diatraea saccharalis*. **Advances in Entomology**, v. 4, n. 3, p. 151-162, 2016.

ROJAS, V. M. A. **Caracterização do fungo entomopatogênico *Isaria fumosorosea* quanto à produção de conídios, efeitos da radiação ultravioleta-B, temperatura alta e persistência em formulações do tipo dispersão oleosa**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2015.

SILVA, A. P. de A. P. **Potencial biotecnológico da associação de fungos entomopatogênicos em formulações com produtos vegetais no controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. 2014.

SILVA, E. et al. Does fipronil application on roots affect the structure of termite communities in eucalypt plantations? **Forest Ecology and Management**, v. 377, p. 55-60, 2016.

SINGH, K. et al. The architectural design of smart ventilation and drainage systems in termite nests. **Science Advances**, v. 5, n. 3, p. 1-11, 2019.

SINGHA, D.; SINGHA, B.; DUTTA, B. K. Potential of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in the control of tea termite *Microtermes obesi* Holmgren *in vitro* and under field conditions. **Journal of Pest Science**, v. 84, n. 1, p. 69-75, 2011.

SOBOTNIK J.; DAHLSJO C. Isoptera. Reference module in life sciences. **Elsevier**, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.02256-1>. Acesso em: 02 fev. 2019.

SUN, Q.; HAYNES, K. F.; ZHOU, X. Dynamic changes in death cues modulate risks and rewards of corpse management in a social insect. **Functional Ecology**, v. 31, n. 3, p. 697-706, 2017.

TALL, S.; MEYLING, N. V. Probiotics for plants? Growth promotion by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* depends on nutrient availability. **Microbial Ecology**, v. 76, n. 4, p. 1002-1008, 2018.

TARNITA, C. E. Ecology: Termite Patterning at Multiple Scales. **Current Biology**, v. 28, n. 24, p. 1394-1396, 2018.

UPADHYAY, R. K. Effects of plant latex based anti-termite formulations on Indian white termite *Odontotermes obesus* (Isoptera: Odontotermitidae) in sub-tropical high infestation áreas. **Open Journal of Animal Sciences**, v. 3, p. 281–294, 2013.

VERMA, M. et al. Eco-Friendly Termite Management in Tropical Conditions. **Termites and Sustainable Management**. Springer, p. 137-164. 2018.

VILCINSKAS, A. Evolutionary ecology of parasitic fungi and their host insects. **Fungal Ecology**, v. 38, p. 12-20, 2018.

VOS, C. M. et al. Fungal biocontrol organisms in tomato disease control. **Biological Control**, v. 74, p. 65-81, 2014.

WANG, C.; HENDERSON, G. Evidence of Formosan subterranean termite group size and associated bacteria in the suppression of entomopathogenic bacteria, *Bacillus thuringiensis* subspecies *israelensis* and *thuringiensis*. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 106, n. 4, p. 454-462, 2013.

WANG, J. B. et al. Advances in genomics of entomopathogenic fungi. **Advances in Genetics**. Academic Press, p. 67-105, 2016.

WIDIYANINGRUM, P.; SUBEKTI, N.; PRIYONO, B. Ecological characterization of local entomopathogenic nematodes *Steinernema* sp. and its pathogenicity test against termites *Macrotermes* sp. **Songklanakar Journal of Science & Technology**, v. 41, n. 2, p. 1-22, 2019.

WRIGHT, M. S.; LAX, A. R. Combined effect of microbial and chemical control agents on subterranean termites. **Journal of Microbiology**, v. 51, n. 5, p. 578-583, 2013.

WRIGHT, M. S.; LAX, A. R. Combined effect of microbial and chemical control agents on subterranean termites. **Journal of Microbiology**, v. 51, n. 5, p. 578-583, 2013.

YU, Q. et al. Characterization and evaluation of *Staphylococcus* sp. strain LZ16 for the biological control of rice blast caused by *Magnaporthe oryzae*. **Biological Control**, v. 65, n. 3, p. 338-347, 2013.

ZHAO, Z. et al. **Termitoidae–Termites. Rhythms of Insect Evolution: Evidence from the Jurassic and Cretaceous in Northern China**, p. 113-119, 2019.



LACAZIOSE (OU DOENÇA DE JORGE LOBO): ATUALIZAÇÃO CLÍNICA, DIAGNÓSTICA, TERAPÊUTICA E EPIDEMIOLÓGICA

**Leandro Cavalcante Santos¹, Aline Feitosa de Souza³, Natália Costa Chaves³,
Clarice Maia Carvalho¹, Atilon Vasconcelos de Araújo²**

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (BIONORTE), Rio Branco, Acre, Brasil.
3. Centro Universitário Uninorte, Rio Branco, Acre.

RESUMO

A lacaziose é uma infecção fúngica, de evolução crônica, causada pelo fungo *Lacazia loboi*, acometendo o tecido cutâneo e subcutâneo, principalmente, em indivíduos provenientes da América Central e do Sul. É uma doença emergente, importante despertar o interesse da comunidade científica para as pesquisas relacionadas à clínica, diagnóstico, terapêutica e epidemiologia. Assim, este trabalho tem por objetivo revisar as informações disponíveis na literatura relacionadas com a lacaziose, abordando as características do fungo, taxonomia, manifestações clínicas, diagnóstico, tratamento e epidemiologia. Foi realizada uma revisão bibliográfica utilizando as plataformas de pesquisa científica Pubmed, Scielo, Google Acadêmico, Science Direct, Portão Regional da BVS, utilizando os descritores *Lacazia loboi*, lobomicose e doença de Jorge Lobo. A transmissão de *L. loboi* ocorre devido o contato traumático do material infeccioso na derme, afetando as áreas mais expostas, em especial o pavilhão auricular externo, apresentando um amplo polimorfismo, com o predomínio de nódulos queloidianos. O diagnóstico pode ser realizado por microscopia direta de material a fresco, sendo evidenciado células leveduriformes, esférica, isoladas e/ou cadeias, pela histopatologia é possível observar um rico infiltrado leucocitário com células gigantes, com presença de melanina na parede celular do fungo. Não há uma padronização para seu tratamento, e relata-se que as técnicas cirúrgicas mais itraconazol em casos isolados trazem bons resultados. Lacaziose têm sua principal ocorrência em países com clima tropical e subtropical, característico da América Latina, sendo os mais frequentes Brasil, Venezuela e Guiana Francesa. No Brasil, a doença é relatada quase que exclusivamente na região Amazônica, sendo Acre, Mato Grosso e Pará os estados com maior ocorrência.

Palavras chave: Lobomicose, *Lacazia loboi* e Dermatomicose.

ABSTRACT

Lacaziosis is a fungal infection, chronic disease, the growth of the disease, affecting the skin and subcutaneous tissue, mainly as a result of Central and South America. It is an emerging disease, important to arouse the interest of the scientific community for research related to clinical, diagnostic, therapeutic and epidemiological. Thus, the objective of this work is to review the lactose-related information available in the literature, addressing the characteristics of the fungus, taxonomy, clinical manifestations, diagnosis, treatment and epidemiology. A bibliographic review was carried out using the scientific research platforms Pubmed, Scielo, Google Academic, Science Direct, Regional Gate of the BVS, using the descriptors *Lacazia loboi*, lobomycosis and Jorge Lobo's disease. The transmission of *L. loboi* occurs due to the traumatic contact of the infectious material in the dermis, affecting the most exposed areas, especially the external auricular pavilion, presenting a broad polymorphism, with the predominance of keloid nodules. The diagnosis can be made by direct microscopy of

fresh material, with leveduriform cells, spherical, isolated and / or chains, by histopathology it is possible to observe a rich leukocyte infiltrate with giant cells, with presence of melanin in the cell wall of the fungus. There is no standardization for its treatment, and it is reported that surgical techniques plus itraconazole in isolated cases bring good results. Lacaziose have their main occurrence in countries with tropical and subtropical climate, characteristic of Latin America, being the most frequent Brazil, Venezuela and French Guiana. In Brazil, the disease is reported almost exclusively in the Amazon region, with Acre, Mato Grosso and Pará being the states with the highest occurrence.

Keywords: Lobomycosis, *Lacazia loboi* and Dermatomycosis.

1. INTRODUÇÃO

A lacaziose é uma infecção crônica, que acomete o tecido cutâneo e subcutâneo, com lesões polimórficas, localizadas ou disseminadas em áreas expostas da pele, causada pelo fungo *Lacazia loboi*, nunca cultivado *in vitro* (TALHARI, TALHARI, 2012; FRANCESCONI et al., 2014), e descrito, principalmente, em indivíduos provenientes da América Central e América do Sul, destacando-se a Região Amazônica do Brasil (MOTA, 2008; ILHARA et al., 2015).

Devido aos relatos frequentes desta infecção por meio do contato humano com ambientes rurais, estudos prévios pressupõem, que o fungo da espécie *L. loboi* se conserve viável em solo, água e vegetais, como saprófito, sendo os ambientes rurais considerados as principais fontes de infecção (BRITO, QUARESMA, 2007; TAVARES et al., 2011; TALHARI, TALHARIA, 2012). Assim, considera-se que a transmissão ocorra em decorrência do contato direto por meio de inoculação de *L. loboi* em áreas expostas da pele, como orelhas, membros superiores e inferiores (BRITO, QUARESMA, 2007; WOODS et al., 2010).

Embora não existam relatos de óbitos associados à lacaziose, o tratamento de pacientes acometidos com esta infecção, principalmente, a forma disseminada apresenta-se como um desafio para a medicina (FISCHER et al., 2002; TAVARES et al., 2011). Assim, a lacaziose permanece como uma doença emergente, sendo importante despertar o interesse da comunidade científica para as pesquisas relacionadas à patogenia, transmissão e formas efetivas de tratamento (TALHARI, TALHARI, 2012). Dessa forma, a difusão dos conhecimentos sobre aspectos básicos da lacaziose é fundamental. Neste contexto, este estudo tem como objetivo revisar as informações disponíveis na literatura relacionadas com a lacaziose, abordando suas características epidemiológica, clínica, diagnóstica e tratamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão bibliográfica buscando artigos científicos nacionais e internacionais, dissertações, teses e livros, em português, inglês e espanhol, relacionados ao tema, utilizando as plataformas de pesquisa científicas PubMed, Scielo, Google Acadêmico, Science Direct, Portão Regional da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando os descritores *Lacazia loboi*, lobomicose e doença de Jorge Lobo.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 TAXONOMIA

Lacazia loboi é um fungo pertencente ao filo Ascomycota, sub-filo Pezizomycotina, classe Eurotiomycetes, sub-classe Eurotiomycetidae, ordem Onygenales, família Onygenaceae (HERR et al., 2001; TAVARES et al., 2011). O termo *Lacazia* foi dado em homenagem a Carlos da Silva Lacaz, brasileiro, micologista que colaborou para uma maior e melhor compreensão da doença, enquanto o termo *loboi* homenageia a primeira pessoa que relatou a doença, Jorge Lobo (BRITO, 2013).

Com o passar dos anos houve mudanças de sinônimos para a lacaziose, como lobomicose, blastomicose tipo Jorge Lobo, micose de Jorge Lobo, blastomicose queiloideana, falsa-lepra, granulomatose blastomicose e blastomicose amazônica (BRITO, QUARESTA, 2007).

3.2 MANIFESTAÇÕES CLÍNICAS E PATOGENIA

Acredita-se que a transmissão da lacaziose ocorra devido ao contato de material infeccioso, presente no ambiente, com inoculação direta na derme, apresentando um restrito e longo período de propagação do fungo (BRITO, QUARESMA, 2007; BRITO, 2013). 88% dos casos afeta os homens, pois acredita-se que estão expostos a infecção, principalmente os seringueiros, caçadores, garimpeiros, pescadores e trabalhadores agrícolas (ARENAS et al., 2019).

Na derme, o fungo se replica lentamente após ser englobado por células mononucleares, influenciando assim no longo período do processo crônico (RODRIGUEZ-TORO, 1993; VILANI-MORENO et al., 2005). A lacaziose afeta áreas mais expostas da pele, como pavilhão auricular externo, membros superiores e inferiores, sendo observada ausência de acometimento das membranas mucosas (BRITO, QUARESMA, 2007). Sendo caracterizada pelo amplo polimorfismo das lesões cutâneas, com formação de nódulos semelhantes à queloides com variação nas formas de apresentação dos sintomas clínicos e extensão das lesões, podendo ser localizadas ou disseminadas (MOURA-FILHO et al., 2017). No entanto, predomina a formação de nódulos queloidianos na maioria dos casos diagnosticados (CARVALHO et al., 2015).

Frequentemente, as lesões apresentam-se com início assintomático, com desenvolvimento lento de pápulas e pústulas, sendo escassos os registros da ocorrência de ulcerações nestas lesões (ILHARA et al., 2015). Podendo apresentar sintomas nos locais da lesão, como aumento de volume do tecido, prurido e dor à palpação (CARVALHO et al., 2015).

A via hemato-linfática apresenta-se como um possível mecanismo de disseminação do fungo para outras regiões do corpo (MONDOLFI et al., 2012; BRITO, 2013) e que não há relatos que comprove a transmissão inter-humana (BRITO, QUARESMA, 2007; BRITO, 2013).

Estudos tem avaliado a resposta imune no local da infecção, sendo caracterizada a influência de determinadas células e citocinas nas lesões humanas como células T CD8 e CD4 desempenhando papel fundamental na eliminação do fungo (ALEXANDRE et al., 2017). No infiltrado inflamatório, pode ser verificado a presença de macrófagos CD68, linfócitos T CD3, linfócitos T CD4, linfócitos T CD8, células Natural Killer CD57, plasmócitos CD79 e linfócitos B CD20, descrevendo a desorganização das células no granuloma e as mudanças no perfil de citocinas como consequência do avanço das lesões causadas pelo *L. loboi* (VILANI-MORENO et al., 2005). Pode ser intensa a presença de TGF- β , fundamental na etiopatogenia da infecção por *L. loboi*, influenciando por meio da impossibilidade da resposta imune celular mediada pelos macrófagos ou por induzir o processo de fibrose (XAVIES et al., 2008).

Devido à habilidade de *L. loboi* em inibir uma resposta celular e provocar apoptose de células imunes, tem agregado o TGF- β como marcador decisivo de vulnerabilidade a infecções agudas e crônicas (BRITO, QUARESMA, 2007). Além disso, foi registrado a ativação do sistema complemento e deposição de C3 e IgG na parede dos fungos

provenientes de cortes histológicos que foram submetidos à imunofluorescência, sugerindo que as imunoglobulinas e o sistema complemento podem colaborar para os mecanismos de defesa do hospedeiro contra o fungo (VILANI-MORENO et al., 2007).

3.3 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico da lacaziose é essencialmente clínico e laboratorial, na qual é necessários profissionais capacitados para suspeitar da doença apoiado nas evidências das lesões (COSTA, 2015). O diagnóstico laboratorial é obtido através da microscopia e/ou pela análise histopatológica quando é evidenciada presença de formas leveduriformes de *L. loboi* (QUEIROZ et al., 2011).

A microscopia direta se dá por meio da presença de estruturas fúngicas presentes em amostras de tecidos lesionados obtidos por curetagem ou amostras de biópsias da pele (PANIZ-MONDOLFI et al., 2007; MIRANDA et al., 2011). Este microrganismo apresenta estrutura leveduriforme, esférica, com 8-12 µm de diâmetro, isoladas ou formando cadeias, sendo encontradas, predominantemente nos vacúolos de macrófagos (ILHARA et al., 2015). Devido aos métodos de coloração da histoquímica, como: tricrômico de Gomori, ácido periódico de Schiff (PAS), prata-metenamina (PM) e Gridley para fungos é possível observar a organização do granuloma e outras estruturas teciduais (BRITO, QUARESMA, 2007), evidenciando elevada quantidade de fungos no local da lesão, com rico infiltrado leucocitário e presença de células gigantes (BRITO, 2013).

Devido às características clínicas e morfológicas parecidas com demais doenças, se faz necessário um corpo técnico qualificado, no intuito de se realizar um diagnóstico diferencial, pois a lacaziose se assemelha e pode ser confundida com outras doenças, como: leishmaniose tegumentar, em ênfase a forma cutânea difusa anérgica, a hanseníase (em todas as formas), esporotricose, histoplasmose, melanoma, câncer de pele não-melanoma, dermatofibrossarcoma, paracoccidioidomico e outras (BRITO, QUARESMA, 2007; CERMEÑO, 2012).

Durante o exame direto, é possível verificar semelhanças com a morfologia de *Paracoccidioides* sp., no entanto, é possível distingui-las (BRITO, QUARESMA, 2007; MOURA-FILHO et al., 2017). A lacaziose possui células fúngicas abundantes que realizam reprodução por cadeias de células formando brotos simples ou múltiplos, interligados por pontes citoplasmáticas, diferentemente da paracoccidioidomicose, onde há formação de

blastósporo semelhante a uma de “roda de leme” (FURTADO et al., 1967; MOTTA, 2008). Além disso, *L. loboi* se diferencia de *Paracoccidioides brasiliensis* devido a sua parede celular que contém melanina, que pode ser detectado pelo uso da coloração de Fontana-Masson durante as técnicas histológicas (TABORTA et al., 1999).

Métodos que têm contribuído para o estudo e compreensão da lacaziose são os métodos moleculares, que têm revelado ser um importante instrumento para estudo da biodiversidade e identificação dos fungos, como isolamento do DNA, amplificação, sequenciamento e análise filogenética (VILELA et al., 2009). Porém, essas técnicas são difíceis de aplicação para o diagnóstico da lacaziose, pois 50% das células de *L. loboi* presente nos tecidos estão inviáveis, além de possuírem enzimas líticas que interfere diretamente na análise molecular do RNA, como a transcrição reversa-PCR (VILELA et al., 2009). Foi evidenciado que somente as coletas a fresco, seguida de rápida extração do DNA, obtiveram sucesso nos estudos moleculares (COSTA, 2015).

Até o momento, houve poucas tentativas documentadas de cultivo *in vitro* da levedura *Lacazia loboi*, e estas demonstraram resultados infrutíferos, em pesquisa realizada, cultivando o fungo em 18 meios microbiológicos distintos e com células de tecidos da epiderme de golfinhos previamente diagnosticados com lacaziose, cultivados em meios microbiológicos clássicos e novos, mas que obtiveram resultados insatisfatórios, pois em nenhum meio houve crescimento de células correspondentes a morfologia de *L. loboi* (SCHAEFER et al., 2016).

3.4 TRATAMENTO

A terapêutica para a lacaziose ainda não apresenta padronização e a cirurgia retrata o procedimento mais adequado especialmente em casos cujas lesões estejam limitadas e isoladas, na fase inicial da doença (SOUZA et al., 2013).

Estudos anteriores têm avaliado diferentes protocolos terapêuticos para a resolução clínica da lacaziose, registrando variação na resposta aos tratamentos (Tabela 1).

Outro método de tratamento utilizado, principalmente por causa do seu baixo custo é a crioterapia com nitrogênio líquido, sendo considerada eficiente e possui raros efeitos adversos, porém, para obter cura, em alguns pacientes é necessário a realização de várias sessões de crioterapia (BRITO, QUARESMA, 2007; RAMOS et al., 2016). Uma particularidade do uso desse método é a combinação de itraconazol mais crioterapia com

nitrogênio líquido, que pode ser útil para pacientes com lesões grandes e multifocais (CARNEIRO et al., 2009).

Tabela 1. Tipo de tratamento, protocolo e resultado de tratamento para Lacaziose.

Tratamento	Protocolo (dose/ tempo)	Resultado	Referência
Posaconazol	400mg/2vezes/dia/27meses	Cura clínica após 4 meses	Bustamonte, et al., 2013
Crioterapia com nitrogênio líquido	5 sessões, cada uma com 2 ciclos de 2 minutos por 6 meses	Regressão quase completa das lesões.	Carneiro et al., 2009
Intervenção Cirúrgica+ Clofazimina+ Dapsona+ Itraconazol	50mg /dia/12 meses+ 100 mg/dia/12 meses+ 200 mg / dia/12 meses	Diminuição do tamanho das lesões	Paniz-Mondolfi, Hoffmann, 2009
Clofazimina+ Itraconazol	100mg/dia/12 meses	Regressão das lesões	Fischer et al., 2002
Intervenção Cirúrgica	-	Melhora temporária	Korte et al. (2014)
Clofazimina+ Itraconazol	300mg/dia/2meses+ 100mg/dia/2meses	Redução de infiltrações	Silva et al. (2013)

Foram testados diversos antifúngicos: cetoconazol, anfotericina B, compostos de sulfa e 5-fluorocitosina, porém seus resultados tiveram sucesso limitado ou nenhum, mas o itraconazol apresentou-se parcialmente eficaz, e pode ser utilizado como um adjuvante para prevenir o retorno das lesões que foram retiradas através da cirurgia (FRANCESCONI et al., 2014).

De acordo com a experiência do Programa de Eliminação da Hanseníase do Acre, Brasil, paciente com lacaziose e hanseníase concorrente apresentaram respostas à terapia multibacilar com diminuição do prurido e do tamanho dos nódulos micóticos (FRANCESCONI et al., 2014). Outros pacientes com lacaziose que receberam regularmente o tratamento da hanseníase com rifampicina, clofazimina e dapsona, as lesões diminuíram de tamanho e as lesões que permaneceram foram removidas cirurgicamente (SOUZA et al., 2015).

3.5 EPIDEMIOLOGIA

3.5.1 Epidemiologia no Mundo

A lacaziose foi descrita por Jorge Lobo em 1931, na cidade de Recife, em um paciente de 52 anos proveniente da Região Amazônica Brasileira (RAMOS et al., 2009; SIDRIM, ROCHA, 2012). Esta doença ocorre em áreas tropicais e subtropicais, principalmente na América Latina, especialmente na Amazônia, na qual a temperatura anual é superior a 24 °C e pluviometria anual superior a 2000 mm (BORELLI, 1969; BRITO, QUARESMA, 2007).

A lacaziose não é uma doença de notificação compulsória e mesmo possuindo baixa prevalência a nível mundial, vem aumentando seu número de casos com o passar dos anos, enfatizando assim, a relevância do conhecimento da mesma, não somente em países tropicais e subtropicais, mas nos demais países do mundo (SILVA et al., 2009).

Fora da América Latina existem poucos relatos de casos de lacaziose, sendo relatado três casos na Europa (SAINT et al., 2000; PAPADAVID et al., 2012 SYMMERS, 1983), dois casos na África (AL-DARAJI et al., 2008), um possível caso em Bangladesh, na Ásia (RUMI, KAPKAEV, 1988), um relato nos Estados Unidos (BURNS et al., 2000) no qual o paciente relata viagem anterior a Venezuela e um caso no Canadá (ELSAYED et al., 2004) onde a paciente visitou os países Guiana Francesa, Venezuela e Bolívia. Na grande maioria das vezes, o paciente é diagnosticado em seu país de origem, mas relata que em algum momento de sua vida viajou para países endêmicos (BURNS et al., 2000; ELSAYED et al., 2004).

3.5.2 Epidemiologia na América do Central e do Sul

A lacaziose apresenta elevados índices nos países com áreas tropicais, caracterizado por densa vegetação, e acima de 200-250 m acima do nível do mar, com precipitação anual inferior a 2000 mm e com média de 24 °C anuais, além de umidade superior a 75%, características estas com os países da América Central e Sul, em especial da bacia amazônica (TALHARI; TALHARI, 2012).

Por não ser uma doença de notificação compulsória, não há dados precisos sobre os números de pacientes diagnosticados (WOOD et al., 2010). Na Tabela 2 está descrito os casos de lacaziose ocorridos na América Central e do Sul que foram relatados na literatura.

Tabela 2. Números de casos de Lacaziose na América Central e do Sul.

Pais	Nº de casos	Referência
Brasil	334 casos	Convit et al., 1959 Brito; Quaresma, 2007
Venezuela	162 casos	Campo, 1957 Convit; Escuder, 1958 Convit et al., 1959 Reyes et al., 1961 Battistini et al., 1965 Brito; Quaresma, 2007
Guiana Francesa	154 casos	Fontan, 1960 Silverie et al., 1963 Pradinaud et al., 1969 Brito; Quaresma, 2007
Colômbia	138 casos	Henao, 1958 Convit et al., 1959 Villegas, 1965 Arenas et al., 2007 Arenas et al., 2019
Suriname	82 casos	Wiersema; Niemel, 1965 Brito, Quaresma, 2007
Costa Rica	31 casos	Romero; Trejo, 1953 Brito; Quaresma, 2007
Panamá	28 casos	Herrera, 1955 Convit et al., 1959 Brito; Quaresma, 2007
Costa Rica	31 casos	Romero; Trejo, 1953 Brito, Quaresma, 2007
Bolívia	5 casos	Brito, Quaresma, 2007 Battistini et al., 1965
Peru	4 casos	Brito; Quaresma, 2007
Honduras	1 caso	Convit et al., 1959

3.5.3 Epidemiologia na Amazônia

A região Amazônica possui clima característico que favoreça para o desenvolvimento do fungo na natureza, beneficiando assim sua alta incidência nesta localidade, no qual os estados da Região Amazônia Legal Brasileira com maior incidência de Lacaziose foram: Acre, Mato Grosso e Pará (DIAS et al., 1970; SILVA-DOMINGOS, 1972; MARCOS et al., 2005; WOODS et al., 2010; MIRANDA et al., 2011; CARNEIRO et al., 2015).

Tabela 3. Número de casos de Lacaziose por estado da Região Amazônia Legal Brasileira.

Estado	Número de Casos	Referência
Acre	270 casos	Marcos et al., 2005 Woods et al., 2010
Mato Grosso	61 casos	Lacaz et al., 1986
Pará	32 casos	Dias et al., 1970 Silva-Domingos, 1972 Miranda et al. 2011 Carneiro et al., 2015
Amazonas	5 casos	Hortência et al., 2008 Tubila et al., 2008 Talhari; Talhari, 2012 Ilhari et al., 2015 Moura-Filho et al., 2017
Maranhão	1 caso	Silva et al., 2013

Houve um caso esporádico de lacaziose fora da região Amazônica, no Estado de Espírito Santo, mas relata-se que o paciente era procedente do Estado de Rondônia e também viajou para Mato Grosso (FURTADO et al., 2013).

Pesquisa realizada por Woods e colaboradores (2010), relata que entre o ano de 1998 a 2008 foi detectado no Acre 249 casos de lacaziose (Figura 1), sendo a maioria do sexo masculino (219 casos), onde vivem em ambientes florestais ou são ribeirinhos.

Confirmando o que é apontado em outros estudos, onde a maior frequência é no sexo masculino, possivelmente devido a maior exposição ao patógeno, por desenvolverem atividades rurais (BURNS et al., 2000; FRANCESCONI et al., 2014).

CASOS DE LACAZIOSE NOS MUNICÍPIOS ACREANOS

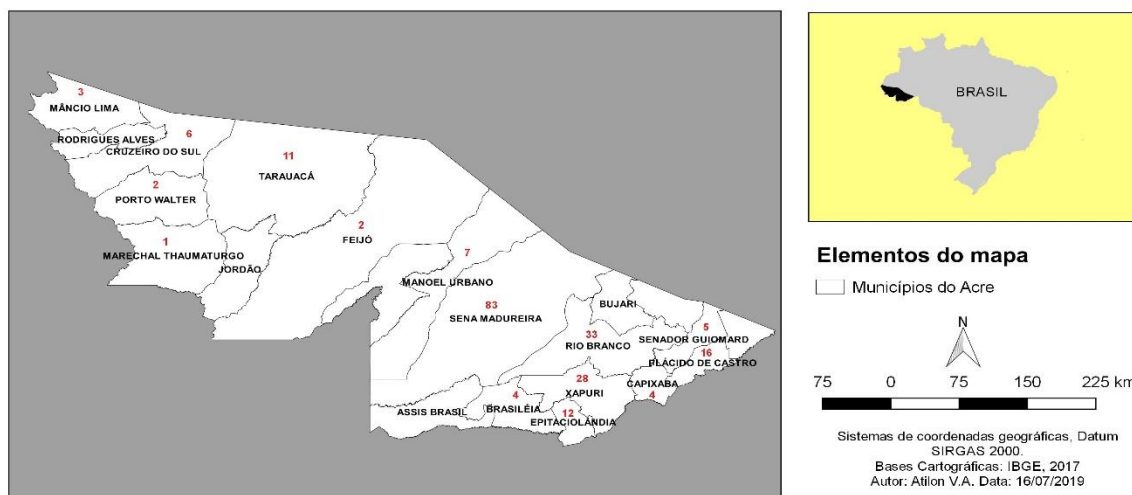


Figura 1. Distribuição de casos de Lacaziose por município no Estado do Acre, Brasil, conforme Woods et al., 2010.

Os pacientes de Epitaciolândia, Porto Acre, Xapuri, Plácido de Casto, Rio Branco e Sena Madureira foram os municípios que apresentaram maior quantidade de casos, possivelmente devido ao fácil acesso ao centro clínico de Rio Branco, do departamento de Dermatologia, diferente dos pacientes dos outros municípios, onde tiveram contato com o clínico apenas quando estes viajaram para a capital Rio Branco. 14 dos 83 pacientes de Sena Madureira vivem próximos ao Rio Antimari, área endêmica, e o rio Purus e seus afluentes passam pelos municípios com as maiores incidências relatados no trabalho de Woods et al. 2010, acreditando-se assim que a área destes rios, tanto Rio Antimari, Purus e seus afluentes são endêmicas para lacaziose, suspeitando-se que o vale do Rio Juruá possua uma prevalência oculta da doença (WOODS et al., 2010).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A lacaziose é uma infecção fúngica, causada pelo fungo *Lacazia loboi*, presente na natureza como saprófito, e possivelmente por isto acomete principalmente trabalhadores

da área rural, desencadeando problemas funcionais, estéticos, e uma carga psicossocial. Com o passar das décadas houve aumento no seu número de casos, em especial nos países da América Latina, como Brasil, Venezuela, Guiana Francesa, e no Brasil, Acre, Mato Grosso e Pará, exibindo assim, a relevância de melhor conhecer esta doença, tanto seus aspectos clínicos, diagnóstico e tratamento efetivo.

5. REFERÊNCIA

AL-DARAJI, W. I.; HUSAIN, E.; ROBSON. A. Lobomycosis in African patients. **British Journal of Dermatology**, v.159, n.1. p. 234-236, 2008.

ALEXANDRE, A. F.; QUARESMA, J. A. S.; BARBOZA. T. C.; BRITO, A. C.; XAVIER, M. B.; OLIVEIRA, C. M. M. The cytotoxic T cells may contribute to the in situ immune response in Jorge Lobo's Disease human lesions. **Medical Mycology**, v. 55, n. 2, p. 145-149, 2017.

ARENAS, C. M.; RODRIGUEZ-TORO, G.; MARQUES, A. Q, F; SERRATO, I. Lobomycosis in soldiers, Colombia. **Emerging Infectious Diseases**, v. 25, n. 4, p. 654-660, 2019.

BARUZZI, R. G.; CASTRO R. M.; JUNIOR, C. D.; CARVALHAL, S.; RAMOS, O. L.; PONTES L.P. Occurrence Of Lobo's Blastomycosis Among "Caiabi" Brazilian Indians. **International Journal of Dermatology**, v. 12, n. 2, p. 95-98, 1973.

BATTISTINI, F.; JOVER, S. G.; PERFETTI, O. Dos casos de blastomycosis queiloideana o enfermedad de Jorge Lobo. **Dermatologia Venezolana**, v. 5, n.1, p. 30-36, 1965.

BORELLI, D. La reservarea de la lobomycosis comentarios a un trabajo del Dr. carlos Peña sobre dos casos colombianos. **Mycopathology et Mycologia Applicata**, v. 37, n. 2, p.145-149, 1969.

BRITO, A. C.; QUARESMA, J. A. S. Lacaziosis (Jorge Lobo's disease): review and update. **Anais Brasileiro de Dermatologia**, v. 82, n. 5, p. 461-74, 2007.

BRITO, M. V. **Avaliação imunohistoquímica da densidade de vasos e expressão de moléculas de adesão celular da microvasculatura de lesões na doença de Jorge Lobo.** (Tese) Doutorado e

m Doenças Tropicais - Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

BURNS, R. A.; ROY, J. S.; WOODS, C., PADHYE, A. A.; WARNOCK, D. W. Report of the first human case of lobomycosis in the United States. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 38, n. 3, p. 1283-1285, 2000.

BUSTAMANTE, B.; SEAS, C.; SALOMON, M.; BRAVO, F. Case report: Lobomycosis successfully treated with posaconazole. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 88, n. 6, p. 1207-1208, 2013.

- CAMPO, A, I. Nota orevia sobre el primer caso de enfermedad de Jorge Lobo o Blastomicosis queloidiana em Venezuela. **Journal of the Portuguese Society of Dermatology and Venereology**, v. 1, p. 118-121, 1957.
- CARNEIRO, F. P.; MAIA, L. B.; MORAES, M. A. P.; MAGALHÃES, A. V.; VIANNA L. M. S.; ZANCANARO, P. C. Q. Lobomycosis: diagnosis and management of relapsed and multifocal lesions. **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease**, v. 65, p.62-64, 2009.
- CARNEIRO, F. R. O.; FISCHER, T. R. C.; BRANDÃO, C. M.; PAGLARI, C.; DUARTE, M. I. S.; QUARESMA, J. A. S. Disseminated infection with *Lacazia loboi* and immunopathology of the lesional spectrum. **Human Pathology**, v. 46, n. 2, p. 334-338, 2015.
- CARVALHO, K.A.; FLORIANO, M. C.; ENOKIHARA, M. M. S. S.; MASCARENHAS, M. R. M. Jorge Lobo's disease, **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 90, n. 4, p. 585-588, 2015.
- CERMEÑO, J. R. Lacaziosis (Enfermedad de Jorge Lobo) en el estado Bolívar: Una Revisión Clínico Epidemiológica. **SABER Revista Multidisciplinar del Consejo de Investigación la Universidade de Oriente**, v. 24, n. 2, p.107-113, 2012.
- CONDIVT, J.; BORELLI, D.; ALBORNOZ, R.; RODRÍGUES, G.; HÓMEZ, J. Micetomas, Cromomicosis, Esporotricosis y enfermedad de Jorge Lobo. **Mycopathologia**, v. 15, n. 1, p. 394-407, 1959.
- CONVIT, J., ESCUDER, R. Blastomicose queloidiana o Enfermedad de Jorge Lobo. **Journal of the Portuguese Society of Dermatology and Venereology**, v. 2, p. 115-120, 1958.
- COSTA, P. F. **Isolamento e cultivo *in vitro* do agente etiológico da doença de Jorge Lobo: morfologia, fisiologia e genoma de *Candida loboi* sp. nov.** (Tese) Doutorado em Neurociência e Biologia Molecular, Belém, Pará, 2015.
- DIAS, L. B.; SAMPAIO, M. M.; SILVA, D. Jorge Lobo's disease. Observations on its epidemiology and some usual morphological forms of the fungus. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 12, n. 1, p. 8-15, 1970.
- ELSAYED, S.; KUHN, S. M.; BARBER, D.; CHURCH, D. L.; ADAMS,S.; KASPER,R. human case of lobomycosis. **Emerging Infectious Diseases**, v. 10, n. 4, p. 715-718, 2004.
- FISCHER, M.; TALHARI, R. C.; REINEL, D.; TALHARI S. Lobomykose Erfolgreiche - Therapie mit Clofazimin und Itrakonazol bei einem 46-jährigen Patienten nach 32-jähriger Krankheitsdauer. **Der Hautarzt**, v. 53, n. 10, p. 677-681, 2002.
- FONTAN, R. Primer cas de maladie de Lobo Blastomycosis (Jorge Lobo's Disease). **Congressus Internationallis Dermatologiae**, v. 2, p. 830-831, 1968.
- FRANCESCONI, V. A.; KLEIN, A. P.; SANTOS, A. P. B.; RAMASAWMY, J. R. R.; FRANCESCONI, F. Lobomycosis: epidemiology, clinical presentation, and management options. **Therapeutics and Clinical Risk Management**, v. 10, p. 851-60, 2014.
- FURTADO, A. N.; ANDRADE, H. S.; PANDINI, E. T.; MOTTA, J.; FRASSON, P. H. L.; FALQUETO, A. Doença de Jorge Lobo: Relato de Caso e Revisão de Literatura. **Revista de Patologia Tropical**, v. 42, n. 4, p. 459-467, 2013.

FURTADO, J. S.; BRITO, T.; FREYMULLER, E. Structure and Reproduction of *Paracoccidioides lobo*. **Mycologia**, v. 59, n. 2, p. 286-294, 1967.

HENAO, P. C. Blastomycosis queloideana. **The Pathologic Anatomy of Mycoses**, v.2, p. 139-143, 1958.

HERR, R.A.; TARCHA, E. J, TARCHA, E. J.; TABORDA, P. R.; TAYLOR, J. W.; AJELLO, L.; MENDONZA, L. Phylogenetic Analysis of *Lacazia lobo* Places This Previously Uncharacterized Pathogen within the Dimorphic Onygenales. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 39, n. 1, p. 309-314, 2001.

HERRERA, J. M. *Paracoccidioides brasiliensis* estudo del primer caso observado em Panamá de blastomycosis sulamericana em sua forma cutânea generalizada o enfermedad de Jorge Lobo y propuenta de uma variante técnica para la impregnación argenticca del parasito. **Medical Arthives**, v. 4, p. 209-218, 1955.

HORTÊNCIA L.; TUBILLA M.; ZANARDO, C.; ZELI, M.; FROTA, M.; EIRAS.; C. Lacaziosis mimicking borderline tuberculoid leprosy. **Anais Brasileiro de Dermatologia**, v. 83, n. 3, p. 261-263, 2008.

ILHARA, G. M.; MASSONE, C.; SCHETTINI, A. P.; MAROJA, M.F. Leprosy and Lobomycosis: First report from the Amazon Region. **Leprosy Review**, v. 86, p. 195-201, 2015.

KORTE, R. L.; FEITOSA, L. F.; PORTO, A. S.; JÚNIOR, C. F., CLOSS, J. Tratamento cirúrgico de Lacaziose Surgical treatment of Lacaziosis. **Arquivos Catarinenses de Medicina**, v. 43, n. 4, p. 4-6, 2014.

LACAZ, C. S.; BARUZZI, R. G.; ROSA, M. C. B. Doença de Jorge Lobo. **Universidade de São Paulo-IPSIS**, 1986.

MARCOS, E. V. C.; SOUZA, F. C.; TORRES, E. A.; LAURIS, J. R. P.; OPROMOLLA, D. V. A. Estudo de Associação entre Antígenos Leucocitários Humanos e Doença de Jorge Lobo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 38, n. 5, p. 399-401, 2005.

MIRANDA, M. F. R D.; UNGER, D. A. A, BRITO, A. C. D. CARNEIRO, F. A. R. Jorge Lobo's disease with restricted labial presentation. **Anais Brasileiro de Dermatologia**, v. 86, n. 2, p. 373-374, 2011.

MONDOLFI, P. R.; TALHARI, C.; HOFFMANN, L. S.; CONNOR, D. L.; TALHARI, S.; BERMUDEZ-VILLAPOL, L, PEREZ-HERNANDEZ, M.; BRESSEM, M. F. V. Lobomycosis: An emerging disease in humans and delphinidae. **Mycoses**, v. 55, n. 4, p.298-300, 2012.

MOTTA, R. L. **Avaliação da resposta humoral a antígenos de *Lacazai lobo* utilizando soros de pacientes com lacaziose.** (Tese) Doutorado em Ciências da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical-Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2008.

MOURA-FILHO, F. R.; GRANA, A. G.; MACEDO, G. K. S. F.; TUPINAMBÁ, W. L.; ROMERO, S. A. R.; MELO, P. C. B. D. Lobomycose. **Journal of the Portuguese Society of Dermatology and Venereology**, v. 75, n. 3, p. 289-292, 2017.

PANIZ-MONDOLFI, A. E.; HOFFMANN, S. L. Lobomycosis in inshore and estuarine dolphins. **Emerging Infectious Diseases**, v. 15, n. 4, p. 671-673, 2009.

PANIZ-MONDOLFI, A.; JAIMES, O. R. J., JONES, L. D. Lobomycosis in Venezuela. **The International Society of Dermatology**, v. 46, n. 2, p. 180-185, 2007.

PAPADAVID, E.; DALAMAGA, M.; KAPNIARI, I.; PANTELIDAKI, E.; PAPAGEORGIU, S. P PAPPA, V. Lobomycosis: A case from southeastern europe and review of the literature. **Journal of Dermatological Case**, v. 6, n. 3, p. 65-69, 2012.

PRADINAUD, R.; JOLY, F.; BASSET, M.; GROSSHANS, E. Les chromomycoses et la maladie de Jorge Lobo en Guyane Française. **Bolletín de la Société de Pathologie Exotique**, 62, p. 1054-1063, 1969.

QUEIROZ-TELLES, F.; NUCCI, M.; COLOMBO, A. L.; TOBÓN, A.; RESTREPO, A. Mycoses of implantation in Latin America: An overview of epidemiology, clinical manifestations, diagnosis and treatment. **Medical Mycology**, v. 49, n. 3, p. 225-236, 2011.

RAMOS-SILVA, M.; AGUIAR, S. V., CARDOSO-DE-BRITO, A.; COELHO-CARNEIRO, S. Lobomycosis. Literature review and future perspectives. **Actas Dermo-sifiliográficas**, v. 100, p. 92-100, 2009.

RAMOS-SILVA, M.; VILELA, A. S.; BRITO, A. C.; CARNEIRO, S. Lobomycosis. Literature review and future perspectives. **Actas Dermo-sifiliográficas**, v.1, p. 92-100, 2009.

REYES, O.; GOIHMANN, M.; GOLDSTEIN, C. Blastomycosis queloidiana o Enfermedad de Jorge Lobo (comunicación previa sobre um caso observado). **Derm Venez**, v. 4, p. 345-355, 1961.

RODRIGUEZ-TORO, G. Lobomycosis. **International Journal of Dermatology**, v. 32, n. 5, p. 324-332, 1993.

ROMERO, A.; THEJOS, A. Contribuição ao estudo das blastomicoses em Costa Rica. **Revista Biologia Tropical**, v.1, n. 63- 81, 1953.

SAINT-BLANCARD, P.; MACCARI, F.; LE GUYADEC, T; LANTERNIER, G; LE VAGUERESSE R. Lobomycosis: a mycosis seldom observed in metropolitan France. **Annales de Pathologie**, v. 20, n. 3, p. 141–244, 2000.

SCHAEFER, A. M.; REIF, J. S.; GUZMÁN, E. A.; BOSSART, G. D, OTTUSO, P.; SNYDER, J. Toward the identification, characterization and experimental culture of *Lacazia loboi* from atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). **Medical Mycology**, v. 54, n. 6, p. 659-665, 2016.

SIDRIM, J. J. C.; ROCHA, M. F. G. **Micologia médica à luz de autores contemporâneos**. 2ª ed, Guanabara, 2012.

SILVA, A. R; PINHEIRO, G. S; MATOS, W. B; COUTO, M. J. A; GOLÇALVES EGR. Doença De Jorge Lobo: Primeiro caso diagnosticado no Estado do Maranhão. **Caderno de Pesquisa**, v. 20, n. 2, p. 64-67, 2013.

SILVA, DOMINGOS. Micose de Lobo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.6, n.2, p. 85-97, 1972.

SILVERIE, R.; RAVISSE, P.; VILAR, JP.; MOULING, C. La blastomycose chéloidienne ou maladie de Jorge Lobo em Guyane Française. **Bolletín de la Sociéte de Pathologie Exotique**, v.56, p. 29-35, 1963.

SOUZA, M. N, SCHLOSSER, A.R.; SILVA-NUNES, M. Images in clinical tropical medicine lobomycosis of the lower limb in an Amazonian patient. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 93, n. 4, p. 675-676, 2015.

SOUZA, S. P.; HENRIQUE, P.; RIZZUTTO, A.; SILVEIRA, R. F.; PAIVA, A. T.; MARCELLA, A. Doença de Jorge Lobo e a importância de seu estudo para a patologia animal e para a patologia humana. **Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais**, v. 5, p. 9-42, 2013.

SYMMERS, W. S. A possible case of Lobo's disease acquired in Europe from a bottle-nosed dolphin (*Tursiops truncatus*). **Bulletin de la Societe de Pathologie et Exotique et de ses Filiales**, v. 76, n. 5, p. 777-784, 1983.

TABORDA, V. B. A.; TABORDA, P. R. O.; MCGINNIS, M. R. Melanina constitutiva na parede celular do agente da doença de Jorge Lobo. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 41, n. 1, p. 9-12, 1999.

TALHARI, S.; TALHARI, C. Lobomycosis. **Clinic in Dermatology**, v. 30, n. 4, p. 420-424, 2012.

TAVARES, R.; SOUZA, B.; ANTUNES, J. V.; VENTURA, F.; VIEIRA, R.; MANSINHO, K. Lobomicose ou Doença de Jorge Lobo. **Revista Portuguesa de Doenças Infecciosas**, v. 7, n. 3, p. 111–117, 2011.

TUBILLA, L. H. M.; DHETTINI, A. P. M., EIRAS, J. C.; GRAÇA, C. Z. A., FROTA, M. Z. M. Lacaziose simulando hanseníase dimorfa tuberculóide. **Anais Brasileiro de Dermatologia**, v. 83, n. 3, p. 261-263, 2008.

VILANI-MORENO, F. R. ; BELONE, A. F. F. ; SOARES, C. T. S. ; OPROMOLLA D. V. A. Immunohistochemical characterization of the cellular infiltrate in Jorge Lobo's disease. **Revista Iberoamericana de Micología**, v. 22, n. 1, p. 44-49, 2005.

VILANI-MORENO, F. R.; MOZER, E.; SENE, A. M. G.; FERASÇOLI, M. D. O.; PEREIRA, T. C.; MIRAS, M. G.; SOUZA, G. H. P.; BELONE, A. F. F. *In vitro* and *in situ* activation of the complement system by the fungus *Lacazia loboi*. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 49, n. 2, p. 91-101, 2007.

VILELA, R.; ROSA, P. S.; BELONE, A. F. F.; TAYLOR, J. W.; DIÓRIO, S. M.; MENDOZA, L. Molecular phylogeny of animal pathogen *Lacazia loboi* inferred from rDNA and DNA coding sequences. **Mycological Research**, v. 113, n. 8, p. 851-857, 2009.

VILLEGAS, M. R. Enfermedad de Jorge Lobo (blastomycosis queloidiana). Presentacion de um nuevo caso Colombiano. **Mycopathologia**, v.25, p. 373-380, 1965.

WIERSEMA, J. P.; NIEMEL, P, L. Lobo's disease in Surinam Patients. **Tropical and Geographical Medicine**, v. 17, p. 89-111, 1965.

WOODS, W. J.; BELONE, A. D. F. F.; CARNEIRO, L. B.; ROSA, P. S. Ten years experience with Jorge Lobo's disease in the state of Acre, Amazon Region, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 52, n. 5, p. 273-278, 2010.

XAVIER, M. B.; LIBONATI, R. M. F.; UNGER, D.; OLIVEIRA, C.; CORBETT, C. E. P.; BRITO, A. C. Macrophage and TGF- β immunohistochemical expression in Jorge Lobo's disease. **Human Pathology**, v. 39, n. 2, p. 269-274, 2008.



A PERCEPÇÃO DO LIXO SEGUNDO ATORES SOCIAIS DE XAPURI - ACRE

Rallid Carvalho da Silva¹, Thiago Yamada¹, Raphael dos Santos Gomes¹, Poliana Domingos Ferro¹, Najara Vidal Pantoja¹

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), Xapuri, Acre, Brasil.

RESUMO

Este trabalho tem como tema principal as observações a respeito da percepção dos notórios impactos ambientais que o lixo fomenta em demasiadas partes do perímetro urbano do município de Xapuri, Acre, Brasil. Foram abordados os diversos impactos ambientais desfavoráveis ocasionados pelos modos de utilização, hábitos e costumes do descarte de lixo explícitos em cidades do Brasil. Especificamente na cidade de Xapuri foi registrada a presença de hábitos de descarte final inadequados dos resíduos, impactos danosos ao meio ambiente causado pelo lixo descartado nas sarjetas das ruas, vazios urbanos e nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) do principal rio – Rio Acre – que corta o perímetro urbano. Parte da visão ambiental dos atores sociais a respeito do lixo foi apresentada por meio de um questionário realizado com os moradores urbanos de Xapuri. A investigação perceptiva do ambiente urbano foi desenvolvida com 38 atores atuantes na cidade de cinco atividades distintas (comerciantes, professores universitários, professores da rede básica de ensino, alunos universitários e donas de casa). Os resultados revelaram que a extensão do conceito geral de consciência ambiental dos atores participantes foi insatisfatória, apesar de terem ideias sobre os efeitos maléficos do descarte inadequado dos resíduos, seu gerenciamento e outros problemas associados.

Palavras-chave: Lixo, Meio Ambiente Urbano e Impacto Ambiental.

ABSTRACT

This paper has as main theme the observations regarding the perception of the notorious environmental impacts that the garbage foment in too many parts of the urban perimeter of the municipality of Xapuri, Acre, Brazil. The various unfavorable environmental impacts caused by the modes of use, habits and customs of explicit garbage disposal in Brazilian cities were discussed. Specifically in the city of Xapuri was recorded the presence of inappropriate final waste disposal habits, harmful impacts to the environment caused by waste discarded in the gutters of the streets, urban voids and Permanent Preservation Areas (APPs) of the main river - Rio Acre - which cuts off the urban perimeter. Part of the environmental view of the social actors regarding garbage was presented through a questionnaire carried out with the urban dwellers of Xapuri. The perceptible investigation of the urban environment was developed with 38 active actors in the city of five distinct activities (merchants, university professors, teachers of the basic education network, university students and housewives). The results revealed that the extension of the general

concept of environmental awareness of the participating actors was unsatisfactory, although they had ideas about the harmful effects of inappropriate waste disposal, management and other associated problems.

Keywords: Garbage, Urban ecosystem and Environmental impact.

1. INTRODUÇÃO

No ambiente urbano, as vertentes culturais como a imprescindibilidade da água como recurso natural vital à vida e o consumo de produtos industrializados, influenciam como se apresenta o ambiente. A produção de resíduos pelo o acentuado consumismo é responsável em parte pelas alterações e impactos ambientais. As mudanças climáticas, biológicas e físicas no decorrer do tempo estão mudando a paisagem e afetando os ecossistemas rapidamente. Segundo Fernandez (2004) são inúmeras as causas que alteram o ambiente, podendo ser naturais ou provenientes de atos antrópicos, classificados como não naturais. É evidente que o desenvolvimento tecnológico e os costumes das comunidades têm favorecido para que essas alterações no ambiente se acentuem, principalmente na zona urbana.

Segundo dados demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2004), mais de 80% das pessoas residem em zonas urbanas. A vertiginosa urbanização promove mudanças fisionômicas no planeta, mais do que qualquer outra atividade humana (ODUM, 1988). Com isso, determinados impactos ambientais estão se agravando. Projeções mostram que no ano de 2020 o Brasil irá ter uma população de aproximadamente 211 milhões. Estimativas publicadas pelo IBGE (2006) em maio de 2006 indicavam que a população mundial era de 6,8 bilhões de pessoas, destes cerca de 5 bilhões vivem em países pobres em um gradual quadro de pobreza e miséria, principalmente nas periferias dos centros urbanos.

O residente urbano, independentemente de sua condição financeira, anseia habitar em um recinto favorável que apresente as melhores condições para vida, isto é, um ambiente com baixa poluição, entre outros atributos importantes para o bem estar. Contudo, analisar um ambiente urbano infere que as crenças e hábitos dos moradores têm causado alterações ambientais e impactos consideráveis. Essa circunstância é assimilada como crise e propõe uma reestruturação ecológica da relação homem-natureza.

Este trabalho apresenta considerações a respeito do lixo e de fragmentos do ambiente urbano que sofrem impactos negativos pela disposição inadequada desses

resíduos, e também a avaliação da percepção a respeito do lixo de um grupo de atores sociais de Xapuri, Acre, Brasil.

1.1 O LIXO E O CONSUMO

Para Jardim e Wells (1995) a definição de lixo é caracterizada pelos “[...] restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis”. De acordo com Ferreira (1999) o lixo é “aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua e se joga fora; entulho. Tudo o que não presta e se joga fora. Sujidade, sujeira, imundície. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor”.

Não há como conter a formação de lixo nas cidades devido à cultura do consumismo. O Brasil é composto por 5.570 municípios e na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada no ano de 2008 pelo IBGE, registrou-se que 5.564 municípios daquele ano faziam o manejo dos resíduos domiciliares gerados nas residências urbanas de seus territórios (IBGE, 2008). Uma observação notada ao analisar os resultados do IBGE de 2008, foi que os dados mostram que todos os 22 municípios do Acre têm manejo do lixo, no entanto, deve-se destacar que apenas a capital, Rio Branco, contém aterro sanitário e nos municípios restantes o manejo é inadequado conforme a lei nº 11.445/ 2007, que implica que o manejo do lixo deve ser realizado de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente. Conforme a Figura 1 e 2, este é o resultado do “manejo” que nas estatísticas do IBGE mencionam como “adequados”.



Figura 1. Descarte do lixo na cidade de Cruzeiro do Sul (A) e Xapuri (B).
Fonte: Vanísia Nery/G1(A) e Jornal A Tribuna (B).

A constante produção de lixo nas cidades está relacionada ao consumo diário de produtos, sendo impossível imaginar uma cidade sem problemas alusivos à ele, a partir da formação até o destino final (IBGE, 2006). Um conjunto de problemas ambientais originados pelo impertinente descarte do lixo possui uma árdua solução, mesmo assim a maioria das cidades apresentam uma precária coleta do lixo, não antevendo sua segregação na fonte (MUCELIN; BELLINI, 2008).

1.2 HÁBITOS URBANOS VISÍVEIS

Para Gouveia (2012) os efeitos decorrentes da prática de disposição inadequada de resíduos sólidos estão evidentes nas ruas, calçadas e sarjetas (sendo mais recorrente em praças públicas), nas margens dos rios (APPs) (Figura 2) e nos esgotos a céu aberto. Esses hábitos podem acarretar: assoreamento, enchentes, propagação de vetores transmissores de doenças tais como ratos, baratas, moscas, vermes, entre outros. Somado a isso ainda temos a contaminação do ambiente, poluição visual e odor desagradável.

Segundo Mucelin e Bellini (2006) no âmbito urbano as circunstâncias exibidas pelo ambiente são influenciadas pela percepção dos habitantes, que estimulam e criam a imagem ambiental determinando a formação das concepções e práticas que conformam o uso. As atividades do dia a dia proporcionam a população urbana a observar poucos fragmentos do ambiente e não conseguem identificar circunstâncias com graves impactos ambientais, fazendo o morador a não refletir sobre os efeitos de seus hábitos. As agressões ambientais como poluição visual e disposição indevida do lixo refletem hábitos cotidianos em que a população tende a aceitar tais cenários como “normais”.



Figura 2. Evidência o descarte do lixo à margem do rio Acre.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento deste trabalho se deu por meio de pesquisa exploratória, descritiva, com abordagem qualitativa e observação participante. As informações foram sistematizadas pelo método de análise de conteúdo, obtida mediante entrevista com 38 atores sociais moradores urbanos da cidade de Xapuri, Acre, Brasil, no ano de 2019. Por se tratar de um questionário semiestruturado este auxiliou apenas como uma base para atingir os objetivos do trabalho, dando maior liberdade para os relatos dos entrevistados. Foram selecionados para participar profissionais com atividades distintas como: professores do ensino superior e do ensino básico, alunos, comerciantes e donas de casa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Do universo dos entrevistados 39,5 % possuem ensino médio completo, 23,6 % têm nível superior completo, 34,2 % possuem ensino fundamental incompleto e 2,6 % nunca frequentaram a escola. Foi perguntado sobre o que o lixo significava para os atores da pesquisa (Figura 3). No entanto, a ideia não era buscar uma definição formal, e sim como os atores participantes entendiam ou percebiam o lixo. Foram registrados dois modos sígnicos, alguns listavam objetos que constituíam o lixo, já outros procuravam formular uma definição.



Figura 6. Ilustra o conceito de lixo segundo os atores.

De acordo com os atores o lixo era entendido como algo sem utilidade, uma sobra de material, aquilo que as pessoas jogam fora, geralmente, vinculado à sujeira e imundície.

Foi questionado a respeito da quantidade em massa (kg) de lixo gerado diariamente em suas residências. As reações eram de dúvidas, demonstrando que não tinham convicção e indicando que não há hábito de mensuração. Cabe mencionar que as médias exibidas no Quadro 1, são valores diários da produção de lixo que os atores afirmaram produzir.

Quadro 1. Mostra a percepção da quantidade de lixo diário produzido nas residências dos atores.

Entrevistados	Produção de lixo (kg/dia)
Comerciantes	7,4
Professores	1,3
Alunos	1,5
Donas de casa	1,9
Média geral	3,025

Apesar da vasta variabilidade de situações, como a quantidade de membros em cada residência e os valores da produção de lixo ser percebidos e não mensurados, a média geral da produção foi de 3,025 kg/dia por entrevistado. A média dos membros das famílias investigadas foi de 2,4 pessoas. Portanto, temos uma média de produção diária *per capita* de lixo percebido de 1,26 kg. Segundo Heller e Chernicharo (1998) a produção *per capita* de lixo nas grandes cidades é de 1,2 Kg de lixo por habitante/dia.

Nos questionamentos ficou perceptível que os atores não sabiam quantos quilogramas de lixo produziam. As respostas eram apoiadas no volume de lixo que formavam em suas residências. Ficou claro que os atores não tinham certeza ou não tinham um método de controle para informar com maior precisão. Assim, pressupõem-se que não existe preocupação com a quantidade produzida, devido o lixo ser coletado e isolado das residências e, portanto, não afeta os membros das famílias, de forma direta, indubitavelmente.

Quanto ao melhor lugar para a disposição final do lixo urbano, identificaram-se quatro grupos perceptíveis para tal disposição: longe da cidade, lixão, aterro e reciclar. Registrou-se que 23 (60,52 %) atores julgaram que o aterro sanitário era o lugar ideal para a disposição final e apenas 2 (5,26 %) acreditam que deve haver reciclagem (Figura 4). Estes

dados indicam que, a maioria dos atores entrevistados, tem uma percepção de que o lixo produzido deveria ser disposto adequadamente.

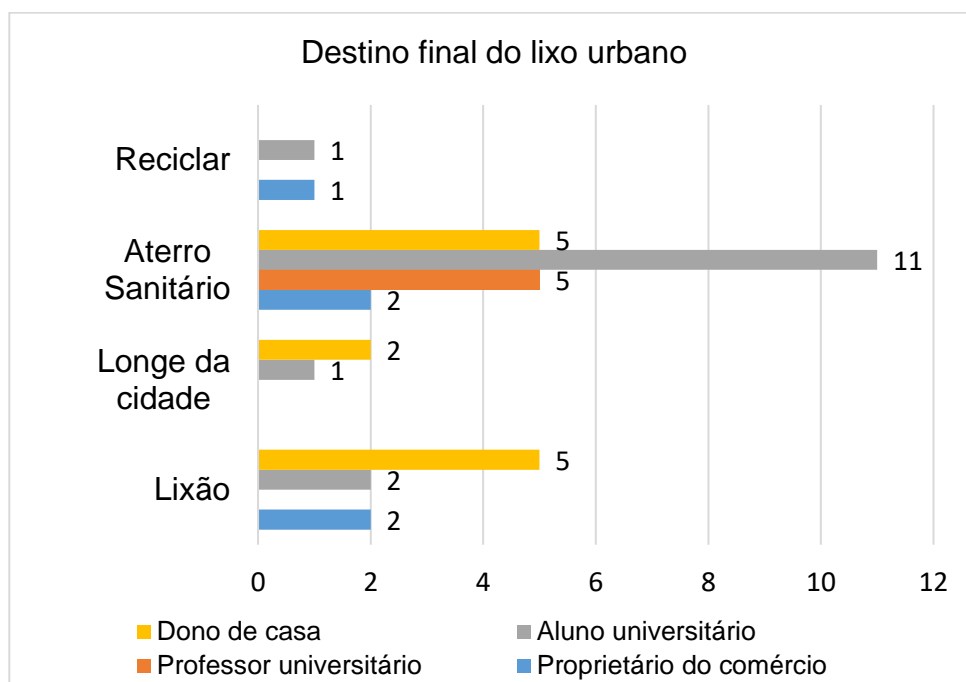


Figura 7. Revela a crença dos atores sobre o melhor lugar para a disposição final do lixo.

Quando perguntado sobre o tipo de lixo (seco ou orgânico) produzido em maior quantidade nas residências dos entrevistados, houve hesitação nas respostas. Registrando que o lixo seco formado por papel, vidros e plásticos, foi considerando o mais produzido conforme o quadro 2.

Quadro 2. Crença no tipo de lixo mais produzido nas residências dos atores.

Entrevistados	Lixo seco	Lixo orgânico
Proprietário do comércio	5	1
Professor	4	1
Aluno universitário	12	3
Dona de casa	10	2
Total	31	7

A partir do questionamento feito sobre o lixo seco e orgânico, o grupo responsável pela pesquisa acrescentou uma pergunta aos atores se os mesmos tinham o hábito de separação domiciliar do lixo. A grande maioria, 94,70% responderam que não possuem o costume de separar o lixo (Figura 5).

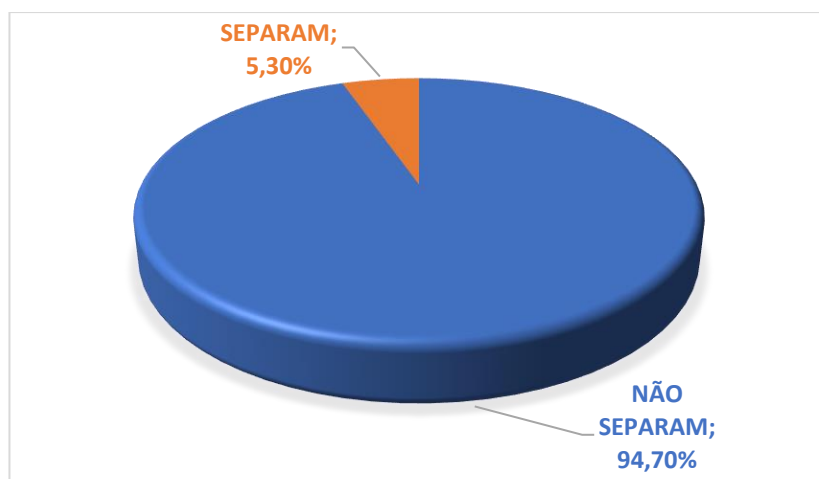


Figura 8. Demonstra o hábito dos atores em separar o lixo doméstico urbano.

Foi observado várias formas de separação: a mais comum é a distinção entre lixo seco e resíduos orgânicos. Registrou-se que geralmente o lixo era recolhido pelo caminhão coletor da Prefeitura, cujo destino era o lixão da cidade. A declaração de um ator entrevistado ilustra a ideia do tratamento dado aos resíduos domésticos:

Professor: - Eu separo o que é plástico, papel e embalagens. O que é orgânico eu jogo no quintal.

Segundo os atores a coleta executada pelo serviço público municipal de Xapuri os desincentiva a separar o lixo, pois mesmo aqueles atores que disseram fazer a separação, observaram que quando o lixo era coletado, tudo era misturado no caminhão. Alguns atores justificaram dizendo que não fazem a separação, pois tudo é misturado e vai direto para o lixão da cidade, ou seja, não adiantava fazer a separação.

As práticas dos atores quanto ao tratamento do lixo gerado em suas residências, são imbuídas pela percepção que têm do serviço público de coleta da cidade de Xapuri. As atitudes despreocupadas com a separação do lixo são estimuladas pelas percepções desse serviço público local. A respeito das atitudes, Tuan (1980, p. 4) afirma que, a forma de se proceder à frente aos fatos vivenciados é uma postura cultural, [...] “ela tem maior estabilidade do que a percepção que é formada de uma longa sucessão de percepções, isto é, de experiências”.

Indagou-se aos atores qual cor escolheriam se pudessem determinar uma que representasse o lixo. Foram sistematizados dois núcleos sógnicos perceptivos principais enunciados pelos atores de um lado as cores: preta, marrom, cinza e vermelha, associadas a algo ruim ou perigoso e as cores: branco, azul, amarelo, verde e rosa, associadas a coisas boas (Figura 6).

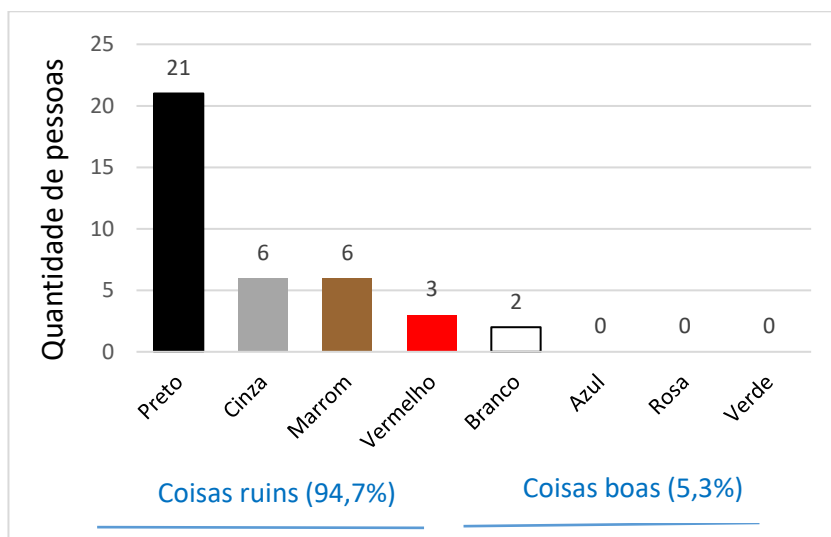


Figura 9. Mostra as percepções e cores associadas ao lixo.

De acordo com Valdir (2005) as cores influenciam psicologicamente o ser humano, o conhecimento dos efeitos e respostas humanas em função de sua exposição às cores é uma ferramenta de extrema utilidade para muitas áreas de estudo. Tuan (1980, p. 26) afirma que: “As cores, que desempenham um papel importante nas emoções humanas, podem constituir os primeiros símbolos do homem”.

Na investigação apresentada registrou-se uma variedade de cores determinadas pelos atores para simbolizar o lixo. Contudo, as cores escuras, segundo os próprios atores foram utilizadas para associar como algo negativo como, por exemplo, à sujeira, mau cheiro e poluição visual. Enquanto as cores claras apontaram para o lixo reciclável e seu lado bom. Logo, os resultados se ajustam ao que Tuan (1980) sugere, ou seja, que todos distinguem entre o preto e o branco associando-os à escuridão e claridade, respectivamente.

Deve-se salientar, que cada cultura possui algumas particularidades quanto ao uso social das cores. Todavia, Tuan (1980) argumenta que a associação do branco às coisas positivas e o preto às negativas, é o que mais se observa nas pesquisas.

A investigação perceptiva adequa-se com o que Lynch (1999) afirma em sua pesquisa de percepção do meio ambiente, que pessoas se regulam à região onde habitam

e produzem sistematização e identidade das coisas de seu contexto. Foi possível observar que os atores participantes revelavam perceptivamente o ambiente a partir da vivência, modelando-o na experiência cotidiana, mesmo que de forma inadequada.

4. CONCLUSÕES

A percepção e o tratamento do lixo em Xapuri são intrinsecamente associados às crenças e aos hábitos locais instituídos. Estes explicitam o uso do ambiente que, por sua vez, reflete os impactos intensos e gravíssimos para a saúde humana e para o meio ambiente. Verificamos que há disposição inadequada de lixo nas margens dos rios (APPs), ruas e vazios urbanos. Também registramos a crença local de que o lixo afastado do ambiente urbano não prejudica o morador local, sendo o caso do lixão da cidade de Xapuri a mais ou menos cinco quilômetros do centro urbano.

As questões do lixo em Xapuri são raramente percebidas, tratadas e valorizadas pelos atores sociais entrevistados. É fato que a aquisição de um nível educacional, ou seja, ações, de educação ambiental, voltadas a sensibilização e conscientização da relação homem-natureza ajudariam a compreender melhor o meio ambiente. Foi observado que a percepção ambiental individual não se alinha às percepções dos grupos, formando percepções coletivas variadas. Estas percepções conformam a imagem ambiental exposta na cidade.

Os resultados mostram ainda que a população não está preparada para a implementação de programas de coleta seletiva e de reciclagem oficiais, pois essa mesma população tem atitudes despreocupadas, estimuladas pelas percepções desse serviço público local. Portanto, a destinação adequada do lixo urbano na cidade de Xapuri depende do Poder Público, pois, como gestor, precisa expandir seus programas de coleta seletiva, implantar e aplicar leis específicas sobre o assunto, além de incentivar a comercialização dos materiais recicláveis. Somente assim, os resíduos produzidos em Xapuri terão sua quantidade efetivamente reduzida.

O trabalho mostra que a extensão do conceito geral de consciência ambiental dos atores participantes é insatisfatória, apesar de terem ideias sobre os efeitos dos resíduos, seu gerenciamento e os problemas associados ao lixo. Apontou, também, que há uma diferença na consciência entre os níveis de ocupação, sendo os professores os mais conscientes sobre o problema do que os outros atores.

Com isso é fato que o uso inadequado dos ambientes na cidade de Xapuri se mostra análogo a de outras cidades do Brasil, apontado pelo comportamento habitualmente observável pelas imagens e respostas dos atores entrevistados. Tais comportamentos implicam em sérios danos imensuráveis e até irreversíveis ao meio ambiente.

5. REFERÊNCIAS

FERNANDEZ, F. A. dos S. **O poema imperfeito**: crônicas de Biologia, conservação da natureza, e seus heróis. 2. ed. Curitiba: UFPR, 2004.

FERREIRA, A. B. de H. **Dicionário Aurélio eletrônico século XXI**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, p. 1503-1510, 2012.

HELLER, L.; CHERNICHARO, C.A.L. **Lixo no Brasil: uma bomba de efeito retardado**. Bio, Rio de Janeiro, v.9, n. 6, p. 20-29, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo 2006**. Indicadores de desenvolvimento sustentável: disposição de resíduos sólidos urbanos. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 2 de maio de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico - 2008**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/ibgeteen>>. Acesso em: 23 jun. 2006.

JARDIM, N. S.; WELLS, C. (Org.). **Lixo Municipal**: Manual de Gerenciamento integrado. São Paulo: IPT: CEMPRE, 1995.

LYNCH, K. **A imagem da cidade**. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

MUCELIN, C. A., BELLINI, L. M. A percepção de impactos ambientais no ecossistema urbano de Medianeira. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA, 3, **Anais**. Medianeira: UTFPR, 2006.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & natureza**, v. 20, n. 1, p. 111-124, 2008.

ODUM, E. P. **Ecologia**. São Paulo: Pioneira; Editora da Universidade de São Paulo, 1963. 201 p.

TUAN, Y. F. **Topofilia**: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. Tradução de Lívia de Oliveira. São Paulo; Rio de Janeiro: Difel, 1980.

VALDIR, W. L. **A psicodinâmica das cores como ferramenta de marketing**: a percepção, influência e utilização das cores na comunicação mercadológica. 85 fls. Monografia (Curso de Administração) — Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005. Disponível em: <www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Pesquisa/Psicodinamica.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2016.



APLICAÇÕES DO BAMBU NA CONSTRUÇÃO CIVIL: REVISÃO SISTEMÁTICA

Fernanda Viana Diniz¹, Leila Priscila Peters¹, Moisés Silveira Lobão², Clarice Maia Carvalho¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Rio Branco, Acre, Brasil;

2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Bacharelado em Engenharia Florestal, Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

O bambu é um material sustentável promissor a ser integrado em várias áreas da indústria da construção civil, podendo ser utilizado para o reforço ou substituição de materiais poluentes comumente utilizados. As características físico-mecânicas variáveis do bambu tem demonstrado diferentes aptidões para serem empregadas na construção civil. Assim, o estudo teve como objetivo realizar uma revisão sistemática de trabalhos publicados entre 2009-2019 com aplicações de bambu em quatro áreas da construção civil: Estruturas, Materiais de Construção, Hidráulica e Pavimentação. Para tanto, utilizou-se quatro bases para busca de artigos, sendo Science Direct, Scielo, Springer e Google Acadêmico. Foram utilizados os seguintes descritores: bamboo in civil construction, bamboo structures, fibers, sustainable materials e biocomposites. Os critérios de exclusão foram artigos que não citavam a espécie, aplicações em áreas distintas e estudos biológicos. O programa Excel foi utilizado para análise das informações obtidas e 30 artigos foram incluídos nesta revisão. No total 21 espécies foram identificadas entre os trabalhos, sendo os gêneros encontrados: *Bambusa*, *Guadua*, *Phyllostachys*, *Dendrocalamus*, *Gingantocloa*, *Neosinocalamus*, e *Melocanna*. Entre as espécies mais utilizadas se destacaram *Guadua angustifolia* e *Phyllostachys pubescens* encontrada com frequência de 13,9% cada uma. 61% dos estudos foram voltados para a reforço de materiais de construção, 27,8% para estruturas e apenas 11,2% para hidráulica. Para Pavimentação, nenhum estudo foi identificado. Produção de painéis a partir de fibras de bambu foram mais abordados. Assim, as duas espécies com maior aplicação na construção civil são *Guadua angustifolia* e *Phyllostachys pubescens*, sendo o principal uso para a produção de materiais de construção.

Palavras chaves: Materiais sustentáveis, *Guadua angustifolia* e *Phyllostachys pubescens*.

ABSTRACT

Bamboo is a promising material sustainable for the various areas of the construction industry and can be used for reinforcement or replacement of commonly used pollutants. The variable physical-mechanical characteristics of bamboo are demonstrated in the skills for the same ones employed in construction. The study aimed to carry out a systematic review of works between 2009-2019 with bamboo applications in four areas of construction:

Structures, Construction Materials, Hydraulics and Paving. For this, four bases were used to search for articles, being Science Direct, Scielo, Springer and Google Scholar. The following descriptors were used: bamboo in construction, bamboo structures, fibers, sustainable materials and biocomposites. Exclusion criteria were those that were not cited, but were applied in distinct areas and biological studies. The Excel program was used to analyze the survey information and 30 maps were followed up in this review. In total, two types of works were found: *Bambusa*, *Guadua*, *Phyllostachys*, *Dendrocalamus*, *Gingantocloa*, *Neosinocalamus*, and *Melocanna*. Among the most used species were: *Guadua angustifolia* and *Phyllostachys pubescens* found a frequency of 13.9% each. 61% of the studies were voltage for building materials construction, 27.8% for structures and only 11.2% for hydraulics. For Paving, none study was identified. Production of wood fiber panels were more addressed. Thus, as two species with greater application in the civil construction are *Guadua angustifolia* and *Phyllostachys pubescens*, being the main use for the production of building materials.

Keywords: Sustainable materials, *Guadua angustifolia* and *Phyllostachys pubescens*

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um dos setores mais importantes para o desenvolvimento econômico e social de um país. A contribuição para economia varia de 8 a 10%, sendo responsável principalmente pela oferta de empregos e por alavancar o crescimento de outras indústrias que se inter-relacionam a essa atividade (DIXIT et al., 2017). Estima-se que o mercado global da construção cresça 3,6% ao ano entre 2019 e 2022. Em termos de valores deverá subir para US \$ 12,9 trilhões até 2022, acima dos US \$ 10,8 trilhões em 2017. Tal crescimento é impulsionado principalmente pela Ásia-Pacífico, África e Oriente Médio (GLOBAL DATA, 2018).

Aliado ao crescente desenvolvimento deste mercado, aumenta-se a produção de resíduos que conseqüentemente promove impactos ambientais (ESCAMILLA; HABERT, 2014). Um dos mais importantes é a emissão de CO₂ ocasionado pela produção de cimento, a qual é responsável por cerca de 5% das emissões no mundo (FELIX; POSSAN, 2018). Os impactos ambientais que envolvem a fabricação do cimento se iniciam desde a extração de minérios, causando alterações na paisagem, passando por emissões de gases de efeito estufa pela fase de clínquerização, processo que leva a queima da matéria-prima como: calcário, argila, óxidos de ferro e alumínio (MAURY; BLUMENSCHHEIN, 2012). Além disso, estima-se que para cada pessoa, são produzidos 500 quilos de entulhos, totalizando 3,5 milhões de toneladas/ano (AGOPYAN, 2013).

Nos últimos anos a construção civil têm tido o desafio de conduzir suas atividades com base na sustentabilidade (XU et al., 2017). Há uma intensa busca por insumos não

poluentes, que possam ser inseridos no processo de fabricação dos materiais de construção, reduzindo o gasto de energia investido na produção e também melhorando suas propriedades físicas e mecânicas (MARTÍNEZ; KHARISSOVA; KHARISOV, 2018). Nesse contexto, as fibras vegetais têm despertado interesse da indústria, sendo consideradas promissoras substitutas aos materiais prejudiciais à saúde, como cimento, assim como pelo desenvolvimento de materiais reforçados (FAN; FU, 2016). Materiais reforçados com fibras possuem inúmeras vantagens, como: baixa massa específica, isolamento térmico e acústico, biodegradabilidade, aspectos estéticos, baixo custo e principalmente por ser um material não tóxico ao ambiente (MARTÍNEZ; KHARISSOVA; KHARISOV, 2018).

Entre as fibras vegetais utilizadas no mercado destaca-se o bambu. Em todo mundo há crescente interesse em produtos de bambu, por ser um recurso com propriedades físico-mecânicas de relevância para a construção civil (ATANDA, 2015). A estrutura anatômica do bambu é composta por colmos formados por nós e entrenós, composta por fibras celulósicas unidirecionadas no eixo longitudinal inserido na matriz de lignina (FEI et al., 2016). O volume da fibra aumenta com a altura, fornecendo força e rigidez à planta (RIBEIRO et al., 2016).

Estudos com o bambu comprovam ótimas propriedades físico-mecânicas, como alta resistência à compressão e à tração (MOTA et al., 2017). Características essas que se apresentam melhores do que muitos materiais de construção, como algumas espécies madeiras, concreto, tijolo, além de sua resistência à tração comparável à do aço (AWOYERA; UGWU, 2017). Também, possui valores satisfatórios quanto à densidade e estabilidade dimensional (PEREIRA; BERALDO, 2007). Devido a isso, há uma infinidade de aplicações do bambu na construção civil voltada para reforço do concreto, construção de pontes, coberturas, andaimes, fabricação de laminados e biocompósitos (XIAO; ZHOU; SHAN, 2009; RAHMAN et al., 2017; WEI et al., 2017).

Além disso, o bambu é uma espécie florestal com a maior taxa de crescimento em comparação com espécies madeiras convencionais. A planta pode atingir 30 metros de altura num período de 3 a 6 meses, portanto com ciclo de vida curto, acelerando seu consumo na cadeia produtiva (LOU et al., 2010). Outra vantagem interessante é a capacidade de rebrota de espécies de bambu devido à parte subterrânea do caule, o que denota que a retirada dos colmos em florestas nativas ou plantada não significam a morte da planta, fato que se diferencia em relação às outras espécies madeiras (OSTAPIV;

SALAMON; GONÇALVES, 2008). Assim, o bambu é uma planta promissora para a redução da pressão sobre espécies florestais.

Sabe-se que atualmente existem mais de 1200 espécies de bambu descritas na literatura, todavia há variações nas propriedades físicas e mecânicas entre as espécies, sendo algumas mais propensas às aplicações estruturais que demandam maior resistência e rigidez, e outras com características inferiores que podem compor materiais compósitos (MAHDAVI; CLOUSTON; ARWADE, 2010).

Sabendo-se da infinidade de aplicações e com aptidões diferenciadas entre as espécies de bambu, esta revisão teve como objetivo reunir trabalhos dos últimos 10 anos com aplicações de bambu em quatro grandes áreas da construção civil: Estruturas, Materiais de Construção, Hidráulica e Pavimentação, destacando-se à espécie utilizada, aplicação e teste experimental.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática sobre as principais aplicações do bambu na construção civil, a qual foi redigida com base nas diretrizes propostas no guia Preferred Reporting Intems for Systematic Reviews and MetaAnalyses (PRISMA) (MOHER et al., 2015; SHAMSEER et al., 2015).

A busca pelos artigos se deu em quatro bases distintas: Science Direct, Scientific Eletronic Library Online (SciELO), Springer e Google Acadêmico, os quais foram identificados pelos seguintes descritores: bamboo in civil construction, bamboo structures, fibers, sustainable materials e biocomposites. Artigos publicados em inglês, espanhol e português entre os anos de 2009 a 2019 foram utilizados nesta revisão.

Os critérios de inclusão dos artigos foram estudos com aplicações de bambu em quatro áreas do campo de estudo da construção civil: Estruturas, materiais de construção, hidráulica e pavimentação. Quanto aos critérios de exclusão, os artigos considerados inadequados foram aqueles que não citavam a espécie estudada, aplicações de bambu em áreas distintas as mencionadas e estudos biológicos o bambu.

Os artigos foram sistematizados no programa Excel, para separar informações quanto à espécie, aplicação, teste experimental e autor/ano da publicação. Posteriormente essas informações foram organizadas em tabelas e figuras com o intuito de obter uma análise comparativa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RESULTADOS

Após a busca dos artigos utilizando os descritores apresentados, foram obtidos um total de 5239 registros, distribuídos da seguinte forma: 1445 na base Springer, 47 na Scielo, 1360 na Science Direct e 2387 no Google Acadêmico. Entre os registros encontrados, foi realizada a leitura dos títulos bem como a identificação de duplicidade de trabalhos, sendo obtido 629 artigos. Todos os trabalhos que mencionavam o bambu com aplicações em áreas distintas à construção civil foram excluídos, sendo selecionados 127 artigos. Dos 127 artigos somente 30 continham todas as informações requeridas (espécie de bambu, tipo de aplicação e teste experimental), sendo assim incluídos na revisão de literatura (Figura 1).

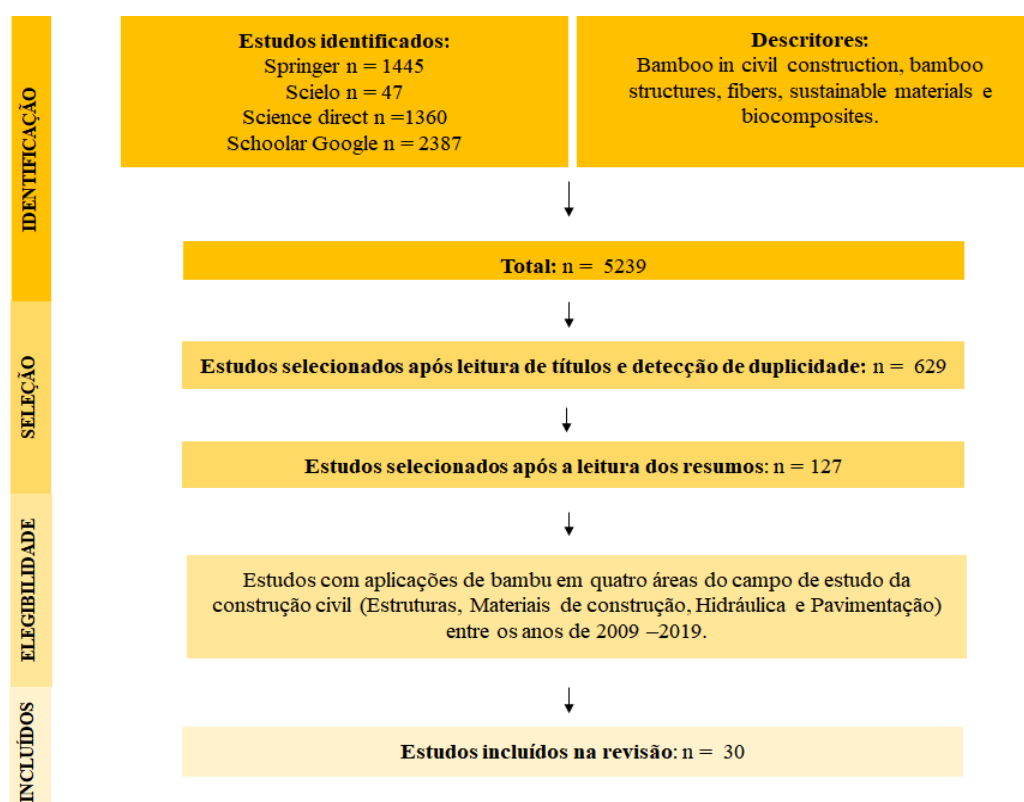


Figura 1. Fluxograma de seleção dos artigos para revisão de literatura sobre aplicações de bambu na construção civil.

Após análise dos 30 artigos incluídos na revisão, foi observada uma grande variedade de espécies de bambu que são foco de pesquisa na área da construção civil. No total, 21 espécies foram identificadas entre os trabalhos, os quais os gêneros

encontrados foram *Bambusa* (6 espécies), *Guadua* (4 espécies), *Phyllostachys* (4 espécies), *Dendrocalamus* (3 espécies), *Gigantochloa* (2 espécies), *Neosinocalamus* (1 espécie) e *Melocanna* (1 espécie). Entre as espécies mais utilizadas se destacaram *Guadua angustifolia* encontrada com a frequência de 13,9% e *Phyllostachys pubescens* também com 13,9%, seguido de *Dendrocalamus asper* (11,1%), *D. giganteus* (5,6%), *Gigantochloa atrovioleacea* (5,6%) e *Bambusa vulgaris* (5,6%) (Figura 2).

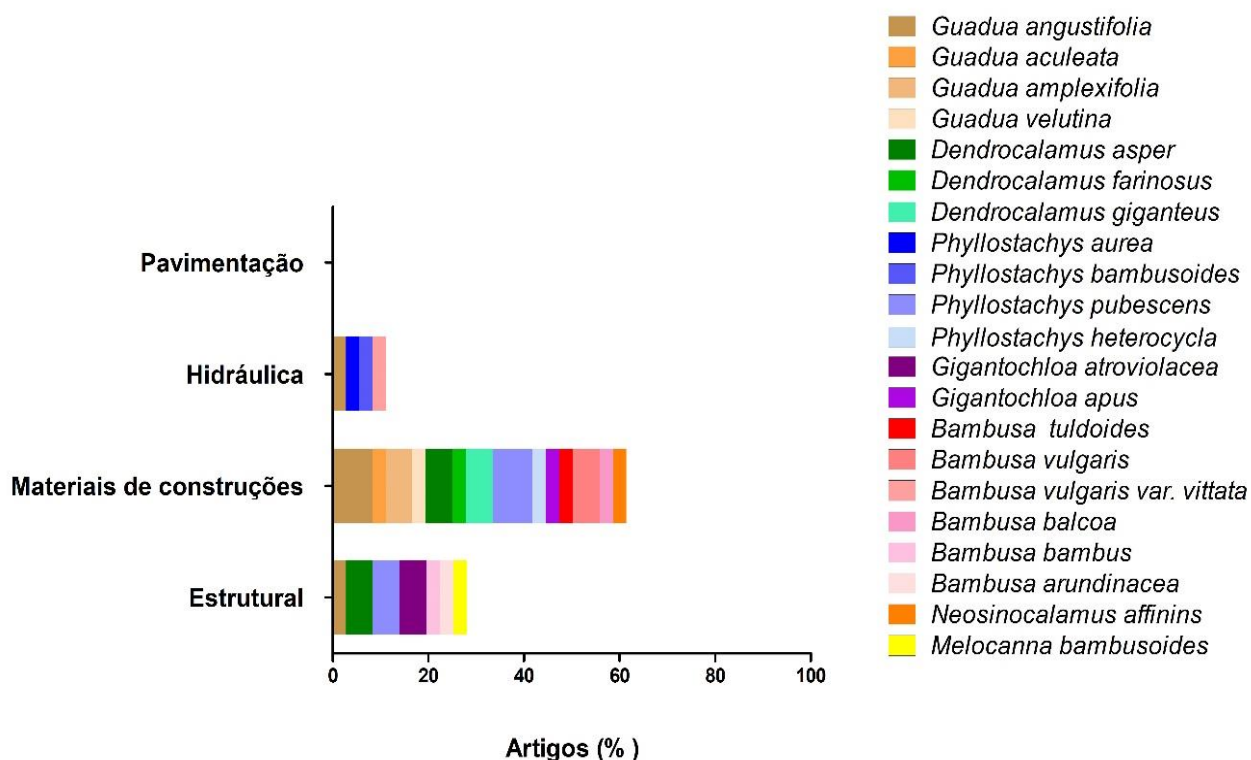


Figura 2. Frequência de espécies de bambu utilizadas em diferentes áreas da construção civil.

Entre as quatro grandes áreas estudadas, 61% dos estudos foram voltados para a reforço de materiais de construção, como: laminados, concreto, cimento, esquadrias, compósitos termoplásticos e painéis do tipo aglomerado e “scrimber”. Na área de Estruturas, 27,8% dos estudos foram aplicações para a construção de paredes de concreto reforçado com bambu, vigas, pilares, lajes, treliças, além da construção completa de uma escola utilizando somente bambu na forma bruta (colmos). Apenas 11,2% dos trabalhos estavam direcionados para aplicação na área de hidráulica, sendo identificados abordagens referentes à tratamento de esgoto utilizando sistema de alagados e sistema de distribuição de água. Para Pavimentação, nenhum estudo foi identificado (Figura 2).

Dentro de cada área, observou-se uma tendência maior para alguns tipos de usos. Na área estrutural, por exemplo, o bambu tem sido aplicado frequentemente em vigas e também na composição do concreto para construção de paredes, sendo detectados 2 trabalhos para cada uma das aplicações mencionadas. Em relação a fabricação de materiais de construção, se observou que os painéis fabricados com as fibras ou lâminas de bambu tem apresentado grande foco em pesquisas da engenharia de materiais sustentáveis. No total foram encontrados 8 trabalhos, nos quais 4 estudos foram voltadas para painéis laminados, 3 para painéis aglomerados e apenas 1 para fabricação de painéis “scrimber” (Figura 3). Por fim, para área Hidráulica foram encontrados somente 2 trabalhos sendo um para distribuição de água e outro para tratamento de esgoto (Figura 3). Todos os trabalhos se valeram de testes físicos e/ou mecânicos para comprovação das aptidões de cada espécie, como mencionados na Tabela 1.

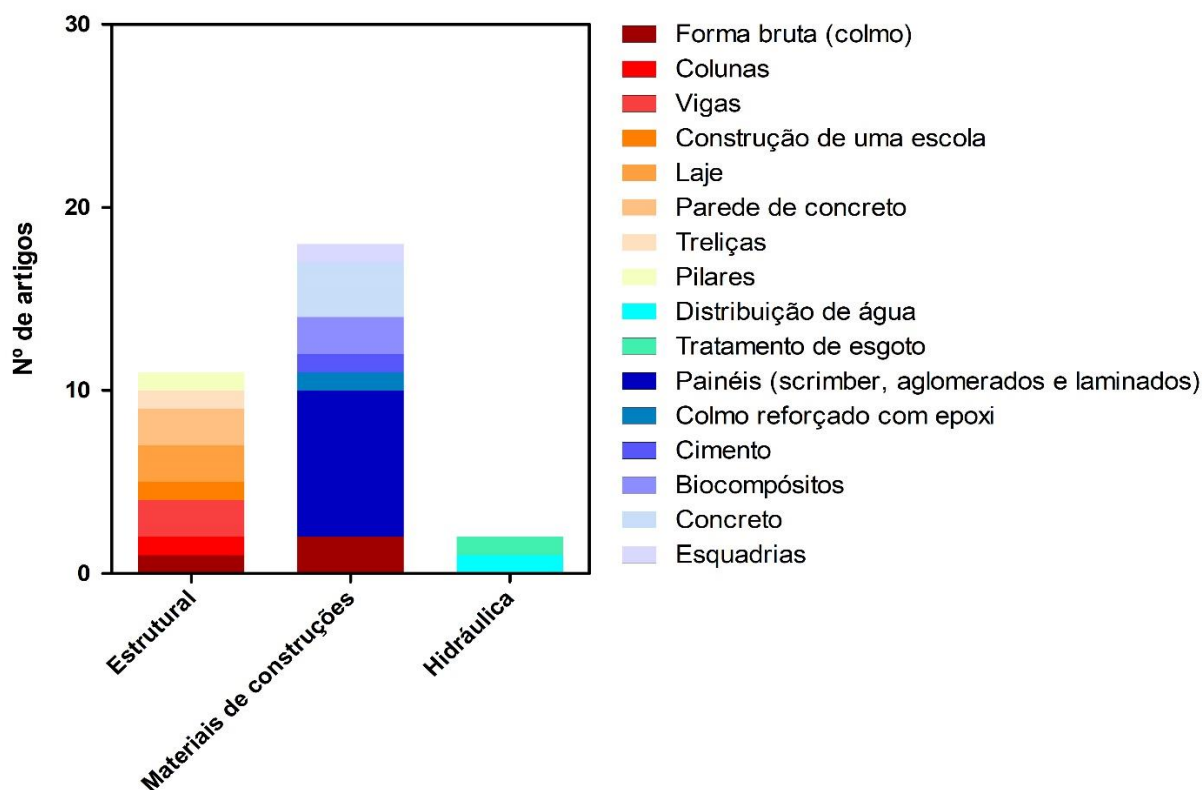


Figura 3. Tipos de aplicações de bambu dentro de três grandes áreas das construção civil.

Tabela 1. Aplicações de bambu quanto à espécie, aplicação e teste experimental.

Espécie	Aplicação	Teste experimental	Referência
<i>Guadua angustifolia</i>	Materiais: painéis laminados	Compressão, tração, corte e dobra	López; Correal, 2009
<i>Guadua angustifolia</i>	Materiais: compósitos termoplásticos	Teor de umidade, densidade, absorção, inchaço	Léon et al., 2016
<i>Guadua angustifolia</i>	Materiais: painéis aglomerados	Densidade, capacidade de absorção, porcentagem de intumescimento, tração, compressão e resistência à flexão	Sánchez; Morales; Caicedo, 2017
<i>Guadua angustifolia</i>	Estrutural: treliças	Carga estática monotônica	Villegas; Morán; García, 2019
<i>Guadua angustifolia</i> , <i>Phyllostachys aurea</i> <i>Phyllostachys bambusoides</i>	Hidráulica: tratamento de esgoto	Demanda química e oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), teor de nitrogênio amoniacal e teor de fosfato	Quege; Almeida; Ucker, 2013
<i>Guadua aculeata</i> <i>Guadua amplexifolia</i> <i>Guadua velutina</i>	Materiais: forma bruta (colmo)	Compressão, cisalhamento, flexão, módulo de elasticidade, módulo de ruptura.	Ordóñez-Candelaria; Bárcenas-Pazos, 2014
<i>Guadua amplexifolia</i>	Estrutural: forma bruta (colmo)	Compressão, e tensão de cisalhamento paralelo para o grão e flexão	Medrano; Mújica; Gutierrez, 2016
<i>Phyllostachys pubescens</i>	Estrutural: forma bruta (colmo)	Flexão na direção axial; resistências à compressão nas direções axial e transversal.	Dixon; Gibson, 2014
<i>Phyllostachys pubescens</i>	Materiais: Laminados	Testes de tensão, compressão, cisalhamento e flexão	Sharma et al., 2015
<i>Phyllostachys pubescens</i>	Materiais: painéis laminados	Propriedades de impacto	Liu et al., 2017
<i>Phyllostachys pubescens</i>	Estrutural: Colunas de concreto	Teste de compressão axial	Li et al., 2017
<i>Phyllostachys pubescens</i>	Materiais: compósitos	Compressão dinâmica e quase-estática	Hu et al., 2018
<i>Dendrocalamus asper</i>	Materiais: concreto	Teste de tração e compressão	Javadian et al., 2016
<i>Dendrocalamus asper</i>	Materiais: bambu reforçado com epoxi para concreto	Testes de tração e análises microestruturais	Rahman et al., 2017
<i>Dendrocalamus asper</i>	Estrutural: laje	Teste de carga flexural	Wibowo; Wijatmiko; Nainggolan, 2017
<i>Dendrocalamus asper</i>	Estrutural: Paredes de concreto	Resistência e ductibilidade	Leelatanon; Srivaro; Matan, 2010
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Materiais: concreto	Ensaio de flexão	Lima et al., 2014
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Materiais: esquadrias	Umidade, densidade, cisalhamento na lâmina de cola, teste de flexão estática, resistência ao esforço horizontal, resistência à flexão.	Azambuja; Afonso, 2015

<i>Dendrocalamus farinosus</i> <i>Phyllostachys heterocycla</i>	Materiais: painéis laminados	Módulo de elasticidade, módulo de ruptura, resistência horizontal ao cisalhamento, resistência à tração e resistência à compressão	Qi et al., 2015
<i>Gigantochloa atroviolacea</i> <i>Gigantochloa apus</i>	Estrutural: vigas	Teor de umidade, gravidade específica, inchaço, módulo de elasticidade e ruptura, ligação interna, dureza tangencial e axial	Cahyono et al., 2014
<i>Gigantochloa atroviolacea</i>	Estrutural: construção de uma escola utilizando colmos	Análise estrutural (software Structural Analysis Program 2000 v11); custo de construção (Padrão Nacional de Madeira na Indonésia)	Taufani; Nugroho, 2014
<i>Bambusa vulgaris</i>	Materiais: cimento	Teste de Chapel e o método da cal saturada	Rodier et al., 2016
<i>Bambusa vulgaris</i>	Materiais: concreto	Força, resistência à flexão e carga deflexão	Karthik; Rao; Awoyera, 2017
<i>Bambusa vulgaris</i> var. <i>vittata</i>	Hidráulica: sistema de distribuição de água	Massa específica, as resistências à compressão, à tração e à flexão	Mota et al., 2017
<i>Bambusa balcoa</i>	Materiais: painéis	Análise de custo; avaliação de impacto ambiental; teste de flexão; cinzas volantes.	Puri et al., 2017
<i>Bambusa tuldoides</i>	Materiais: painéis aglomerados	Teor de umidade, massa específica observada, absorção d'água e inchamento em espessura; flexão estática, arrancamento de parafusos e ligação interna	Morais et al., 2015
<i>Bambusa bambus</i>	Estrutural: parede de concreto	Teste de flexão	Ganesan; Indira; Himasree, 2018.
<i>Bambusa arundinacea</i>	Estrutural: laje	Características de carga-deformação, capacidade de absorção de energia, trincas padrões e modos de falha	Mali; Datta, 2018
<i>Neosinocalamus affinis</i>	Materiais: painéis "Scrimber"	Absorção de água, estabilidade dimensional, teste de flexão e cisalhamento	Yu et al., 2017
<i>Melocanna bambusoides</i>	Estrutural: vigas e pilares	Teste de tração, carga axial, carga transversal e carga de dois pontos	Agarwal; Nanda; Maity, 2014

3.2 DISCUSSÃO

O bambu é pertencente à família Poaceae, subfamília Bambusoideae e tribo Bambuseae. Com mais de 1200 espécies identificadas, trata-se de uma planta bastante adaptada aos diversos climas desde montanhas frias até regiões tropicais quentes (LIU et al., 2012). Cerca de 64% dos plantios se encontram no sudeste da Ásia, 33% na América do Sul e restante na África e Oceania (MASTAI, 2013). Aliado à sua ampla disponibilidade bem como suas características de crescimento acelerado e boa

trabalhabilidade, o bambu se tornou um dos principais matérias-primas de interesse em regiões de desenvolvimento (KAUR et al., 2016).

Assim ao se deparar com as vantagens da utilização desse recurso, sendo alternativa sustentável para engenharia, pesquisadores tem demandado esforços para caracterização da capacidade estrutural dessa matéria prima bem como sua trabalhabilidade (ARCHILA et al., 2018). A revisão sistemática permitiu expor as principais espécies que vem sendo utilizadas em pesquisas nas diferentes áreas da construção. Com base nisso, foi observado que *Guadua angustifolia* e *Phyllostachys pubescens* foram às espécies de bambu mais frequentemente utilizadas, com principais aplicações para laminados, compósitos termoplásticos e também em estado bruto para construção de treliças e tratamento de esgoto.

Em relação a *G. angustifolia*, o maior número de trabalhos pode estar relacionado à ocorrência natural de espécies de *Guadua* na América do Sul, a qual segundo o Projeto Radam, foi possível identificar uma mancha de 7 milhões de hectares de bambus nativos no bioma Amazônico, sendo *Guadua* o principal gênero de ocorrência (PEREIRA; BERALDO, 2007). A espécie *G. angustifolia* tem ocorrência em países como Colômbia, Venezuela, Equador, México, Costa Rica e Brasil. Nesses países a principal aplicação é na construção estrutural vernacular. *G. angustifolia* é um bambu gigante e produto laminado dessa espécie têm demonstrado propriedades melhores que madeira serrada (BARRETO, 2003; DURAN, 2003; LÓPEZ; CORREAL, 2009).

Tal fato ocorre devido às características anatômicas de *G. angustifolia* como a distribuição das fibras de forma axial, uma vez que é determinante para as propriedades mecânicas de laminados (LÓPEZ; CORREAL, 2009). Além disso, *G. angustifolia* se mostrou altamente adaptável a ambientes contaminados, conseguindo crescer e principalmente promover o tratamento de águas residuárias, diminuindo a carga poluidora e melhorando os atributos físicos e químicos da água (QUEGE; ALMEIDA; UCKER 2013).

Outras espécies de *Guadua*, como *G. aculeata*, *G. velutina* e *G. amplexifolia* foram utilizadas em estruturas e materiais de construção em sua forma bruta (somente colmo). Ambas são empregadas em construções simples, em paredes e cruzamentos de casas, utilizados tanto na forma bruta como desdobrados em tábuas (CORTÉS, 2006). Essas espécies possuem poucos relatos na literatura, tendo uso empírico devido às informações tecnológicas limitadas quando comparado à *G. angustifolia*. Porém, em estudo avaliando propriedades de *G. aculeata*, como: densidade básica, umidade, contrações totais, teste de flexão, corte, compressão e tensão paralela à fibra se mostraram semelhantes a *G.*

angustifolia (ZARAGOZA-HERNÁNDEZ et al., 2015). Se tratando de *G. velutina*, foi avaliada sua condutividade térmica para o emprego em construções, porém apresentou baixa difusividade térmica em relações a outros materiais (GALLEGOS-VILLELA et al., 2016).

Assim como *Guadua*, o gênero *Phyllostachys* também obteve destaque. A espécie *P. pubescens* teve 13,9% (Figura 2) de frequência entre os trabalhos. *Phyllostachys pubescens* é uma planta de origem chinesa, introduzida na Europa, Coréia, Vietnã, Japão, EUA e outros países (AKINLABI; ANANE-FENIN; AKWADA, 2017). Conhecido como bambu mosso, trata-se de uma espécie alastrante característica de clima subtropical, a qual é utilizada desde alimentação (brotos) até como matéria prima industrial (LIESE; WELLING; TANG, 2015). Têm sua produção destacada em países como China e Japão. Na China, os bambuzais de mosso chegam a ocupar 70% das florestas nativas e plantadas de bambu com quase 3,1 milhões de hectares (FU, 2001).

Além desta, outras três espécies de *Phyllostachys* foram encontradas nos estudos: *P. aurea*, *P. bambusoides* e *P. heterocycla*. Espécies desse gênero foram empregadas nos trabalhos tanto na forma bruta, como beneficiados no caso de: laminados, compósitos, elementos estruturais e também no tratamento de águas residuárias. A anatomia do colmo desse gênero formam feixes vasculares distribuídos de forma crescente da parte interna para parte externa ao longo da direção radial. Além disso, as fibras do esclerênquima são determinantes para as propriedades de tração do bambu mosso (SHAO et al., 2010).

Outro gênero de bambu com crescente demanda na indústria bambuzeira é *Dendrocalamus*. Este bambu é característico de clima frio, suportando temperaturas mínimas de -2 ° C e altitudes de 700-2000 m, porém também pode crescer em clima tropical (BANIK, 2016). Sua distribuição geográfica está em países como Bangladesh, Butão, Mynamar, China, Índia, Indonésia, Japão, Kampuchea, Laos, Malásia, entre outros, e possui diâmetro variável de 10 a 20 cm (PEREIRA; BERALDO, 2007).

As espécies *D. giganteus*, *D. asper* e *D. farinosus* tiveram aplicações voltadas principalmente na área estrutural, como reforço de concreto, paredes, lajes, esquadrias e também em materiais de construção como os laminados. Na literatura, pesquisas com espécies de *Dendrocalamus* estão em sua maioria voltada para serviços pesados na construção como estruturas de edifícios, reforços de concreto, andaimes, telhas, podendo também ser utilizada na alimentação (AKINLABI; ANANE-FENIN; AKWADA, 2017). Aspecto como espessura da parede do colmo e linearidade ao longo do fuste, além da

produtividade florestal faz com que *Dendrocalamus* se destaque na indústria favorecendo o aumento de pesquisas envolvendo este bambu (OSTAPIV, 2011).

Assim como as espécies de *Dendrocalamus*, *Gigantochloa atrovioleacea* e *Bambusa vulgaris* se destacaram com 5,6 % (Figura 2) de frequência cada, entre os trabalhos. Atualmente, o gênero *Gigantochloa* compreende cerca de 55 espécies, com maior abundância em regiões tropicais (BANIK, 2016). *G. atrovioleacea* juntamente com *G. apus* constituem as espécies de bambu mais importantes economicamente na Indonésia, empregadas principalmente em materiais de construções, tubulações de água, móveis, artesanatos e instrumentos musicais (BANIK, 2016).

Entre os trabalhos selecionados, *Gigantochloa* foi aplicado puramente na área estrutural, como vigas construídas a partir de *G. apus* e construção de uma escola inteiramente com colmos da espécie *G. atrovioleacea*. Esse tipo de aplicação estrutural utilizando somente colmo em substituição à madeira é uma tendência que pode dar certo. Tal fato se dá devido às propriedades de tração do bambu, a qual é duas vezes maior que a madeira bruta convencional e as propriedades de compressão, chegam a 1,5 vezes maiores que madeira. Além disso, a relação força/peso é maior que madeira e comparável ao aço (RASSIAH; AHMAD, 2013).

Já espécies de *Bambusa* são de médio a grande porte possuindo colmos espessos e rígidos conferindo força e rigidez a planta. É típica de região tropical, podendo crescer também em climas subtropicais. É naturalmente encontrada em países como Austrália, Bangladesh, Butão, Birmânia, Paquistão, China, Índia, Japão, Indonésia, Vietnã, Malásia e outros (BANIK, 2016). Dentro da revisão, a espécie *Bambusa vulgaris* fez parte de 5,6% (Figura 2) dos trabalhos relatados, além disso, foi o gênero com maior número de espécies com pesquisas para construção civil, sendo: *B. vulgaris*, *B. bambus*, *B. arundinacea*, *B. balcoa*, *B. tuldoides* e *B. vulgaris* var. *vittata*.

Bambusa vulgaris é relatada frequentemente para uma infinidade de usos como, celulose e papel, combustível, artesanato, placas, compósitos, móveis, além da construção civil (GUIMARÃES; NOVACK; BOTARO, 2010; GUARNETTI, 2013). Trata-se de uma das mais fortes espécies de bambu para fins da construção, utilizado principalmente para construção de andaimes, obras estruturais de casas na Índia e Bangladesh. Além disso, pode ser utilizado em objetos mais simples como móveis, cercas, brinquedos e implementos agrícolas (BANIK, 2016). Devido às propriedades de flexão e cisalhamento, espécies de *Bambusa* tem se destacado por ter sua capacidade de carga melhorada quando comparada a vigas não reforçadas (MAHZUZ et al., 2015).

Outras espécies de bambu foram citadas entre os trabalhos, porém em menor quantidade. Foi encontrado apenas um trabalho com *Neosinocalamus* sendo da espécie *N. affinis*, assim como *Melocanna* com a espécie *M. bambusoides*. *Neosinocalamus* é nativo da China, empregado em construções, mobiliário e artesanato. Na revisão essa espécie foi utilizada como material de construção em laminados tipo “scrimber”. Porém trata-se de um bambu com características anatômicas inferiores aos outros por ter parede do colmo mais fina e menor diâmetro, resultando em baixo rendimento na sua produção (XIE, 2017).

Da mesma forma, o gênero *Melocanna* tem paredes finas, porém possui maior durabilidade e tem vantagem de ser retilínea e com pequenos nós. A planta tem ocorrência em países como Índia, Bangladesh e Myanmar, nos quais são empregados em construções rurais como casas, galpões e celeiros (WATSON; DALLOWITZ, 1992; BANIK, 2000). No entanto, o principal uso tem sido para a produção de celulose, com cerca de 15 a 50 milhões de colmos produzidos por ano. Entretanto, são também comumente utilizados na alimentação pelo consumo dos brotos (BANIK, 2016).

Assim foi possível observar que as ótimas propriedades físicas e mecânicas de uma gama de espécies de bambu têm garantido o desenvolvimento de produtos da engenharia de alto desempenho, garantindo uma nova tendência de mercado da construção baseado em produtos renováveis sustentáveis (VERMA, 2017).

4. CONCLUSÕES

Essa revisão mostrou o uso de materiais alternativos para a construção civil como parte de materiais de construção, estrutural e hidráulico. Por isso, tem sido foco de estudos e aplicações nos últimos anos, principalmente devido ao impacto ambiental causado por materiais convencionais, como o cimento, o aço e as madeiras nativas, principalmente do bioma amazônico.

Sendo assim, o bambu se destaca como uma alternativa interessante, devido às suas excelentes características físico-mecânicas e por ser um recurso renovável, com alta capacidade de sequestro de carbono que pode substituir, além da madeira, outros materiais sólidos na construção civil.

Os principais estudos para utilização têm sido das propriedades físico-mecânicas, porém o bambu como material biológico deve se ter a preocupação do estudo de sua resistência aos microrganismos xilófagos e as intempéries.

Por fim, se verificou a partir dessa revisão que as duas espécies de bambu com maior aplicação na construção civil são *Guadua angustifolia* e *Phyllostachys pubescens*, sendo o principal uso para a produção de materiais de construção.

5. REFERÊNCIAS

AGARWAL, A.; NANDA, B.; MAITY, D. Experimental investigation on chemically treated bamboo reinforced concrete beams and columns. **Construction and Building Materials**, v. 71, p. 610-617, 2014.

AGOPYAN, V. Construção Civil consome até 75% da matéria-prima do planeta. Disponível: <<http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/07/construcao-civil-consome-ate-75-da-materia-prima-do-planeta.html>> Acesso 06/06/2019.

AKINLABI, E.T.; ANANE-FENIN, K.; AKWADA, D.R. **Bamboo: The Multipurpose Plant**. 1º ed. Springer, 2017.

ARCHILA, H.; KAMINSKI, S.; TRUJILLO, D.; ESCAMILLA, E.Z.; HARRIES, K. A. Bamboo reinforced concrete: a critical review. **Materials and Structures**, v. 51, n. 4, p. 102, 2018.

ATANDA, J. Environmental impacts of bamboo as a substitute constructional material in Nigeria. **Case Studies in Construction Materials**, v. 3, p. 33-39, 2015.

AWOYERA, P.O.; UGWU, E.I. Sustainability and Recycling of Bamboo for Engineering Applications. **Materials Science and Materials Engineering**. v. 1, p. 1-11, 2017.

AZAMBUJA M.A.D.; AFFONSO, S.B.A. Arquitetura ecológica de esquadrias de bambu. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 3, n. 16, p.1-18, 2015.

BANIK, R. L. **Silviculture and field guide to priority bamboos of Bangladesh and South Asia**. 1º ed. Bangladesh Forest Research Institute, 2000.

BANIK, R.L. **Silviculture of South Asian priority bamboos**. 1º ed. Springer, 2016.

BARRETO, W. **Evaluación de Guadua laminada pegada aplicada a propuesta de reticulado plano**. (Trabajo de Finalización del Curso) Graduación en Arquitectura - Universidad Nacional de Colombia, Colombia, 2003.

CAHYONO, T.D.; NOVRIYANI, E.; BAHTIAR, E.T.; MASSIJAYA, M. Y. Development of composite beams made from tali (*Gigantochloa apus*) and hitam bamboo (*Gigantochloa atroviolacea*). **Journal of the Indian Academy of Wood Science**, v. 11, n. 2, p. 156-161, 2014.

CORTÉS, G.R. O bambu no México: as pessoas, a planta e o meio ambiente.

Disponível: <[http://www.bambumex.org/paginas/GentePlantand Environment.pdf](http://www.bambumex.org/paginas/GentePlantand%20Environment.pdf)>. Acesso em 04/05/ 2019.

DIXIT, S.; MANDAL, S.N.; SAWHNEY, A.; SINGH, S. Relationship between skill development and productivity in construction sector: A literature review. **International Journal of Civil Engineering and Technology**, v. 8, n. 8, p. 649-665, 2017.

DIXON, P.G.; GIBSON, L.J. The structure and mechanics of Moso bamboo material. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 11, n. 99, p. 1-12, 2014.

DURAN, L. **Estudio de Guadua laminada y su aplicacion al sistema tensegrity**. (Thesis) Doctorado en Architecture, Universidad Nacional de Colombia, Colombia, 2003.

ESCAMILLA, E.Z.; HABERT, G. Environmental impacts of bamboo-based construction materials representing global production diversity. **Journal of Cleaner Production**, v. 69, n. 1, p. 117-127, 2014.

FAN, M.; FU, F. **Advanced high strength natural fibre composites in construction**. 1^o ed. Woodhead Publishing, 2016.

FEI, P.; XIONG, H.; CAI, J.; LIU, C.; YU, Y. Enhanced the weatherability of bamboo fiber-based outdoor building decoration materials by rutile nano-TiO₂. **Construction and Building Materials**, v. 114, p. 307-316, 2016.

FELIX, E.F.; POSSAN, E. Balance emissions and CO₂ uptake in concrete structures: simulation based on the cement content and type. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 11, n. 1, p. 135-162, 2018.

FU, J. Chinese moso bamboo: its importance. **Bamboo**, v. 22, n. 5, p. 5-7, 2001.

GALLEGOS-VILLELA, R.R.; SÁNCHEZ-MEDRANO, M.T.; AVALOS-PEREZ, M. A.; SUAREZ-DOMINGUEZ, E.J. Thermal conductivity of bamboo (*Guadua velutina*) in earthen construction of sustainable structures. **International Journal of Engineering and Technical Research**, v. 5, n. 3, p. 2321-0869, 2016.

GANESAN, N.; INDIRA, P. V.; HIMASREE, P. R. Bamboo reinforced concrete wall panels under one way in-plane action. **Environment, Development and Sustainability**, p. 1-14, 2018.

GLOBAL DATA. Global Construction Outlook to 2022: Q3 2018 Update. Disponível em: <<https://www.globaldata.com/store/report/gdcn0010go--global-construction-outlook-to-2022-q3-2018-update/>> Acesso 06/06/2019.

GUARNETTI, R.L. **Cogeração de eletricidade utilizando bambu no Brasil: aspectos técnicos econômicos e ambientais**. (Tese) Doutorado em Energia - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

GUIMARÃES, M.J.; NOVACK, K.M.; BOTARO, V.R. Caracterização anatômica da fibra de bambu (*Bambusa vulgaris*) visando sua utilização em compósitos poliméricos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 11, n. 7, p. 442-456, 2010.

HU, D.; SONG, B.; DANG, L.; ZHANG, Z. Effect of strain rate on mechanical properties of the bamboo material under quasi-static and dynamic loading condition. **Composite Structures**, v. 200, p. 635-646, 2018.

JAVADIAN, A.; WIELOPOLSKI, M.; SMITH, I. F.; HEBEL, D.E. Bond-behavior study of newly developed bamboo-composite reinforcement in concrete. **Construction and Building Materials**, v. 122, p. 110-117, 2016.

KARTHIK, S.; RAO, P.R.M.; AWOYERA, P. O. Strength properties of bamboo and steel reinforced concrete containing manufactured sand and mineral admixtures. **Journal of King Saud University-Engineering Sciences**, v. 29, n. 4, p. 400-406, 2017.

KAUR, P.J.; PANT, K.K.; SATYA, S.; NAIK, S. N. Bamboo: the material of future. **International Journal Series in Multidisciplinary**, v. 2, n. 2, p. 27-34, 2016.

LEELATANON, S.; SRIVARO, S.; MATAN, N. Compressive strength and ductility of short concrete columns reinforced by bamboo. **Sonklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 32, n. 4, p. 419, 2010.

LEÓN, K.C.L.; MORA, H.E.G., OSCANOVA, A.J.C; CAMPUSANO, J.G. Evaluación de las propiedades físicas de material compuesto elaborado con bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) y polipropileno. **Revista Mexicana de Ciencias Forestales**, v. 7, n. 38, p. 79-94, 2016.

LI, W.T.; LONG, Y.L.; HUANG, J.; LIN, Y. Axial load behavior of structural bamboo filled with concrete and cement mortar. **Construction and Building Materials**, v. 148, p. 273-287, 2017.

LIESE, W.; WELLING, J.; TANG, T.K.H. **Utilization of bamboo**. Bamboo, 1ª ed. Springer, 2015.

LIMA, D.M.; AMORIM, M.M.; JÚNIOR, H.C.L.; BARBOSA, N.P.; WILRICH, F.L. Avaliação do comportamento de vigas de bambu laminado colado submetidas à flexão. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 1, p. 15-27, 2014.

LI, W. T.; LONG, Y. L.; HUANG, J.; LIN, Y. Axial load behavior of structural bamboo filled with concrete and cement mortar. **Construction and Building Materials**, v. 148, p. 273-287, 2017.

LIU, D.; SONG, J.; ANDERSON, D.P., CHANG, P.R.; HUA, Y. Bamboo fiber and its reinforced composites: structure and properties. **Cellulose**, v. 19, n. 5, p. 1449-1480, 2012.

LIU, H.; JIANG, Z.; SUN, Z.; YAN, Y.; CAI, Z.; ZHANG, X. Impact performance of two bamboo-based laminated composites. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 75, n. 5, p. 711-718, 2017.

LÓPEZ, L.F.; CORREAL, J. F. Estudio exploratorio de los laminados de bambú *Guadua angustifolia* como material estructural. **Maderas Ciencia y Tecnología**, v. 11, n. 3, p. 171-182, 2009.

LOU, Y.; LI, Y., BUCKINGHAM, K.; HENLEY, G.; ZHOU, G. **Bamboo and climate change mitigation**. 32ª ed. Technical Report-International Network for Bamboo and Rattan (INBAR), 2010.

MAHDAVI, M.; CLOUSTON, P.L.; ARWADE, S.R. Desenvolvimento de madeira laminada de bambu: revisão de processamento, desempenho e considerações econômicas. **Revista de Materiais em Engenharia Civil**, v. 23, n. 7, p. 1036-1042, 2010.

- MAHZUZ, H.M.A.; AHMED, M.; DUTTA, J.; ROSE, R.H. Use of bamboo (*Bambusa balcoa*) as reinforcement in concrete beam. **International Journal of Structural Engineering**, v. 6, n. 2, p. 89-108, 2015.
- MALI, P.R.; DATTA, D. Experimental evaluation of bamboo reinforced concrete slab panels. **Construction and Building Materials**, v. 188, p. 1092-1100, 2018.
- MASTAI, Y. **Materials science-advanced topics**. 1ª ed. Intechopen, 2013.
- MAURY, M.B.; BLUMENSCHEN, R. N. Produção de cimento: Impactos à saúde e ao meio ambiente. **Sustentabilidade em Debate**. v. 3, n. 1, p. 75-96, 2012.
- MEDRANO, M.T.S.; MÚJICA, J.A.E.; GUTIERREZ, R.S.R. El bambú como elemento estructural: la especie *Guadua amplexifolia*. **Nova Scientia**, v. 8, n. 17, p. 657-677, 2016.
- MOHER, D.; SHAMSEER, L.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A.; PETTICREW, M.; SHEKELLE, P.; STEWART, L.A. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, v. 4, n. 1, p. 1, 2015.
- MORAIS, W.W.C.; HASELEIN, C.R.; SUSIN, F.; VIVIAN, M.A.; MORAIS, J.B.F. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados com *Bambusa tuldoidea* e *Pinus taeda*. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 1015-1026, 2015.
- MOTA, I.D.O.; PEREIRA, M.A.; DAMACENA, P.C.; SANTOS, L.C.B. Estudo das propriedades físicas e mecânicas do bambu brasileiro (*Bambusa vulgaris vittata*) para aplicação na construção de sistemas hidráulicos alternativos de distribuição de água à baixa pressão. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 19, n. 1, p. 18-26, 2017.
- ORDÓÑEZ-CANDELARIA, V.R.; BÁRCENAS-PAZOS, G.M. Propiedades físicas y mecánicas de tres especies de guaduas mexicanas (*Guadua aculeata*, *Guadua amplexifolia* y *Guadua velutina*). **Madera y Bosques**, v. 20, n. 2, p. 111-125, 2014.
- OSTAPIV, F. **Resistência mecânica do material compósito: madeira de eucalipto-lâmina de bambu**. (Tese) Doutorado em Engenharia Mecânica –Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2011.
- OSTAPIV, F.; SALAMON, C.; GONÇALVES, M.T.T. Cursos tecnológicos de bambu *Guadua* no Acre: perspectivas sustentáveis e inovadoras. **Revista Científica de Educação**, v. 10, n. 10, p. 27, 2008.
- PEREIRA, M.A. R.; BERALDO, A.L. **Bambu de corpo e alma**. 1ª ed. Body and Soul Bamboo, 2007.
- PURI, V.; CHAKRABORTTY, P.; ANAND, S.; MAJUMDAR, S. Bamboo reinforced prefabricated wall panels for low cost housing. **Journal of Building Engineering**, v. 9, p. 52-59, 2017.
- QI, J.; XIE, J.; YU, W.; CHEN, S. Effects of characteristic inhomogeneity of bamboo culm nodes on mechanical properties of bamboo fiber reinforced composite. **Journal of Forestry Research**, v. 26, n. 4, p. 1057-1060, 2015.
- QUEGE, K.E.; ALMEIDA, R.A.; UCKER, F.E. Utilização de plantas de bambu no tratamento de esgoto sanitário pelo sistema de alagados construídos. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology**, v. 10, n. 10, p. 2069-2080, 2013.

- RAHMAN, N., SHING, L. W., SIMON, L., PHILIPP, M., ALIREZA, J., LING, C. S., WUAN, L. H. VALAVAN, S. NEE, S. S. Enhanced bamboo composite with protective coating for structural concrete application. **Energy Procedia**, v.143, p.167-172, 2017.
- RASSIAH, K.; AHMAD, M.M.H. Bamboo, thermoplastic, thermosets, and their composites: a review. **Applied Mechanics and Materials**, v. 330, p. 53-61, 2013.
- RIBEIRO, R.A.S.; RIBEIRO, M.G.S.; SANKAR, K.; KRIVEN, W.M. Geopolymer-bamboo composite – A novel sustainable construction material. **Construction and Building Materials**, v.123, p. 501-507, 2016.
- RODIER, L.; BILBA, K.; ONÉSIPPE, C.; ARSÈNE, M.A. Study of pozzolanic activity of bamboo stem ashes for use as partial replacement of cement. **Materials and Structures**, v. 50, n.1, p. 87, 2017.
- MARTÍNEZ L., KHARISSOVA O.; KHARISOV B. **Handbook of Ecomaterials**. 1^a ed. Springer, 2018.
- SÁNCHEZ, M.L.; MORALES, L.Y.; CAICEDO, J.D. Physical and mechanical properties of agglomerated panels made from bamboo fiber and vegetable resin. **Construction and Building Materials**, v. 156, p. 330-339, 2017.
- SHAMSEER, L.; MOHER, D.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A.; PETTICREW, M.; SHEKELLE, P.; STEWART, L.A. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. **British Medical Journal**, v. 349, n.1, p. 1-25, 2015.
- SHAO, Z. P.; FANG, C. H.; HUANG; S. X.; TIAN, G. L. Ensil properties of Moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) and its components with respect to its fiber-reinforced composite structure. **Wood Science and Technology**, v. 44, n. 4, p. 655-666, 2010.
- SHARMA, B.; GATÓO, A.; BOCK, M.; RAMAGE, M. Engineered bamboo for structural applications. **Construction and Building Materials**, v. 81, p. 66-73, 2015.
- TAUFANI, A.R.; NUGROHO, A.S.B. Proposed bamboo school buildings for elementary schools in Indonesia. **Procedia Engineering**, v. 95, p. 5-14, 2014.
- VERMA, C. S.; PUROHIT, R.; RANA, R. S.; MOHIT, H. Mechanical properties of bamboo laminates with other composites. **Materials Today: Proceedings**, v. 4, n. 2, p. 3380-3386, 2017.
- VILLEGAS, L.; MORÁN, R.; GARCÍA, J.J. Combined culm-slat *Guadua* bamboo trusses. **Engineering Structures**, v.184, p. 495-504, 2019.
- WATSON, L.; DALLWITZ, M.J. **The grass genera of the world**. 1^a ed. Center for Agriculture and Bioscience International, 1992.
- WEI, Y.; JI, X.; DUAN, M.; LI, G. Flexural performance of bamboo scrimber beams strengthened with fiber-reinforced polymer. **Construction and Building Materials**, v. 142, p. 66-82, 2017.
- WIBOWO, A.; WIJATMIKO, I.; NAINGGOLAN, C.R. Structural behavior of lightweight bamboo reinforced concrete slab with EPS infill panel. **American Institute of Physics Conference Proceedings**. v. 1887, n. 1, p. 1-7, 2017.

XIAO, Y.; ZHOU, Q.; SHAN, B. Design and construction of modern bamboo bridges. **Journal of Bridge Engineering**, v. 15, n. 5, p. 533-541, 2009.

XIE, J.; QI, J.; HU, T.; XIAO, H.; CHEN, Y.; CORNELIS, F.; HUANG, X. Anatomical characteristics and physical–mechanical properties of *Neosinocalamus affinis* from Southwest China. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 75, n. 4, p. 659-662, 2017.

XU, M.; CUI, Z.; CHEN, Z.; XIANG, J. Experimental study on compressive and tensile properties of a bamboo scrimber at elevated temperatures. **Construction and Building Materials**, v. 151, p. 732-74, 2017.

YU, Y.; LIU, R., HUANG, Y., MENG, F.; YU, W. Preparation, physical, mechanical, and interfacial morphological properties of engineered bamboo scrimber. **Construction and Building Materials**, v. 157, p. 1032-1039, 2017.

ZARAGOZA-HERNANDEZ, I.; ORDONEZ-CANDELARIA, V.R.; BARCENAS-PAZOS, G.M.; BORJA-DE LA ROSA, A.M.; ZAMUDIO-SANCHEZ, F. Physical-mechanical properties of a Mexican *Guadua* (*Guadua aculeata*). **Maderas: Ciencia y Tecnologia**, v. 17, n. 3, p. 505-516, 2015.



AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* sp.) COMERCIALIZADO EM RIO BRANCO, ACRE, BRASIL

Letícia da Silva Bedelegue¹, Izabelly Marry Souza¹, Jenheffer Querolaine da Silva Pereira¹, Atilon Vasconcelos de Araújo¹, Cydia de Menezes Furtado^{1,2}

1. União Educacional do Norte- Uninorte, Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

O gênero vegetal *Saccharum* sp., conhecida popularmente como cana-de-açúcar, é utilizada para a produção de diversos produtos incluindo o caldo de cana. No entanto, este alimento pode ser contaminado por microrganismos deteriorantes e patogênicos, incluindo bactérias e fungos. Estirpes bacterianas do grupo coliformes totais e fecais podem contaminar os alimentos e ocasionar infecções graves. A contaminação por bolores e leveduras pode comprometer a qualidade do alimento e prejudicar a saúde humana, pois algumas espécies são produtoras de micotoxinas. Portanto, a realização deste estudo teve como objetivo a avaliação da qualidade microbiológica do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) comercializado na Cidade de Rio Branco, Acre, Brasil. Foram avaliadas seis amostras coletadas em três estabelecimentos. Em todas as amostras avaliadas foi registrada contaminação por coliformes totais, coliformes fecais, com valores entre 120 e >1100 NMP/mL, bolores e leveduras, com valores entre 7×10^3 e 4×10^4 UFC/mL. Entre os bolores houve predominância dos gêneros *Aspergillus* e *Fusarium*. Dessa forma, foi registrada a contaminação por coliformes totais, fecais, bolores e leveduras em todas as amostras de caldo de cana-de-açúcar comercializadas, sendo importante a adoção de estratégias para controle e redução da contaminação por microrganismos potencialmente patogênicos.

Palavras-chave: Coliformes fecais, Bolores e Leveduras.

ABSTRACT

The plant genus *Saccharum* sp., Popularly known as sugar cane, is used for the production of various products including sugarcane juice. However, this food may be contaminated by spoilage and pathogenic microorganisms, including bacteria and fungi. Bacterial strains of the total and fecal coliform group can contaminate food and cause serious infections. Contamination by mold and yeast can compromise food quality and harm human health, as some species produce mycotoxins. Therefore, the purpose of this study was to evaluate the microbiological quality of sugarcane juice (*Saccharum* sp.) Marketed in Rio Branco, Acre, Brazil. Six samples collected from three establishments were evaluated. Contamination by total coliforms, fecal coliforms, with values between 120 and > 1100 MPN / mL, molds and

yeasts, with values between 7×10^3 and 4×10^4 CFU / mL was recorded in all samples evaluated. Among the molds, there was a predominance of *Aspergillus* and *Fusarium* genera. Thus, contamination by total coliforms, faecal, mold and yeast was recorded in all samples of sugarcane juice marketed, and it is important to adopt strategies to control and reduce contamination by potentially pathogenic microorganisms.

Keywords: Fecal coliforms, Molds and yeast.

1. INTRODUÇÃO

O gênero vegetal *Saccharum* sp., conhecida popularmente como cana-de-açúcar, apresenta ampla distribuição geográfica, sendo cultivada desde a pré-história (TENUTES et al., 2015; RAJENDRAN et al., 2017). Ao longo dos séculos, houve a disseminação da *Saccharum* sp. por diversas ilhas do Oceano Pacífico, chegando ao Brasil em meados do século XV (CHERUBIN et al., 2017). O Brasil é considerado o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com produção estimada em cerca de 635,6 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

A produção de cana-de-açúcar apresenta importante papel sócio econômico, sendo utilizado para obtenção de diversos produtos como cachaça, açúcar, alimento para animais, álcool e o caldo de cana, que se destaca como um alimento nutritivo consumido em vários estados brasileiros, devido, principalmente, ao seu valor nutricional e baixo custo (GANDRA et al., 2007; DUARTE et al., 2011; CARVALHO et al., 2016).

O caldo de cana é um alimento constituído basicamente por água e sólidos dissolvidos, principalmente açúcares, como a sacarose, glicose, frutose, e substâncias nitrogenadas, como gorduras, pectinas, ácidos orgânicos e corantes (OLIVEIRA et al., 2007). Além disso, este alimento possui alta atividade de água com o produto final constituído por aproximadamente 78 a 86% de água, pH entre 5,0 e 5,5 e temperatura ideal de conservação entre 25 a 30° C (OLIVEIRA et al., 2007; GUILHERME, 2014).

Em razão dessas características, o caldo de cana pode fornecer substratos essenciais para o crescimento de microrganismos, como bactérias e fungos (OLIVEIRA et al., 2007). Além disso, falhas com relação às boas práticas higiênico-sanitárias durante a produção e comercialização do caldo de cana pode favorecer a contaminação e o crescimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos (SILVA et al., 2006; CARDOSO et al., 2005; BREZOVSKY et al., 2016).

O caldo de cana, quando contaminado, pode apresentar sérios riscos à saúde da população consumidora. Estudos relataram a presença de microrganismos patogênicos, principalmente *Escherichia coli* (LUCKY et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2006a). No Brasil, foi registrada a contaminação por bactérias dos gêneros *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas* sp. e fungos leveduriformes do gênero *Cândida* sp. (LIMA et al., 2015). Adicionalmente, o perfil microbiológico do caldo de cana *in natura* comercializado em São Paulo, registrou a ocorrência de bolores e leveduras, além da presença de coliforme a 45° C (PRADO et al., 2010).

De modo geral, bactérias do grupo de coliformes termotolerantes (*E. coli*), coliformes totais, *Salmonella* sp., bolores e leveduras são os principais microrganismos utilizados como indicadores de condições higiênicas sanitárias de um alimento, podendo ser deteriorantes e patogênicos, resultando num produto de má qualidade e impróprio para o consumo humano (GAVA et al., 2008).

As bactérias do grupo coliformes totais são utilizadas como indicadores das condições higiênicas de um alimento (SILVA et al., 1997). Neste grupo são incluídas bactérias Gram-negativas não formadoras de esporos, que podem ou não necessitar de oxigênio e produtoras de gás por meio da fermentação da lactose em 24 horas a 35° C (RODRIGUES et al., 2003).

O grupo dos coliformes fecais ou termotolerantes são originários do trato gastrointestinal do ser humano e de animais mamíferos de sangue quente, sendo constituído por bactérias pertencentes aos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Escherichia*, sendo esta última a mais predominante e que melhor indica a contaminação fecal (SILVA et al., 1997; MOACIR; OKURA, 2010; JAY, 2005). Além disso, algumas espécies podem causar infecções intestinais, ocasionando dores abdominais, febre, vômitos e diarreia que podem evoluir para colite hemorrágica levando o hospedeiro a óbito (SOUSA, 2006).

Os bolores podem ser encontrados no meio ambiente, dispersos pelo solo, água, ar e principalmente nas superfícies de vegetais, se desenvolvendo como uma massa disforme que se espalha ligeiramente pela superfície dos alimentos (CARVALHO, 2010; SANTOS et al., 2014). Já as leveduras são microrganismos unicelulares e aeróbios facultativos, sendo encontradas no meio ambiente e em matérias em decomposição (GAVA et al., 2008; FELIPE; MIGUEL, 2012).

A presença de fungos nos alimentos pode modificar as características dos alimentos, como sabor e qualidade (OLIVEIRA, et al., 2013; MAZIERO; BERSOT, 2010), e serem prejudiciais à saúde humana, pois alguns gêneros fúngicos, como *Aspergillus*, *Penicillium*

e *Fusarium* produzem micotoxinas com capacidades mutagênicas e carcinogênicas, sendo a aflatoxina a mais frequentemente relatada (FREIRE et al., 2007; FERREIRA et al., 2014; SANTOS et al., 2014).

Diante do exposto, é essencial o conhecimento sobre a ocorrência destes microrganismos deteriorantes e potencialmente patogênicos para seres humanos, que podem ser encontrados em amostras de caldo de cana. Portanto, a realização deste estudo tem como objetivo a avaliação da qualidade microbiológica do caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) comercializado na Cidade de Rio Branco, Acre, Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COLETA DE AMOSTRAS

Foram analisados 200 mL de amostra do caldo de cana coletados em três estabelecimentos comerciais distintos localizados na cidade de Rio Branco, Acre, Brasil. Essas amostras foram armazenadas nas embalagens plásticas originais na forma como o produto era comercializado, sendo transportadas em caixas isotérmicas até o laboratório de análises microbiológicas da Unidade de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Acre (UTAL/UFAC).

2.2 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA

2.2.1 Coliformes Totais e Termotolerantes

Foi retirada 25 mL de cada amostra em 225 mL de solução salina (NaCl 0,9%) para a produção das diluições 10^{-1} . Em seguida, foram transferidos 1 mL das diluições 10^{-1} em 9 mL de solução salina, sendo produzidas as diluições 10^{-2} e 10^{-3} . A presença de coliformes totais foi determinada pela técnica de Fermentação em Tubos Múltiplos, com o teste presuntivo em Caldo Lactose, pipetando-se alíquotas de 1 mL das três diluições em tubos contendo 9 mL de Caldo Lactose, com incubação a 36 ± 1 °C por 48 horas. Transcorrido esse tempo, foi observada a produção de gás nos tubos de Durham (SILVA et al., 1997).

Para coliformes fecais foi utilizado o teste confirmativo em caldo *Escherichia coli* e determinados por inoculação dos tubos gás positivos do Caldo Lactose em caldo *E. coli* com incubação em banho-maria a 45°C por 24 horas. Foi utilizada a técnica do Número Mais Provável (NMP) através da tabela de Hoskins para a contagem de coliformes totais e fecais (SILVA et al., 1997).

2.2.2 Bolores e leveduras

Inicialmente, foram realizadas três diluições em séries utilizando 18 mL de solução salina com 2 mL da amostra, agitadas a 120 rpm, durante uma hora, obtendo-se assim a diluição 10^{-1} e produzidas as diluições subsequentes, 10^{-2} e 10^{-3} . Foram pipetas 200 µl da diluição 10^{-3} em placas de Petri contendo o meio Ágar Dicloran Rosa Bengala Cloranfenicol (DRBC), sendo incubadas a 25°C durante 5 dias. Após esse período, foi realizada a contagem padrão em placas, determinando-se o número de Unidades Formadoras de Colônia - UFC/mL (SILVA et al., 1997).

Observado o crescimento micelial, os fungos foram transferidos para o meio Ágar Dextrose Batata (BDA) através da técnica de estrias por esgotamento para obtenção de colônias isoladas e incubados a 28°C durante 7 dias. Após esse período, foi realizada a técnica de repique de um ponto, onde as colônias isoladas foram transferidas para tubos com meio BDA e incubadas a 28°C por 7 dias para observar as características macroscópicas das colônias, como textura, coloração e produção de pigmento (LACAZ et al., 1998).

Os isolados foram submetidos à identificação, sendo realizada pela técnica do microcultivo em lâmina utilizando meio BDA, sendo observadas as estruturas reprodutivas dos fungos filamentosos e comparados com literatura específica (BARNETT; HUNTER, 1998).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi registrada contaminação por coliformes totais em todas as amostras avaliadas. Com relação a contaminação por coliformes termotolerantes (fecais), foram registrados

valores entre 120 e >1100 NMP/mL, sendo considerados como amostras fora do padrão de qualidade e impróprias para o consumo humano (Tabela 1). Além disso, foi registrada a presença de bolores e leveduras em todas as amostras analisadas, com valores entre 7×10^3 e 4×10^4 UFC/mL, indicando contaminação das amostras (Figura 1).

Tabela 1. Análises microbiológicas de diferentes amostras de caldo de cana comercializado na Cidade de Rio Branco, Acre.

Estabelecimento	Amostra	Coliformes Termotolerantes (NMP/mL)	Bolores e Leveduras (UFC/mL)
A	01	120	4×10^4
	02	>1100	$2,4 \times 10^4$
B	03	>1100	$2,1 \times 10^4$
	04	>1100	7×10^3
C	05	>1100	$3,8 \times 10^4$
	06	>1100	$3,1 \times 10^4$

Estudos anteriores descrevem resultados semelhantes. Foi registrada contaminação em amostras de caldo de cana-de-açúcar na Cidade de Itabuna, Bahia, Brasil, onde 90% das amostras foram positivas para contaminação por coliformes totais e 75% por coliformes fecais (CARVALHO; MAGALHÃES, 2007). Além disso, análises microbiológicas realizadas em Umuarama, Paraná, Brasil relataram resultados superiores a 2×10^2 NMP/ml para coliformes fecais em amostras de caldo de cana (GANDRA et al., 2007), indicando que este alimento apresenta potencial para contaminação por esses grupos de bactérias.

A presença de coliformes totais e fecais como contaminantes nas amostras de caldo de cana pode ser resultado de diferentes fatores, como falhas no manuseio, procedimento e contaminação das amostras com material fecal (FAVILLA, 2016). Outros alimentos de origem vegetal também podem sofrer com a contaminação de coliformes totais e fecais, como suco de manga (SOUZA et al., 2009), guaraná (CHAVES et al., 2015) e polpa de açaí (FARIA et al., 2012), indicando a frequente contaminação por agentes microbiológicos associada a inadequação do processamento da matéria-prima (FARIA et al., 2012).

Semelhantemente, bolores e leveduras já foram isolados em diferentes gêneros alimentícios como couve, beterraba, alface e cheiro verde (FAGIANI et al., 2017; EVANGELISTA-BARRETO et al., 2016). Estudos prévios, analisando a presença de bolores e leveduras em amostras de *Manihot esculenta cratz* (mandioca), revelou contaminação por bolores, exceto por leveduras, comprovando que de forma semelhante os fungos também podem contaminar outras espécies de cultivares (RODRIGUES et al., 2015).

Considerando-se as unidades formadoras de colônia (UFC/ml), verificou-se que em todas as amostras havia presença de bolores e leveduras, sendo registrada predominância de leveduras em comparação com bolores (Figura 1).

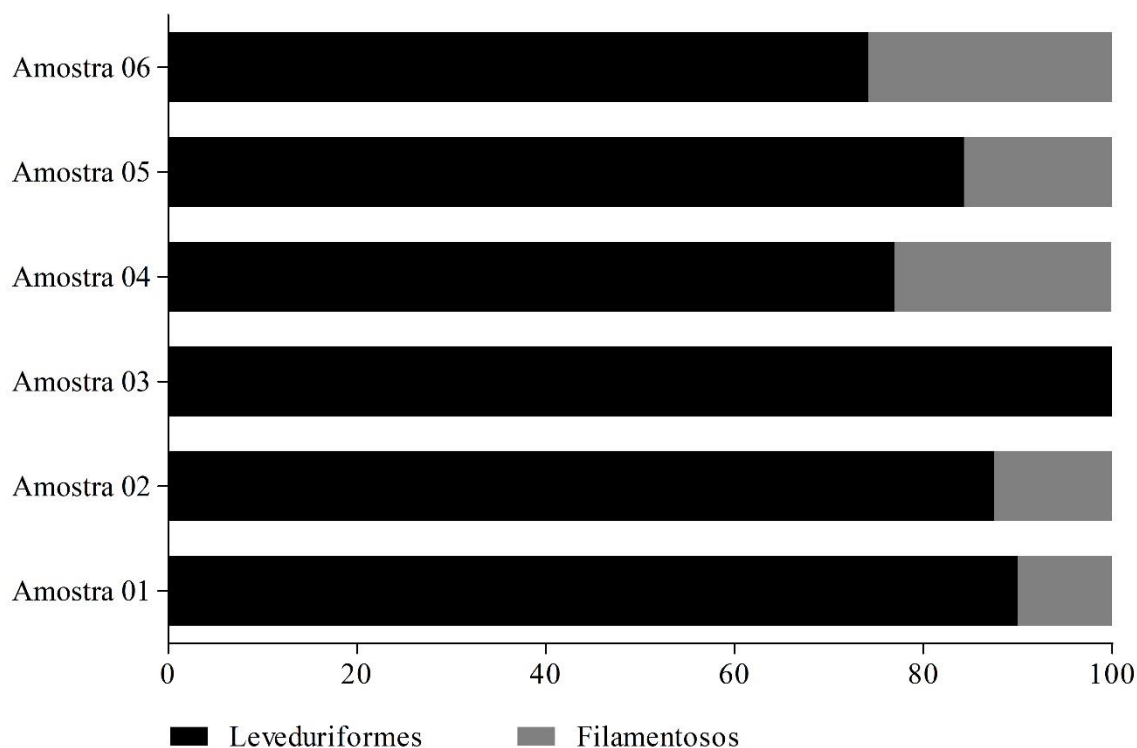


Figura 1. Frequência (%) de colônias fúngicas leveduriformes (leveduras) e filamentosos (bolores) isolados das amostras de caldo de cana.

A nutrição dos fungos ocorre por meio da absorção de compostos orgânicos, incluindo carboidratos, sendo considerados microrganismos heterotróficos, tendo o caldo de cana-de-açúcar uma fonte rica em carboidratos e, portanto, favorável para o desenvolvimento e contaminação por fungos (TAKAHASHI, et al., 2017; MARTINS, 2016).

As leveduras são fungos que necessitam basicamente de carboidratos, como a glicose para realizar o seu metabolismo (SOUSA et al., 2011). A cana que possui em sua constituição alto teor de açúcares (PRATI; CAMARGO, 2008), que pode ter influência direta na alta contaminação por leveduras, servindo como substrato para os fungos contaminantes (SILVA et al., 2010).

Com relação a identificação dos fungos filamentosos (bolors), os gêneros mais relatados foram *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp. (Figura 2).

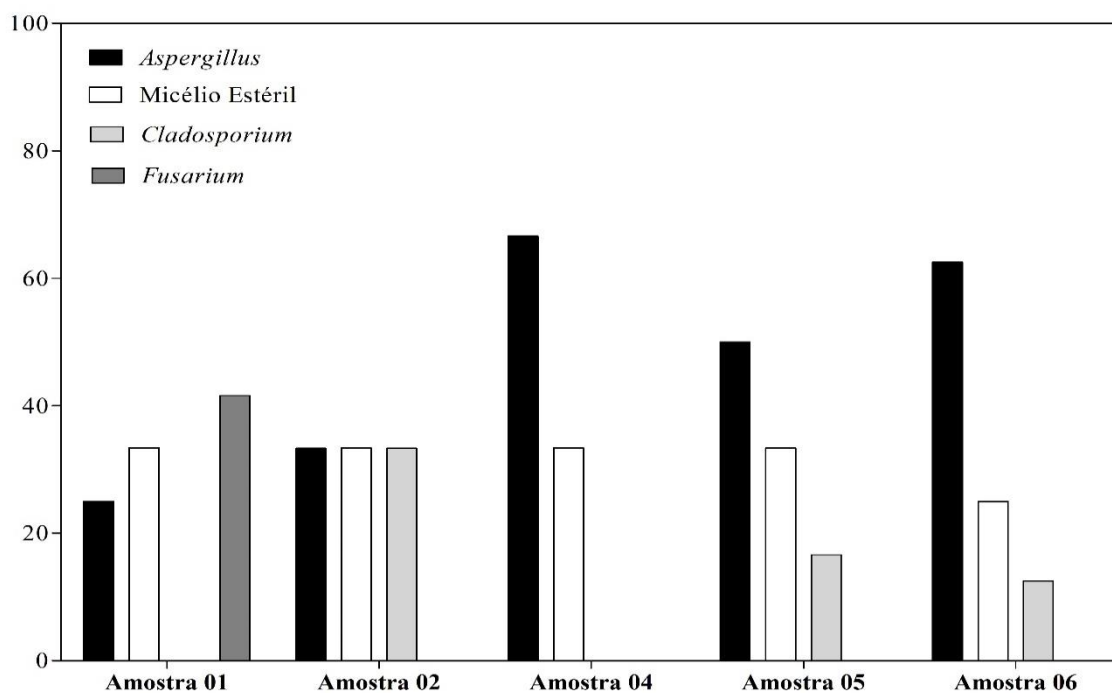


Figura 10. Frequência dos gêneros (%) de fungos filamentosos identificados em amostras de caldo de cana.

O gênero *Aspergillus* é uma das espécies fúngicas de maior distribuição na natureza devido à facilidade de propagação dos seus esporos e de seu poder de degradação de diversas substâncias (JUAN et al., 2017). A origem de transmissão desse fungo pode ocorrer por vias respiratórias, no qual é responsável por causar infecções oportunistas, principalmente em pacientes imunodeprimidos (POESTER et al., 2015).

A doença causada por esse gênero é conhecida como Aspergilose, possuindo um elevado grau de patogenicidade, toxicidade (JUAN et al., 2017; POESTER et al., 2015) e grande variedade de manifestações clínicas, podendo afetar os pulmões (SALES, 2009).

As espécies responsáveis por causar a maioria das patologias é o *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus* e *Aspergillus niger* (MOAZAM; DENNING, 2017).

O gênero *Fusarium* são microrganismos que vivem saprofiticamente no ambiente, sendo presentes em matérias orgânicas em decomposição (D'ADDAZIO, 2017; KAUFFMAN, 2012), e podem afetar animais, plantas e humanos, causando infecções oportunistas potencialmente fatais (ATALLA et al., 2010).

As infecções ocasionadas por esses fungos são conhecidas por fusariose e acomete frequentemente pessoas com imunidade comprometida, bem como o gênero dos *Aspergillus* (ATALLA et al., 2010). As espécies responsáveis por causar 50% dos casos de fusariose em humanos são o *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. proliferatum* (KAUFFMAN, 2012).

Os bolores, quando presentes nos alimentos, podem ocasionar sérios prejuízos econômicos e intoxicações agudas ou crônicas, sendo os maiores responsáveis pela produção de micotoxinas (TORRE-HERNÁNDEZ et al., 2014; IAMANAKA et al., 2010). As micotoxinas são originadas secundariamente pelo metabolismo de diversas espécies fúngicas (SOUZA et al., 2017). Alguns autores salientam que as principais micotoxinas de importância para a saúde são as Aflatoxinas, Ocratoxinas e Fumonisinias, no qual são produzidas pelos gêneros fúngicos *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* (PRADO, 2017) e que mais causam efeitos nocivos ao humano e animais (GONÇALEZ et al., 2013).

De acordo com as condições ambientais, os produtos alimentícios possuem grande susceptibilidade a proliferação por fungos, desde a colheita até o armazenamento (JEDIDI et al., 2017). Em vista disso, se faz necessário às boas práticas higiênico-sanitárias desde a colheita até o processo de armazenagem do produto para evitar e diminuir a presença dessas estirpes nos alimentos (JEDIDI et al., 2017).

4. CONCLUSÕES

Foi registrada a presença de contaminação por microrganismos em todas as amostras de caldo de cana comercializados na Cidade de Rio Branco, Acre, Brasil. Foram observados índices de contaminação por coliformes totais e fecais em todas as amostras analisadas, sendo consideradas inadequadas para o consumo humano.

Além disso, foi registrada a contaminação por fungos leveduriformes (leveduras) e filamentosos (bolores), com predominância de leveduras em comparação com os bolores. Com relação a identificação dos bolores, foi identificada a predominância de fungos pertencentes ao gênero *Aspergillus* sp, indicando o risco a saúde dos consumidores em decorrência do potencial tóxico dos metabolitos secundários desses microrganismos.

5. REFERÊNCIAS

ATALLA, A.; NETO, A. E. H.; RIBEIRO, C. C. O. S.; OLIVEIRA, L. R. P.; RIANI, L. R.; SOARES, G. M. T. Fusariose em transplante autólogo de medula óssea: relato de caso e considerações associadas. **HU Revista**, v. 36, n. 3, 2010.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. 4 ed. New York: Macmillan, 1998. 218.

BRASIL. **Resolução RDC nº 212, de 02 de janeiro de 2001**. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos”. Órgão emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

BREZOVSKY, F. R.; VALIATTI, T. B.; ROMÃO, N. F. Avaliação microbiológica e microscópica do caldo de cana comercializado em Ji-Paraná. **Ensaios e Ciência: Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 20, n. 2, p. 111-115, 2016.

CARDOSO, R. C. V.; SOUZA, E. V. A.; SANTOS, P. Q. Unidades de alimentação e nutrição nos *campi* da Universidade Federal da Bahia: um estudo sob a perspectiva do alimento seguro. **Revista de Nutrição**. Campinas, v. 18, n. 5, p. 669-680, 2005.

CARVALHO, L. R.; MAGALHÃES, J. T. Avaliação da qualidade microbiológica dos caldos de cana comercializados no centro de Itabuna - BA e práticas de produção e higiene de seus manipuladores. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 31, n. 2, p. 238-245, 2007.

CARVALHO, I. T. **Microbiologia dos alimentos**. Programa escola técnica aberta do Brasil (E-TEC BRASIL). Recife: EDFRPE, p.84, 2010. Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prod_alim/tec_alim/181012_micro_alim.pdf>. Acesso em: 29 set. 2017.

CARVALHO, C. T.; ARAÚJO, L. B. A.; Santos, R. L. S.; Lima, J. P. S. Análise microbiológica do caldo de cana comercializado por ambulantes na cidade de Natal-RN. **Revista Científica da Escola da Saúde-Catussaba**, v. 5, n. 1, p. 95-103, 2016.

CHAVES, N. P.; BEZERRA, D. C.; GANDRA, T. K. V.; GANDRA, E. A. Condições higiênic-sanitárias da bebida guaraná da Amazônia comercializada por vendedores ambulantes na cidade de São Luís, MA. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 82, p. 01-07, 2015.

CHERUBIN, M. R.; FRANCO, A. L.; GUIMARÃES, R. M.; TORMENA, C. A.; CERRI, C. E.; KARLEN, D. L.; CERRI, C. C. Assessing soil structural quality under Brazilian sugarcane expansion areas using Visual Evaluation of Soil Structure (VESS). **Soil and Tillage Research**, v. 173, p. 64-74, 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Histórico mensal de cana-de-açúcar: Análise mensal - fevereiro/2018**. Brasília, p. 1-6, 2018. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-cana-de-acucar/item/6539-cana-de-acucar-analise-mensal-fevereiro-2018> >. Acesso em: 15 abr. 2018.

CHAVES, N. P.; BEZERRA, D. C.; GANDRA, T. K. V.; GANDRA, E. A. Condições higiênic-sanitárias da bebida guaraná da Amazônia comercializada por vendedores ambulantes na cidade de São Luís, MA. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 82, p. 01-07, 2015.

D'ADDAZIO, V. **Crescimento micelial de *Fusarium solani f. sp. piperis* e respostas de cultivares de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) ao estresse abiótico e biótico: biometria, fotossíntese, resistência e avaliação de produtos alternativos de controle da fusariose**. (Tese) Doutorado em Biologia Vegetal – Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo, p. 1-223, 2017.

DUARTE, D. L.; VIEIRA, D. A. P.; MACHADO, S. S.; VIANA, V. M. Caldo de cana consumido em vias público-uma revisão. **II Simpósio de Educação, Tecnologia e Sociedade**, v. 2, n. 1, p. 57-60, 2011.

EVANGELISTA-BARRETO, N. S.; SILVA, R. A. R.; CERQUEIRA, B. N.; FARIAS, A. P. F.; BERNARDES, F. S.; SILVA, I. P. Qualidade microbiológica e físico-química do Camarão salgado, seco e defumado comercializado em Cruz das Almas, Recôncavo da Bahia. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 1-7, 2016.

FAGIANI, M. A. B.; TOGAWA, K. N.; MARTINS, T. R.; TASHIMA, N. T.; DILLIO, F. L.; CHAGAS, P. H. N.; SILVA, M. A. Avaliação microbiológica e parasitológica de produtos minimamente processados no município de Presidente Prudente-SO. **Colloquium Vitae**, v. 9, n. 2, p. 17-21, 2017.

FARIA, M.; OLIVEIRA, L. B. D.; COSTA, F. E. C. Determinação da qualidade microbiológica de polpas de açaí congeladas comercializadas na cidade de Pouso Alegre-MG. **Alimentos & Nutrição**, v. 23, n. 2, p. 243-249, 2012.

FAVILLA, L. B. Boas práticas de fabricação na agroindústria de mandioca no Distrito Federal. **(Artigo) Graduação em Nutrição - Universidade Católica de Brasília, Brasília**, p. 1-12, 2016.

FELIPE, L. M.; MIGUEL, DP. Análise da qualidade microbiológica do caldo de cana. **FAZU em Revista**, n. 08, 2012.

FERREIRA, M. C.; FREITAS, D. F.; MOREIRA, E. A. Identificação de Aflatoxinas em paçocas de amendoim comercializadas na cidade de Lavras-MG. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences**, v. 35, n. 4, p.717-722, 2014.

FREIRE, F. C. O.; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F.; Mendes, F. N. P. **Micotoxinas: Importância na Alimentação e na Saúde Humana e Animal**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 48, 2007.

GANDRA, E. A.; REITEMBACH, A. F.; BOLANHO, B. C.; GUIMARAES, J. S.; GANDRA, T. K. V. Condições microbiológicas de caldos de cana comercializados em Umuarama (PR). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, n. 2, p. 61-69, 2007.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. Doenças Transmitidas por Alimentos. In _____. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, p. 123-139, 2008.

GONÇALEZ, E.; SILVA, J. L.; REIS, T. A.; NAKAI, V. K.; FELICIO, J. D.; CORRÊA, B. Produção de aflatoxinas e ácido ciclopiazônico por cepas de *Aspergillus flavus* isoladas de amendoim. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 3, p. 312-317, 2013.

GUILHERME, A. A. **Estudo experimental e modelagem do processo de sacarificação e fermentação simultânea utilizando bagaço de cana-de-açúcar para produção de etanol**. (Tese) Doutorado em Engenharia Química – Universidade federal do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte, p. 1-268, 2014.

IAMANAKA, B. T.; OLIVEIRA, I. S.; TANIWAKI, M. H. Micotoxinas em alimentos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 7, p. 138-161, 2010.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005, p. 418.
JEDIDI, I.; SOLDEVILLA, C.; LAHOUAR, A.; MARÍN, P.; GONZÁLEZ-JAÉN, M. T.; SAID, S. Mycoflora isolation and molecular characterization of *Aspergillus* and *Fusarium* species in Tunisian cereals. **Saudi Journal of Biological Sciences**, 2017.

JUAN, J. L. S.; FERNÁNDEZ, C. M.; ALMAGUER, M.; PERURENA, M. R.; MARTÍNEZ, G. F.; VELAR, R. E.; ILLNAIT, M. T. Sensibilidad in vitro de cepas cubanas de *Aspergillus spp.* de origen clínico y ambiental. **Biomédica**, v. 37, n. 4, p. 451-459, 2017.

KAUFFMAN, C. A. Infecções por *Fusarium*. **Infectio**, v. 16, p. 38-43, 2012.

LACAZ, C. S.; PORTO, E.; HEINS, V. E.; MELO, N. T. **Guia para identificação de Fungos, Actinomicetos e Algas de interesse médico**. 9 ed. São Paulo: Sarvier, 1998, p. 466.

LIMA, M. C. B.; BEZERRA, F. Y. P.; SILVA, A. G.; ALMEIDA, B. S. Análise parasitológica e microbiológica de suco de laranja in natura e caldo de cana comercializados por ambulantes nas cidades de Crato e Juazeiro do Norte- CE. **Higiene Alimentar**, v. 29, p. 135-139, 2015.

LOPES, G.; CRESTO, R.; CARRARO, C. N. M. Análise microbiológica de caldos de cana comercializadas na ruas de Curitiba, PR. **Higiene alimentar**, vol. 20, p. 40-44, 2006.

LUCKY, N. A.; NUR, I. T.; AHMED, T. Microbiological quality assessment for drug resistant pathogenic microorganisms from the fresh vended fruit juices. **Stamford Journal of Microbiology**, v. 6, n. 1, p. 7-10, 2017.

MARTINS, O. A. **Fungos anemófilos e leveduras isolados em ambientes de laboratórios de microbiologia em Instituição de Ensino Superior**. 2016. (Dissertação) de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, p. 1-66, 2016.

MAZIERO, M. T.; BERSOT, L. S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 89-90, 2010.

MOAZAM, S.; DENNING, D. W. *Aspergillus nodules* in chronic granulomatous disease attributable to *Aspergillus ochraceus*. **Medical mycology case reports**, v. 17, p. 31-33, 2017.

OKURA, M. H.; MOACIR, J. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de queijos minas frescal produzidos com leite cru, leite pasteurizado e de queijo temperado em alguns municípios da região do Triângulo Mineiro. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 65, p. 33-42, 2010.

OLIVEIRA, A. C. G.; NOGUEIRA, F. A. G.; ZANÃO, C. F. P.; SOUZA, C. W. O.; SPOTO, M. H. F. Análise das condições do comércio de caldo de Cana em vias públicas de municípios Paulistas. **Segurança Alimentar e Nutricional**. Campinas, v. 13, n. 2 p. 06-18, 2006.

OLIVEIRA, A. C. G.; SPOTO, M. H. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SOUSA, C. P.; GALLO, C. R. Efeitos do processamento térmico e da radiação gama na conservação de caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 4, p. 863-873, 2007.

OLIVEIRA, J. N.; OLIVEIRA, A. V.; MENEGHELLO, E. R. Análise molecular de espécies de *Aspergillus* contaminantes de uvas vendidas no comércio de Maringá-PR. **Iniciação Científica Cesumar**, v. 15, n. 2, p. 157-163, 2013.

PINHEIRO, N. M. S.; FIGUEIREDO, E. A. T.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M. Avaliação da qualidade microbiológica de frutos minimamente processados comercializados em supermercados de Fortaleza. **Revista Brasileira de Fruticultura**. São Paulo, v. 27, n. 1, p. 153-156, 2005.

POESTER, V. R.; KLAFKE, G. B.; CABANA, A. L.; ADORNES, A. C.; FILHO, R. P. S.; XAVIER, M. O. Isolamento e identificação de fungos do gênero *Aspergillus spp.* de água utilizada na reabilitação de Pinguins-de-Magalhães. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 4, p. 567-573, 2015.

PRATI, P.; CAMARGO, G. A. Características do Caldo De Cana e sua influência na estabilidade da bebida. **Revista brasileira de engenharia de biosistemas**, v. 2, n. 1, p. 37-44, 2008.

PRADO, S. P. T.; BERGAMINI, A. M. M.; RIBEIRO, E. G. A.; CASTRO, M. C. S.; OLIVEIRA, M. A. Avaliação do perfil microbiológico e microscópico do caldo de cana in natura comercializado por ambulantes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 1, p. 55-61, 2010.

PRADO, G. Contaminação de alimentos por micotoxinas no Brasil e no mundo. **Gerais: Revista de Saúde Pública do SUS/MG**, v. 2, n. 2, p. 13-26, 2017.

RAJENDRAN, P.; BHARATHIDASAN, R.; SURESHKUMAR, K. GC-MS analysis of phyto-components in raw and treated sugarcane juice. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 7, p. 51-61, 2017.

RODRIGUES, K. L.; GOMES, J. P.; CONCEIÇÃO, R. C. S. Condições higiênico-sanitárias no comércio ambulante de alimentos em Pelotas-RS. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas**, v. 23, n. 3, p. 447-452, 2003.

RODRIGUES, E. B.; ARAÚJO, A. M.; SOBRAL, F. O. S.; ROMÃO, N. F. Avaliação da presença de bolores e leveduras em farinha de Mandioca (*Manihot esculenta Cratz*) comercializadas a granel em feiras livres do município de Ji-paraná-RO. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 2, n. 2, p. 15-22, 2015.

SANTOS, M. C.; SOUSA, R. B.; OLIVEIRA, S. E. M.; LIMA, K.S.C.; LIMA, A. L. S. Micotoxinas e seu Potencial como Agentes de Guerra. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 3, p. 761-778, 2014.

SALES, M. P. U. Aspergilose: do diagnóstico ao tratamento. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 35, n. 12, p. 1238-1244, 2009.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997.

SILVA, K. S.; FARIA, J. A. F. Avaliação da qualidade de caldo de cana envasado a quente e por sistema asséptico. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 4, n. 26, p. 754-758, 2006.

SILVA, A. S.; GALVÃO, L. G. V.; SANTOS, J. C.; CAMPOS, M. C. Avaliação microbiológica do Caldo de Cana comercializado na orla marítima da cidade de Salvador-Bahia. **Candombá-Revista Virtual**, v. 6, n. 2, p. 74-85, 2010.

SOUSA, C. P. Segurança alimentar e doenças veiculadas por alimentos: utilização do grupo coliforme como um dos indicadores de qualidade de alimentos. **Revista APS**, v. 9, n. 1, p. 83-88, 2006.

SOUSA, R. L.; SCABORA, M. H.; SILVA, E. M.; PETRONI, T. F. Identificação de leveduras contaminantes em fermentação do tipo batelada em usina de álcool de Pereira Barreto-SP. **Encontro científico dos estudantes da Aems**, p. 1-13, 2011.

SOUZA, A. P. F.; CINTIA, M.; BADARÓ, A. C. L. Análise das características microbiológicas do suco de manga comercializado em Ipatinga – MG, em relação aos diferentes tipos de embalagens. **NUTRIR GERAIS - Revista Digital de Nutrição**. Ipatinga, v. 3, n. 4, p. 299-311, 2009.

SOUZA, D. R.; SOUZA, G. A.; ARAUJO, I. F. B.; PEREIRA, L. M.; BEZERRA, V. S.; MARQUES, R. B. Efeitos tóxicos dos fungos nos alimentos. **Revista intertox de toxicologia, risco ambiental e sociedade**, v. 10, n. 2, 2017.

TAKAHASHI, J. A.; LIMA, G. S.; SANTOS, G. F.; LYRA, F. H.; SILVA, H. A. F; GONÇALVES, F. A. G. Fungos filamentosos e química: velhos conhecidos, novos aliados. **Revista Virtual de Química**. Minas Gerais, v. 9, n. 6, p- 1-33, 2017.

TENUTES, A.; COUTINHO, L. S.; SCABORA, M. H. Condições higiênico-sanitárias e qualidade microbiológica do caldo de cana na região da prainha, em Cuiabá-MT. **5º Simpósio de segurança alimentar alimentação e saúde**. Bento Gonçalves, 2015.

TORRE-HERNÁNDEZ, M. E.; SÁNCHEZ-RANGEL, DIANA.; GALEANA-SÁNCHEZ, E.; PARRA, J. P. Fumonisinás–Síntesis y función en la interacción *Fusarium verticillioides*-maíz. **TIP Revista Especializada em Ciência Química e Biológica**, v. 17, n. 1, p. 77-91, 2014.



EDUCAÇÃO PERMANENTE EM REANIMAÇÃO CARDIOPULMONAR: UM DESAFIO A SER VENCIDO

Rasnas Piassi Siqueira^{1,2}, Jhonatan Felipe Pereira², Brenda Dandhara Lopes Carrilho Alves¹, Janaína Franco², Tyburcyo Brenno Lopes Carrilho Alves¹, Cydia de Menezes Furtado³

1. Centro Universitário Uninorte (UNINORTE), Rio Branco, Acre, Brasil;

2. Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal- FACIMED, Pós-graduada em Didática do Ensino Superior, Cacoal, Rondônia, Brasil;

3. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

Define-se por parada cardiorrespiratória a cessação súbita das atividades do coração, circulação e da respiração, identificada por falta de pulso, estando a vítima inconsciente. Desse modo, atender um paciente nestas condições ainda vem sendo um grande desafio durante a emergência. Para isto é importante que o enfermeiro tenha habilidade e sincronismo com sua equipe, devendo sempre está bem atualizado e capacitado, atuando de forma objetiva e sincrônica na qual estão inseridos. O objetivo desta pesquisa foi demonstrar através de uma revisão bibliográfica a importância da educação permanente em RCP, com base no conhecimento das equipes de enfermagem frente a um atendimento a PCR. O método utilizado para tecer a pesquisa foi através de uma pesquisa de revisão de literatura, do tipo qualitativa, realizada por meio de pesquisa bibliográfica. Os resultados evidenciaram que as equipes de enfermagem obtiveram melhores desempenhos em RCP após realizarem os treinamentos. Conclui-se que a educação permanente deve sempre ser estimulada para que os profissionais de enfermagem sejam sempre atualizados e capacitados de forma sistemática, garantindo um bom desempenho da equipe de enfermagem e um atendimento de excelência a uma vítima de PCR.

Palavras-chave: Educação Permanente, Ressuscitação Cardiopulmonar e Treinamento.

ABSTRACT

Cardiopulmonary arrest is defined as the sudden cessation of heart, circulation and breathing activities, identified by lack of pulse, and the victim is unconscious. Therefore, it is still a great challenge to attend a patient in these conditions, so it is important that nurses have skills and synchronism with their staff, and should always be well up to date and trained, acting in an objective and synchronic manner in which they are inserted. The objective of this research was to demonstrate through a bibliographical review the importance of permanent education in PCR, based on the knowledge of the nursing teams

regarding a PCR care. The method used to weave the research was through a review of literature, of the qualitative type, carried out through bibliographical research. The results evidenced that the nursing teams obtained better performances in PCR after conducting the trainings. It is concluded that permanent education should always be stimulated so that nursing professionals are always updated and trained in a systematic way, ensuring a good performance of the nursing team and an excellent service to a PCR victim.

Keywords: Permanent Education, Cardiopulmonary resuscitation and Training.

1. INTRODUÇÃO

A morte súbita é a principal causa de óbitos no Brasil, sendo relacionado com os problemas cardiovasculares (FALCÃO et al., 2011). Entende-se por parada cardiorrespiratória (PCR) a cessação súbita das atividades do coração, circulação e da respiração, identificada por falta de pulso, estando a vítima inconsciente (SILVA et al., 2017). Ao atendimento a um paciente encontrado com estes sinais clínicos, seja realizado com sucesso, ocorre a necessidade de reconhecimento precoce dos sinais de PCR, e rápida ativação do sistema de atendimento de emergência e pronta implementação do suporte básico e avançado de vida (BRIÃO et al., 2009).

De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2017), no Brasil ocorrem aproximadamente 300 mil mortes por PCR por ano. É importância que a vítima de PCR tenha um atendimento rápido e eficaz, por uma pessoa que tenha conhecimento e habilidade, para que sejam realizadas as ações necessárias (BOAVENTURA; MIYADAHIRA, 2012; BRASIL, 2017).

A equipe de enfermagem no protocolo de atendimento às vítimas é fundamental, pois estes profissionais se deparam com constantes situações que precisam possuir conhecimento técnico científico, para as tomadas de decisões rápidas, definindo prioridades e ações imediatas, visando sempre o restabelecimento da vida e diminuindo o nível de lesão ao paciente. A parada cardiorrespiratória (PCR) é um dos exemplos, uma vez que a chance de sobrevivência após o evento varia de 2% a 49% dependendo do ritmo cardíaco inicial e do início precoce da reanimação (BELLAN et al., 2010).

Devido a sua gravidade, a PCR sempre desafiou os conhecimentos técnicos científicos da área da saúde, pois se torna uma situação de extrema emergência quando se interrompe as funções de órgãos vitais, provocando lesões muitas vezes irreversíveis, por se tratar de uma intercorrência inesperada, onde apresenta uma situação em que o paciente corre risco eminente de morte (LIMA, 2017)

Portanto, atender a um paciente nestas condições, ainda vem sendo um grande desafio durante a emergência, para isto é importante que o enfermeiro tenha habilidade e sincronismo com sua equipe, devendo sempre estar bem atualizado e capacitado, atuando de forma objetiva e sincrônica na qual estão inseridos (SILVA et al., 2015).

Dessa forma, compreende a importância da educação permanente em reanimação cardiopulmonar, pois a equipe de enfermagem na maioria das vezes é a primeira a presenciar a PCR no hospital, são eles que acionam frequentemente a equipe do atendimento. Isso demonstra que há necessidade que a equipe de enfermagem seja treinada, capacitada e atualizada para realizar de forma adequada as manobras de reanimação cardiopulmonar (RCP) (DE LIMA et al., 2009).

Entende por educação permanente um conjunto de ações educativas que buscam alternativas e soluções para transformações das práticas em saúde por meio da problematização coletiva. Surgiu como estratégia para alcançar o desenvolvimento da relação entre o trabalho e educação, contribuindo para melhorar a qualidade da assistência (SILVA; DUARTE, 2015).

Dito isto, surgiu a seguinte pergunta norteadora: *Qual a relevância de um projeto de educação permanente sobre reanimação cardiopulmonar (RCP) para as equipes de enfermagem?*

Este manuscrito objetiva demonstrar, através de uma revisão bibliográfica, a importância da educação permanente em RCP, com base no conhecimento das equipes de enfermagem frente a um atendimento a PCR.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O método utilizado para desenvolver este estudo foi através de uma pesquisa de revisão de literatura, do tipo qualitativa, realizada por meio de pesquisa bibliográfica descritiva e analítica, com a finalidade de identificar as dificuldades da equipe de enfermagem frente a uma parada cardíaca, com foco na relevância de um projeto de educação permanente em reanimação cardiopulmonar.

Os dados coletados e analisados foram obtidos por meio de relevantes livros e artigos publicados, originalmente, na língua portuguesa e inglesa, tendo como referência

nas bases de dados eletrônicos Scientific Electronic Library On-line (SciELO) e Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS).

A estratégia de busca utilizou os descritores: Enfermagem, Educação Permanente, Ressuscitação Cardiopulmonar, Treinamento. Assim sendo, somando-se todas as bases de dados, foram encontrados 130 artigos. Após a leitura dos títulos dos artigos, notou-se que alguns deles se repetiram nas diferentes bases e outros não preenchiam os critérios deste estudo. Foram selecionados 87 artigos para a leitura do resumo e excluídos os que não diziam respeito ao propósito deste estudo. Após a leitura dos resumos, foram selecionados 22 artigos que preenchiam os critérios inicialmente propostos e que foram lidos na íntegra.

Os critérios de inclusão da pesquisa foram artigos publicados entre 2008 e 2018, artigos originais e revisão bibliográfica. As informações foram pesquisadas no período entre maio e setembro de 2018. Os artigos excluídos foram aqueles que não citam sobre os conhecimentos e treinamentos de RCP para a equipe de enfermagem e teses.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a leitura das publicações selecionadas, buscou-se identificar através de pensamento crítico a eficácia da educação permanente em RCP para as equipes de enfermagem.

Deve salientar que é de suma importância a necessidade de desenvolver as sequências dos protocolos atualizados preconizados pela *American Heart Association* (AHA), o que garante a sobrevivência do paciente (ALVES; MAIA, 2011).

De acordo com a *American Heart Association* (AHA) (2015), os novos protocolos foram desenvolvidos para que os profissionais de saúde possam prestar um atendimento mais eficaz, resultando em mudanças nas práticas e treinamentos da ressuscitação.

Deste modo, fica evidente que os episódios de PCR são, na maioria das vezes, dramáticos e requerem dos profissionais várias habilidades, o que está relacionado às chances de sucesso no atendimento. Assim, é fundamental que os enfermeiros, como líderes e orientadores/educadores da equipe de enfermagem, estejam atualizados em relação às diretrizes internacionais que norteiam o atendimento à PCR (ARAÚJO et al., 2012; ALVES et al., 2013).

Lima e colaboradores (2009) em um estudo constataram que 66,5% das equipes de enfermagem responderam de forma correta à sequência do SBV, após aplicarem o pós-teste, todos os profissionais envolvidos no treinamento acertaram a questão. Nos resultados da pesquisa de Garcia, Serighelli e Quadros (2009), grande parte dos profissionais soube identificar os sinais e sintomas de uma PCR, sendo que 96,0% pré-teste e 100,0 % pós-teste, responderam pulso e respiração, e 56,0 % pré-teste e 95,2 % pós-teste responderam nível de consciência.

O diagnóstico chave para identificar a PCR são: inconsciência, apneia e ausência de pulso. No mesmo estudo, observou-se que 68,0 % dos profissionais da enfermagem sabiam qual atitude tomar ao se deparar com um paciente inconsciente. Após o treinamento esse valor teve um aumento significativo para 95,2%. O profissional de saúde tem que ter a responsabilidade de saber identificar uma PCR, para que possam ser tomadas medidas rápidas e a vítima tenha menos sequelas. Desse modo, corrobora a importância de treinamentos para a equipe de enfermagem, a fim de que possam atuar com mais precisão e de forma adequada (GARCIA; QUADROS, 2009).

No estudo realizado por Brião et al. (2009), 44,4 % da equipe de enfermagem soube identificar corretamente os tipos de parada cardiorrespiratória (pré-treinamento) e 75,0 % após o treinamento. Com relação ao número de acertos no teste e a unidade de trabalho (internação ou unidades de tratamento intensivo), dos enfermeiros pode-se observar que a média de acertos dos profissionais de unidades de tratamento intensivo foi mais alta que a média dos enfermeiros de unidades de internação. Após seis meses de treinamento não houve diferença. No mesmo artigo os autores demonstram que ocorre déficit na conservação do conhecimento dos profissionais em um período de 3 meses, reduzindo significativamente de 6 a 12 meses após o treinamento, percebe-se então a importância dos treinamentos continuados de RCP, uma vez que realizado o treinamento os profissionais de saúde devem ser incentivados a buscarem por capacitações e atualizações (ALVES et al., 2011).

Portanto, os programas de capacitação devem ser continuados e sistemáticos, exclusivamente, em intervalos inferior ou igual a seis meses. Destarte, a retenção do conhecimento teórico e a manutenção das habilidades técnicas estão diretamente relacionadas com a experiência e a aplicação na prática. Assim recomenda-se que os cenários dos cursos devem se aproximar da realidade da situação do atendimento da PCR em que os profissionais a vivenciam (BERTOGLIO et al., 2008; BRIÃO et al., 2009;

KALLESTEDT et al., 2010; BELLAN et al., 2010; MOKHTARINORI et al., 2012; AVES et al., 2013).

De acordo com os resultados encontrados no estudo de Bertoglio et al. (2008), demonstraram que a identificação de ritmos de parada cardiorrespiratória e o conhecimento acerca das medidas de suporte básico na reanimação cardiopulmonar são variáveis relacionadas ao tempo de treinamento e ao local de trabalho, o qual confere maior ou menor exposição dos profissionais às situações de emergência. Em relação ao conhecimento teórico, o grupo formado por enfermeiros que trabalham em áreas com monitor cardíaco e desfibrilador, apresentou mais acertos no reconhecimento de traçados eletrocardiográficos em parada cardiorrespiratória quando comparados a grupos que não trabalhavam nessas áreas. É de grande importância os treinamentos sistemáticos da equipe de saúde para atendimento básico ou avançado em parada cardiorrespiratória.

Já na pesquisa de Lima et al. (2009) antes do treinamento foi observado um baixo nível de conhecimento dos profissionais de enfermagem a respeito das indicações de desfibrilação 37,3% e manuseio do desfibrilador 38,2%. Ao final do treinamento, esses percentuais aumentaram para 77,8% e 57,6%. Houve um aumento significativo no percentual após o treinamento, porém, tais resultados ainda são insatisfatórios diante da importância da desfibrilação para o sucesso da RCP, assim reforça a necessidade de treinamentos contínuos.

Em comparação ao estudo de Aves et al. (2013) ainda sobre uso do desfibrilador, a maioria, 75,0%, respondeu corretamente quanto à sequência que deve ser realizada e 50,0% acertaram o local de colocação das pás. Em contrapartida, 87,5% dos participantes não assinalaram a alternativa correta quando questionados acerca do procedimento que deve ser realizado logo após o choque, ou seja, reiniciar imediatamente as compressões torácicas. Os dados relacionados aos estudos comparados tornam preocupante diante da importância da desfibrilação precoce para o sucesso na RCP (ARAÚJO et al., 2008; BERTOGLIO et al., 2008; LIMA et al., 2009; ALMEIDA et al., 2012).

Os profissionais da saúde, apesar de terem sido capacitados, não têm se mostrado adequadamente aptos para realizar uma RCP eficaz antes de receberem os treinamentos. Deve salientar, como descrito na literatura, que ocorra uma relação inversa entre o intervalo de tempo desde a conclusão da formação e a retenção de conhecimento em RCP. Recomenda-se, portanto, um esforço continuado em atualização do conhecimento teórico e habilidades em reanimação (LYRA et al., 2012).

De acordo com os preceitos legais e éticos o profissional da saúde tem o dever de manter-se atualizado sobre temas relacionados às atividades exercidas. Cabe à equipe, com apoio da instituição e através da sua própria responsabilidade profissional, buscar por capacitação e treinamento para realizar procedimentos altamente técnicos em situações de emergência. Tal preparo culminará na eficácia e efetividade das manobras de RCP. O sucesso do atendimento ao paciente vítima de parada cardiorrespiratória é alcançado através da integração de esforços da equipe, com envolvimento e interesse de cada profissional (MORAES et al., 2016).

4. CONCLUSÃO

De acordo com os estudos analisados, fica evidente que os profissionais de enfermagem, melhoram seus desempenhos após os treinamentos realizados, o que comprova perante os estudos a eficácia e a necessidade da educação permanente.

Pode-se afirmar que os objetivos deste estudo foram alcançados, e que os profissionais de enfermagem, precisam ser atualizados e capacitados periodicamente de forma sistemática, para garantir uma atuação de excelência a uma vítima de PCR.

Identificamos a necessidade de mais produções científicas a respeito do tema, abordando a importância da educação permanente para a equipe multiprofissional, a fim de proporcionar um atendimento de forma organizada e de qualidade no atendimento a RCP.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.O.; ARAÚJO, I.E; DALRI, M.C.B; ARAUJO, S. Conhecimento teórico dos enfermeiros sobre parada e ressuscitação cardiopulmonar, em unidades não hospitalares de atendimento à urgência e emergência. **Rev. Latino-Am. Enfermagem.**, v. 19, n. 2, 2011.

ALVES, F.G.; SANTOS, L.F.M. A importância do treinamento em PCR e RCP para os profissionais de enfermagem em unidade de terapia intensiva. **Revista Recien-Revista Científica de Enfermagem**, v. 1, n. 2, p. 11-16, 2011.

ARAÚJO, K.A.; JACQUET, P.; SANTOS, S.S.; ALMEIDA, V.; NOGUEIRA, S.F. Reconhecimento da parada cardiorrespiratória em adultos: nível de conhecimento dos enfermeiros de um pronto socorro municipal da cidade de São Paulo. **Rev Inst Ciênc Saúde**, v. 26, n. 2, p. 183-90, 2008.

ARAÚJO, L.P.; SILVA, A.L.; MARINELLI, N.P.; POSSO, M.B.S.; ALMEIDA, L.M.N. Conhecimento da equipe de enfermagem sobre o protocolo Ressuscitação Cardiopulmonar no setor de emergência de um hospital público. **Revista Univap.**, v. 18, n. 32, p. 66-78, 2012.

BELLAN, M.C.; ARAUJO, I.I.M.; ARAUJO, S. Capacitação teórica do enfermeiro para o atendimento da parada cardiorrespiratória. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 63, n. 6, p. 1019-1027, 2010.

BERTOGLIO, V.M; AZZOLIN, K.; SOUZA, E.N.; RABELO, E.R. Tempo decorrido do treinamento em parada cardiorrespiratória e o impacto no conhecimento teórico de enfermeiros. Porto Alegre: **Rev. Gaúcha Enfermagem.**, v. 29, n. 3, p. 454-460, 2008.

BRASIL, 2017. Disponível em <<http://www.blog.saude.gov.br/index.php/cursos-e-eventos/52690-curso-pode-ajudar-a-diminuir-morte-por-parada-cardiorrespiratoria-ou-engasgo>> . Acesso em: 22 de junho de 2018.

BRIÃO, R.C.; SOUZA, E.N.; CASTRO, R.A.; RABELO, E.R. Cohort study to evaluate nursing team performance in a theoretical test after training in cardiopulmonary arrest. **Rev Latino-Am Enferm.**, v. 17, n. 1, p. 40-45, 2009.

CAMELO, S.H.H. Competência profissional do enfermeiro para atuar em Unidades de Terapia Intensiva: uma revisão integrativa. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 20, n. 1, p. 192-200, 2012.

ALVES, C.A.; BARBOSA, C.N.S.; FARIA, H.T.G. Parada cardiorrespiratória e enfermagem: o conhecimento acerca do suporte básico de vida. **Cogitare Enfermagem**, v. 18, n. 2, 2013.

FALCÃO, L.F.R.; FERREZ, D.; AMARAL, J.L.G. Atualização das diretrizes de ressuscitação cardiopulmonar de interesse ao anestesiológico. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 61, n. 5, p.631-640, 2011.

GARCIA, S.N.; SERIGHELLI, F.; QUADROS, V.A.S. Capacitação dos profissionais de enfermagem para o atendimento ao paciente em parada cardiorrespiratória. **Prática Hospitalar**, v. 11, n. 3, p. 101-6, 2009.

KALLESTEDT, M.L.S.; ROSENBLAD, A.; LEPPERT, J.; HERLITZ, J.; ENLUND, M. Hospital employees' theoretical knowledge on what to do in an in-hospital cardiac arrest. **Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine**, v. 18, n. 1, p. 43, 2010.

LIMA, S.G., DE MACEDO, L.A.; VIDAL, M.D.L.; SÁ, M.D.O. Educação permanente em SBV e SAVC: impacto no conhecimento dos profissionais de enfermagem. **Arq Bras Cardiol**, v. 93, n. 6, p. 582-588, 2009.

LIMA, V.B. **Capacitação da equipe de enfermagem sobre o atendimento de adultos em parada cardiorrespiratória em um hospital secundário de Fortaleza-CE.** 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/173463/TCC_Veronica_Barbosa_

Lima_Urgencia_Emergencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 de junho de 2018.

LYRA, P.F.; CORDEIRO, D.E.F.; GOIS, A.C.R.; MUNIZ, F.N.; LEÔNIDAS, G.M.; SOBRINHO, R.; MARTINS, C.R. Programa de Educação em Reanimação Cardiorrespiratória: Ensinando a Salvar Vidas. **Rev Bras Educ Med.**, v. 36, n. 4, p. 570-573, 2012.

NORI, J.M.; SAGHAFINIA, M.; MOTAMEDI, M.K.; HOSSEINI, S.K. CPR training for nurses: how often is it necessary? **Iranian Red Crescent Medical Journal**, v. 14, n. 2, p. 104, 2012.

MORAES, C.L.K.; PAULA, G.M.A.D.; SILVA, J.R.D.; RODRIGUES, M.C.L. Desafios enfrentados pela equipe de enfermagem na reanimação cardiorrespiratória em uma unidade de emergência hospitalar. **Revista eletrônica Estácio saúde**, v. 5, n. 1, p. 90-99, 2016.

POWERS, W.J.; DERDEYN, C.P.; BILLER, J.; COFFEY, C.S.; HOH, B.L.; JAUCH, E. C; MESCHIA, J.F. American Heart Association/American Stroke Association focused update of the 2013 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke regarding endovascular treatment: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. **Stroke**, v. 46, n. 10, p. 3020-3035, 2015.

SILVA, D.S.J.R; DUARTE, L.R. Educação permanente em saúde. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, v. 17, n. 2, p. 104-105, 2015.

SILVA, J.N.; MONTEZELI, J.H.; GASTALDI, A.B. Suporte Básico à Vida em adultos: conhecimento dos enfermeiros sobre as diretrizes 2010-2015. **Revista de enfermagem**, v. 7, n. 5, p. 1256-1263, 2013.

SILVA, K.R.; ARAÚJO, S.A.S.T; ALMEIDA, W. S.; PEREIRA, I.V.D.S.; CARVALHO, E.A.P; ABREU, M.N.S. Parada cardiorrespiratória e o suporte básico de vida no ambiente pré-hospitalar: o saber acadêmico. **Saúde (Santa Maria)**, v. 43, n. 1, p. 53-59, 2017.



ESTUDOS DE ESTIMATIVA DE IDADE ÓSSEA ESQUELÉTICA: REVISÃO DE LITERATURA

**Núbia Rafaelle Oliveira de Meneses¹, Tyburcyo Brenno Lopes Carrilho Alves²
Brenda Dandhara Lopes Carrilho Alves², Jéssica Rabelo Mina Zambrana¹ Claudio
Costa¹, Cydia Menezes Furtado³**

1. Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, São Paulo, Brasil;
2. Centro Universitário Uninorte (UNINORTE), Rio Branco, Acre, Brasil;
3. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

A idade cronológica geralmente não coincide com a idade óssea esquelética, por isso há a importância de determinar o surto de crescimento puberal que ocorre entre 10 e 15 anos de idade e tem extrema importância para o diagnóstico e tratamento ortodôntico e ortopédico de crianças e adolescentes. O objetivo do presente trabalho foi revisar os principais estudos realizados para avaliar a maturação óssea em radiografias de mão e punho e em telerradiografias em norma lateral. A determinação da idade óssea com base no desenvolvimento dos ossos da mão e punho, consiste na avaliação dos núcleos secundários de ossificação, análise dos estágios epifisários e realização de medições do comprimento e largura dos ossos de mão e punho. As telerradiografias em norma lateral rotineiramente integram a documentação ortodôntica e podem ser utilizadas como um método alternativo e confiável de avaliação da maturação esquelética e para determinação da idade óssea esquelética. Constatou-se a aplicabilidade e confiabilidade desse método através de diversos estudos que realizaram comparações com os métodos de determinação de idade óssea esquelética através da radiografia de mão e punho. Ressalta-se também a diminuição do custo financeiro e principalmente a menor dose de radiação recebida pelos pacientes.

Palavras-chave: Surto de crescimento puberal, Idade óssea esquelética e maturação de vértebras cervicais.

ABSTRACT

The determination of bone age based on the development of the bones of the hand and wrist consists on the evaluation of the secondary center of ossification, analysis of the epiphyseal stages and measurement of the length and width of the hand and wrist bones. The aim of the present study was to review the main studies performed to evaluate bone maturation in hand and wrist radiographs and lateral cephalograms. Chronological age generally does not coincide with skeletal bone age, so there is the importance of determining the pubertal growth spurt that occurs between 10 and 15 years of age and is extremely

important for orthodontic and orthopedic diagnosis and treatment of children and adolescents. The determination of bone age based on the development of the bones of the hand and wrist consists of the evaluation of the secondary center of ossification, analysis of the epiphyseal stages and measurement of the length and width of the hand and wrist bones. Lateral cephalometric radiographs routinely integrate orthodontic documentation and can be used as an alternative and reliable method of assessing skeletal maturation and skeletal bone age determination. It was verified the applicability and reliability of this method through several studies that made comparisons with the methods of determination of skeletal bone age through hand and wrist radiography. It is also worth the decrease in the financial cost and especially the lower dose of radiation received by the patients.

Keywords: Pubertal growth outbreak, Skeletal bone age and analysis of cervical vertebrae.

1. INTRODUÇÃO

Para a avaliação do desenvolvimento são utilizados critérios como características sexuais secundárias, idade óssea, idade dentária e idade morfológica, porém existem variações individuais de desenvolvimento entre os pacientes. Sendo assim, para melhor avaliação do desenvolvimento deve-se utilizar a estimativa da idade biológica, que pode ser determinada através de avaliações de idade dentária, óssea e de desenvolvimento psicossomático (HÄGG, 1980).

A estimativa da idade óssea de crianças e adolescentes é essencial para avaliar e diagnosticar satisfatoriamente a maioria dos tratamentos ortopédicos faciais e ortodônticos de mal oclusões (BACCETTI et al., 2005).

O Surto de Crescimento Puberal (SCP) é de extrema importância no tratamento ortopédico e ortodôntico, especialmente em casos de discrepâncias esqueléticas e dento-esqueléticas (DAMIAN, 2006).

Existem diversas áreas do corpo que podem ser utilizadas para avaliar a maturação óssea como o pé, o tornozelo, o quadril, o cotovelo, a mão e o punho e as vértebras cervicais. As radiografias mais utilizadas para avaliação de maturação óssea são as radiografias de mão e punho (carpais), estas foram introduzidas para este fim a partir da segunda década do século 20 (ARMOND, 2000; LEITE et al., 1987; DURKA-ZAJĄC et al., 2013).

A ampla utilização desse tipo de radiografia deve-se ao fato de a região do carpo apresentar um grande número de centros de ossificação em uma área relativamente pequena, facilitando a aplicabilidade da técnica radiográfica e a menor dose à radiação a qual o paciente é submetido (DAMIAN, 2006).

As telerradiografias em norma lateral integram rotineiramente a documentação ortodôntica e atualmente é um método alternativo e confiável para a avaliação da idade esquelética do indivíduo, através da análise das alterações morfológicas das vértebras cervicais. Com o seu uso há a diminuição de radiação aos pacientes e sobretudo a redução de custos (FUZIY et al., 2014).

Szemraj et al. (2018) analisaram diversos autores que utilizavam as telerradiografias laterais para avaliação da maturação cervical vertebral, e a possibilidade da análise da idade óssea esquelética, a qual visa a substituição do método de mão e punho.

Este manuscrito objetiva revisar estudos sobre as análises de maturação de vértebras cervicais adquiridas através de telerradiografias laterais, com finalidade de obter a idade óssea esquelética.

Foram analisados trabalhos de comparações entre os métodos de análise de maturação e idade óssea através de radiografias carpais (mão e punho), com as análises do grau de maturação das vértebras C2, C3 e C4 através da telerradiografia lateral.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SURTO DE CRESCIMENTO PUBERAL

O uso de exames radiográficos para determinação da maturação esquelética é de extrema importância para o diagnóstico e tratamento ortodôntico (FERREIRA, 2017).

O surto de crescimento puberal (SCP) ocorre na adolescência, entre 10 anos e seis meses e 15 anos, sendo geralmente mais precoce no sexo feminino. Esta fase é acompanhada por outras alterações físicas da puberdade e pela maturação do aparelho sexual, hormonal e o alcance da capacidade reprodutiva (FERREIRA, 2017).

A idade cronológica, geralmente, não coincide com a idade óssea, sendo que ao ortodontista interessa mais a idade óssea/biológica do que a cronológica (FERREIRA, 2017).

Björk (1972) afirmou que há um período de dois anos que traduz a época em que a criança atinge o seu maior desenvolvimento e a maturação das dimensões craniofaciais.

O planejamento do início do tratamento ortodôntico, na maioria das vezes, é tomado levando em conta o período de dois anos do SCP (FERREIRA, 2017).

A detecção da época que ocorre o maior surto de crescimento puberal (SCP) tem muita importância em um tratamento ortodôntico e pode ser obtida através de análises de maturação óssea. Dentre as radiografias de diversas áreas do corpo que podem ser utilizadas, as mais usadas na odontologia são as de mão e punho e atualmente tem aumentado a tendência de ser utilizar a maturação das vértebras cervicais através da telerradiografia lateral (BERGERNSEN, 1972; GARCIA-FERNANDEZ et al., 1998; HASSEL; FARMAN, 1995; HUNTER, 1966; LAMPARSKI, 1972).

2.2 ANÁLISES DE MATURAÇÃO ÓSSEA ATRAVÉS DAS VÉRTEBRAS CERVICAIS

A coluna vertebral surge na terceira semana gestacional que começa com o processo de gastrulação e finaliza com a neurulação. O período cartilaginoso se inicia na sexta semana de gestação, quando há o surgimento de centros formadores de cartilagem nas vértebras mesenquimais. Ao final do período embrionário, os centrum se unem e formam um centrum cartilaginoso único. Paralelamente, temos a formação dos arcos vertebrais que se unem com o centrum. Os processos espinhoso e transversos também surgem a partir dos centros de formação de cartilagem do arco vertebral. Os três centros de ossificação primários estão presentes nas vértebras ao final do período embrionário; um no centro e os outros dois em cada metade do arco (ZARDO et al., 2014).

O processo de ossificação das vértebras se inicia no período embrionário, e finalizam somente aos 25 anos. No momento do nascimento, cada vértebra tem três partes ósseas conectadas por cartilagem. A ossificação dos arcos neurais começa na oitava semana e os arcos vertebrais se fundem entre três e cinco anos de idade, iniciando-se na região lombar e progredindo para a cranial. Na puberdade, existem quatro centros secundários de ossificação: um em cada ponta do processo transversos, outro na ponta do processo espinhoso e duas epífises anulares na borda superior e inferior do corpo vertebral (Figura 1) (ZARDO et al., 2014).



Figura 1 – Esquema ilustrando o desenvolvimento das vértebras.
 Fonte: (MOORE, 2010).

A coluna vertebral é constituída por 24 vértebras (Figura 2), sendo que as primeiras sete vértebras constituem a região cervical. Anatomicamente são descritas como:

- As duas primeiras são vértebras de anatomia única, o atlas e o áxis. O atlas (C1) é a primeira vértebra cervical, não tem espinha nem corpo, são duas massas laterais conectadas por um arco anterior curto e um arco posterior longo. O áxis (C2) é a segunda vértebra cervical e possui um processo odontóide;
- Da terceira a sexta vértebras cervicais (C3 à C6) apresentam um corpo vertebral pequeno e largo, um grande forame vertebral triangular e um processo espinhoso curto e bifido;
- Já a sétima vértebra cervical (C7) possui um processo espinhoso longo (NATOUR et al., 2004).

Lamparski (1972) realizou o primeiro estudo avaliando a idade esquelética utilizando vértebras cervicais através de telerradiografias em norma lateral, com objetivo de observar mudanças de maturação nelas e avaliar a idade esquelética dos indivíduos. Ele utilizou o método de Todd et al. (1937) e de Greulich e Pyle (1949; 1959) (análises carpais – mão e punho) como base de comparação para seu estudo. Foram utilizadas telerradiografias de 72 meninas e 79 meninos, com idade entre 10 a 15 anos, em decorrências das mudanças de maturação ocorrerem principalmente nesse período, a maioria também estava em tratamento ortodôntico. Pacientes com patologias vertebrais foram eliminados do estudo.

Através das telerradiografias desses pacientes o autor fez uma série de seis padrões para cada sexo e para cada idade, com isso descobriu diferentes indicadores de maturação, observando alterações que ocorrem em todos os pacientes, nomeando assim como estágios de desenvolvimento.

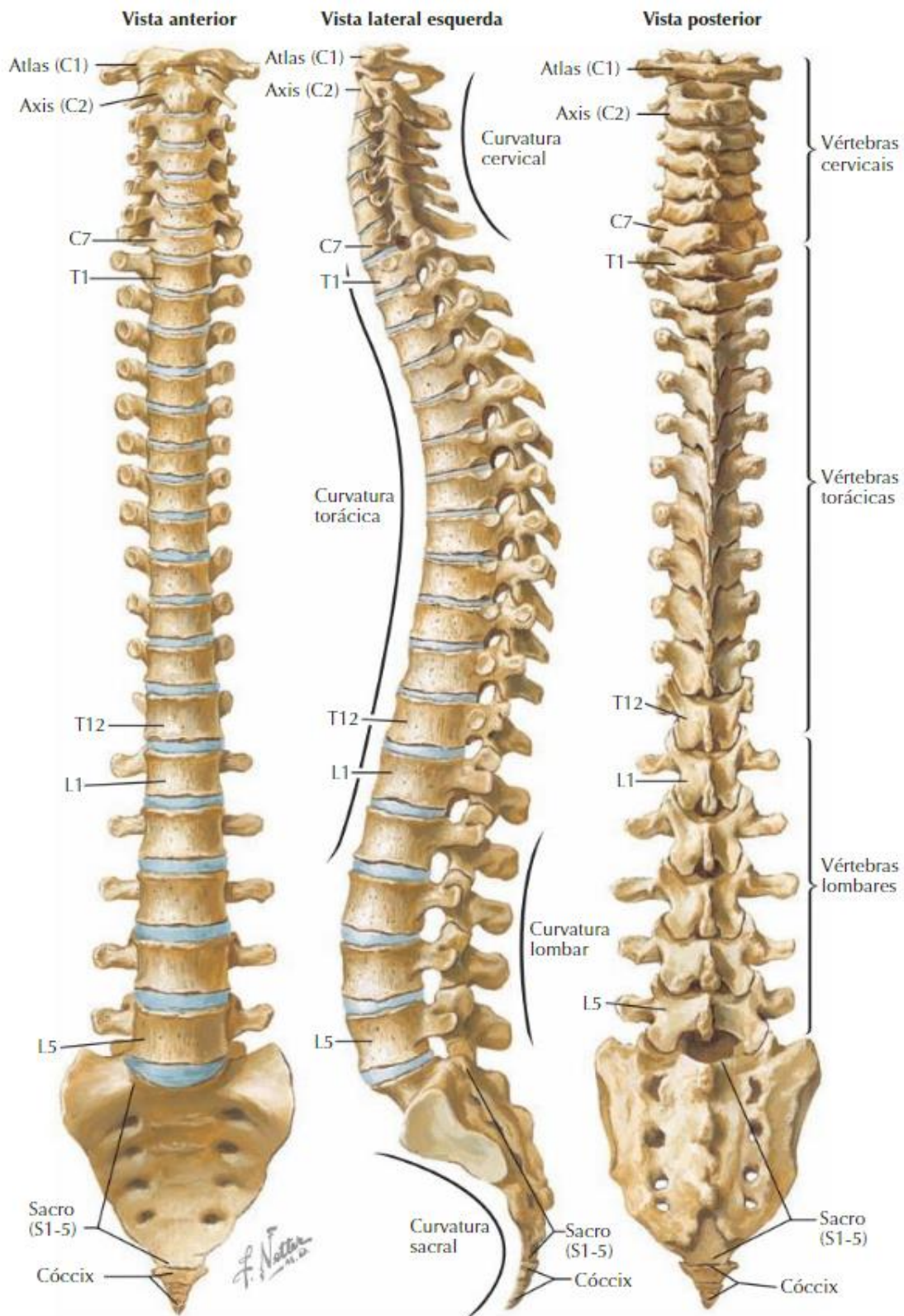


Figura 2 - Coluna vertebral.
 Fonte: (NETTER, 2011).

Por meio de testes de correlação para avaliar a confiabilidade e validade dos padrões, comparando os resultados com as avaliações de mão e punho, mostrou não haver diferenças estatisticamente significativas entre as avaliações, o autor também chegou a conclusão de que a maturação óssea feminina atinge os estágios mais cedo do que os homens. Os indicadores de maturidade considerados válidos foram o início e desenvolvimento das concavidades da borda inferior dos corpos vertebrais e também o desenvolvimento e altura vertical aumentada de corpos em t. A ossificação do anel vertebral e o diâmetro sagital do canal vertebral t.

Sendo assim esse estudo foi o primeiro a comprovar que a avaliação de idade biológica através das vértebras cervicais era um método válido. Neste estudo ele concluiu também que a maturação feminina e masculina são os mesmos, porém as mulheres atingem cada estágio mais cedo que os homens. Os indicadores de maturidade considerados válidos foram a iniciação e o desenvolvimento das concavidades da borda inferior dos vertebrais e também o desenvolvimento de altura vertical dos corpos em t. Com essas constatações Lamparski deu início a realização de pesquisas sobre um novo método de avaliação de maturação de idade óssea para outros autores.

O'Reilly e Yanniello (1988), a partir das constatações de Lamparski, realizaram um estudo para investigar a relação entre os estágios de maturação das vértebras cervicais para meninas propostos por Lamparski e as mudanças no crescimento da mandíbula.

Foram utilizadas 13 radiografias laterais de meninas entre nove e quinze anos. Foram realizadas mensurações do comprimento mandibular, comprimento do corpo e altura do ramo da mandíbula. Analisaram cada telerradiografia lateral e adaptaram as vértebras cervicais a cada padrão e atribuíram ao estágio que mais se assemelhavam de acordo com os estágios determinados por Lamparski. (Figura 3).

Para determinar a relação entre os estágios de maturação vertebral e o crescimento mandibular, uma análise de variância para medidas repetidas foi realizada em cada uma das variáveis dependentes para descobrir exatamente onde estavam as diferenças significativas.

Neste estudo concluíram que há relação entre os estágios de maturação das vértebras cervicais e as mudanças no crescimento mandibular durante a puberdade. Uma análise de variância para medidas repetidas e testes do esquema revelam aumentos significativos entre os estágios 1 e 2, 2 e 3 e 3 para o comprimento mandibular; entre os estágios 1 e 2 e 2 e 3 para o comprimento do corpo e entre 1 e 2 para a altura do ramo. Em

média, os estágios 1 a 3 ocorreram antes do surto de crescimento, e os estágios 2 e 3 ocorreram imediatamente no ano anterior ao surto de crescimento puberal.



Figura 3 – Estágios de maturação das vértebras cervicais.
Fonte: Adaptado de (O'REILLY; YANNIELLO, 1988).

Hassel e Farman (1995) desenvolveram através de modificações do método de Lamparski, o IMVC (Indicadores de Maturação das Vértebras Cervicais). Este estudo teve como objetivo primário criar um método de avaliação de maturação esquelética do paciente ortodôntico através de telerradiografias em norma lateral.

Através da realização de um estudo com 220 participantes, com idade entre oito e dezoito anos. Eles utilizaram radiografias de mão e punho e telerradiografias laterais. Primeiro realizaram a avaliação da maturação esquelética na radiografia de mão e punho. A segunda etapa foram realizar medidas nas vértebras cervicais através das telerradiografias laterais. Foram realizadas correlações entre a maturação das vértebras cervicais e as radiografias de mão e punho. Foram feitas comparações com o estudo dos Indicadores de Maturação Esquelética (SMI) proposto por Fishman (1982)

Foram realizados traçados em três partes das vértebras: no processo odontóide do eixo, no corpo da C3 e no corpo da C4 e suas formas foram analisadas e classificadas através dos indicadores de maturação esquelética, constituída por seis fases: iniciação, aceleração, transição, desaceleração, maturação e final (Figura 4).

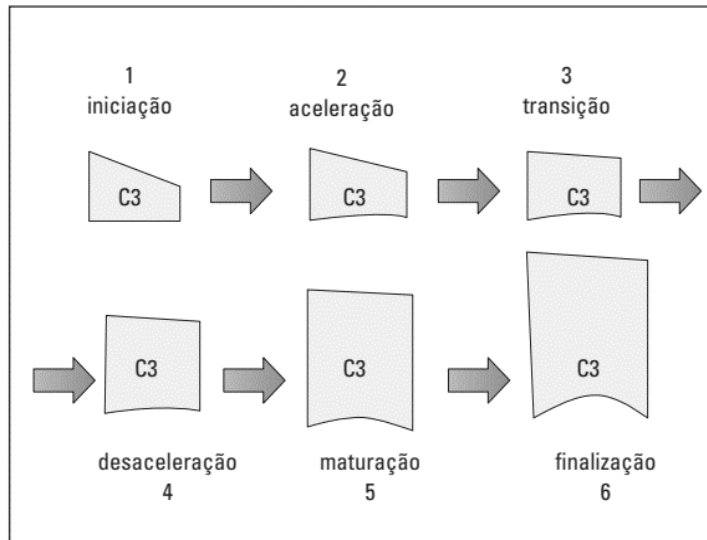


Figura 4 – Indicadores de maturação das vértebras cervicais usando C3 como exemplo.
 Fonte: Hassel e Farman (1995).

Fase 1 – INICIAÇÃO: Grande expectativa de crescimento puberal (80% a 100%).
 Corresponde ao SMI 1 e 2. As bordas inferiores das vértebras C2, C3 e C4 estão planas ou achatadas e as bordas superiores das vértebras C3 e C4 estão afuniladas/cônicas de posterior para anterior (Figura 5).

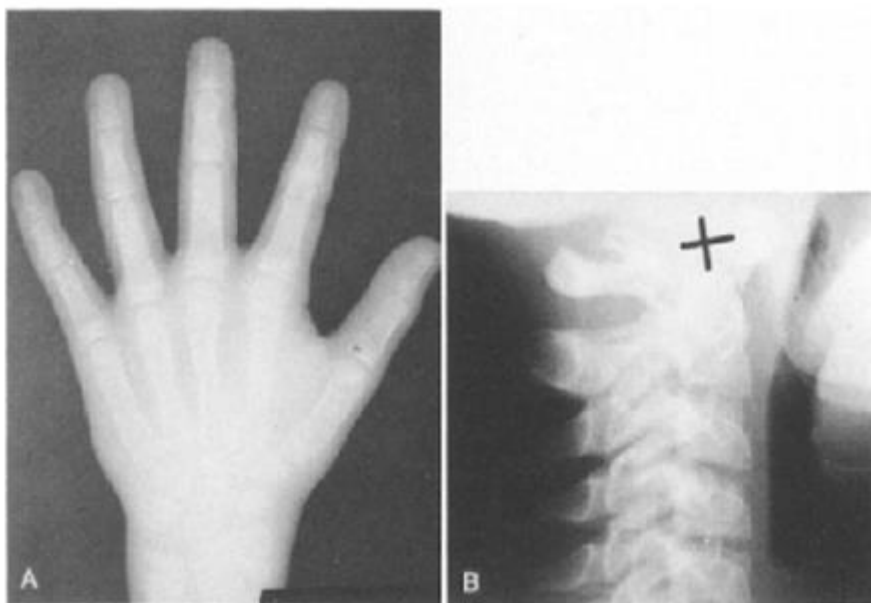


Figura 5 – Fase 1 - Radiografia de mão e punho e telerradiografia lateral.
 Fonte: Hassel e Farman (1995).

Fase 2 – ACELERAÇÃO: Significante expectativa de crescimento puberal (65% a 85%). Corresponde ao SMI 3 e 4. As vértebras C2 e C3 no início desenvolvem concavidades nas bordas inferiores, a borda inferior do corpo da vértebra C4 é plano ou achatado, as vértebras C3 e C4 estão com formatos mais retangulares (Figura 6).

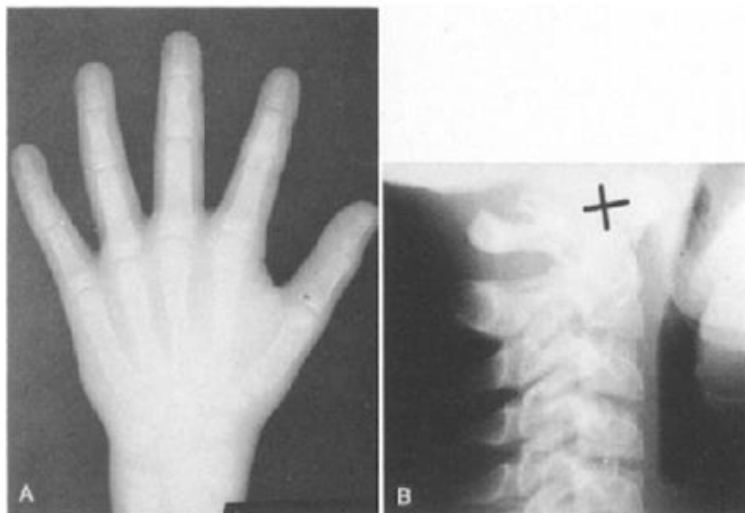


Figura 6 - Fase 2 – Radiografia de mão e punho e telerradiografia lateral.
Fonte: Hassel e Farman (1995).

Fase 3 – TRANSIÇÃO: Moderada expectativa de crescimento puberal (25% a 65%). Corresponde ao SMI 5 e 6. As vértebras C2 e C3 apresentam concavidades evidentes na borda inferior, início do desenvolvimento de concavidade na borda inferior da C4 e as vértebras C3 e C4 apresentam forma retangular (Figura 7).



Figura 7 - Fase 3 – Radiografia de mão e punho e telerradiografia lateral.
Fonte: Hassel e Farman (1995).

Fase 4 – DESACELERAÇÃO: Reduzida expectativa de crescimento puberal (10% a 25%). Corresponde ao SMI 7 e 8. As vértebras C2, C3 e C4 apresentam concavidades evidentes nas bordas inferiores e as vértebras da C3 e C4 aproximam-se da forma quadrada (Figura 8).



Figura 8 - Fase 4 – Radiografia de mão e punho e telerradiografia lateral.
Fonte: Hassel e Farman (1995).

Fase 5 – MATURAÇÃO: Insignificante expectativa de crescimento puberal (5% a 10%). Corresponde ao SMI 9 e 10. As vértebras C2, C3 e C4 apresentam concavidade acentuada na borda inferior e as vértebras C3 e C4 apresentam forma de quadrado (Figura 9).



Figura 9 - Fase 5 – Radiografia de mão e punho e telerradiografia lateral.
Fonte: Hassel e Farman (1995).

Fase 6 – FINAL: Crescimento puberal completo. Corresponde ao SMI 11. As vértebras C2, C3 e C4 apresentam concavidades profundas nas bordas inferiores e as vértebras C3 e C4 apresentam altura maior que sua largura (Figura 10).



Figura 10 - Fase 6 – Radiografia de mão e punho e telerradiografia lateral.
Fonte: Hassel e Farman (1995)

Garcia-Fernandez et al. (1998) realizaram um estudo com objetivo de determinar se a maturação das vértebras cervicais se correlacionaria com a maturação indicada nos resultados obtidos através das radiografias de mão e punho.

A amostra do estudo teve um total de 113 pacientes (50 homens e 63 mulheres), com idades entre nove e dezoito anos. As radiografias de mão e punho foram avaliadas através do método de Fishman. A análise de desenvolvimento das vértebras cervicais foi avaliada pelo método de Hassel e Farman. Como resultado 92% dos pacientes do sexo feminino e 96% dos pacientes do sexo masculino mostraram que as análises de maturação das vértebras cervicais foram compatíveis com o método avaliado nas radiografias de mão e punho. Com isso constataram que não há diferença significativa entre as avaliações de maturação esquelética vertebral cervical e a técnica de análise de mão e punho na população do México em ambos os sexos, sugerindo que a análise de maturação vertebral cervical é neutra em relação à raça comparando com estudos feitos por outros autores em outros grupos populacionais.

Franchi et al. (2000) realizaram um estudo com objetivo de validar o método de maturação das vértebras cervicais para avaliar a maturação esquelético da mandíbula, analisando concomitantemente as variações de crescimento.

O estudo foi realizado utilizando telerradiografias em norma lateral, modelos ortodônticos, peso e altura de 24 pacientes (quinze mulheres e nove homens). Adotaram o método de Lamparski com modificações para análise de maturação das vértebras cervicais e medidas do tamanho mandibular e medidas da posição mandibular em relação a outras estruturas craniofaciais (Figura 11).

Comprovaram com esse estudo a validade do método de maturação das vértebras cervicais para a avaliação da maturação esquelética e para identificar o surto de crescimento puberal craniofacial.

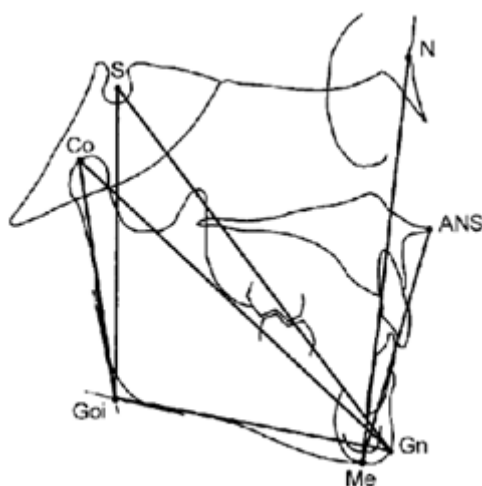


Figura 11 – Pontos e medidas cefalométricas.
Fonte: Franchi et al., 2000.

Mito et al. (2002) realizou um estudo no Japão com objetivo de estabelecer a idade óssea das vértebras cervicais utilizando telerradiografias em norma lateral através de um novo índice.

Utilizou em seu estudo 176 telerradiografias em norma lateral de meninas entre sete e quatorze anos e nove meses. Foram realizadas medidas dos corpos das vértebras cervicais e foi determinada uma fórmula de regressão para obterem a idade óssea das vértebras cervicais (Figura 12). Então utilizaram telerradiografias em norma lateral e radiografias de mão e punho de outras 66 pacientes com idade entre oito e treze anos e

nove meses, com isso determinaram a correlação entre a idade óssea das vértebras cervicais e a idade óssea da mão e punho.

Com esse estudo sugeriu-se que a idade óssea das vértebras cervicais corresponde as análises das radiografias de mão e punho que são consideradas as mais confiáveis.

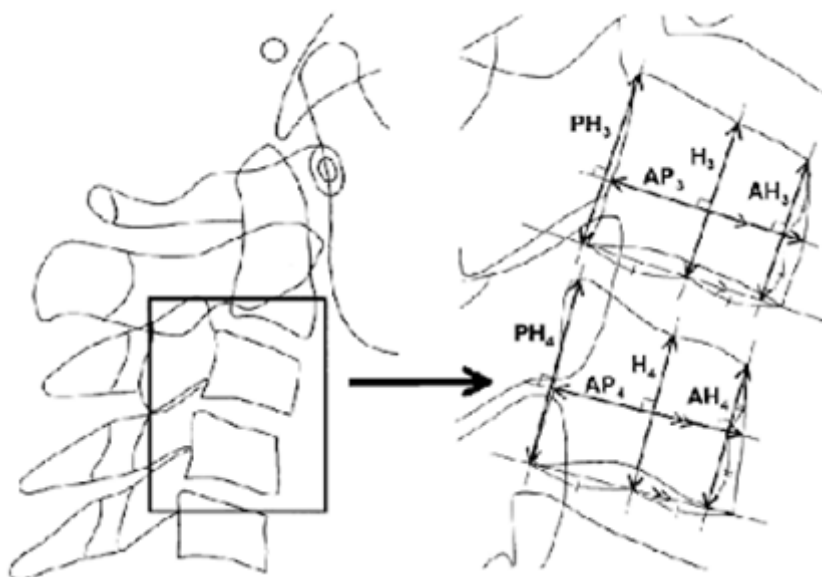


Figura 12 – Mensurações das áreas dos corpos das vértebras cervicais em telerradiografias laterais. As linhas inferiores tangenciam a parte anterior e posterior dos corpos das vértebras cervicais. A distância da parte superior anterior tangencia a parte inferior = AH3 e AH4. A distância da parte superior média tangencia a parte inferior = H3 e H4. A distância da parte superior posterior tangencia a parte inferior = PH3 e PH4. A distância anteroposterior média do corpo da vértebra cervical = AP3 e AP4.

Fonte: Mito et al., 2002.

Baccetti et al. (2002) apresentaram uma nova versão do método de maturação das vértebras cervicais para detectar o surto de crescimento mandibular baseado no estudo feito por Hassel e Farman (1995), reduzindo de seis para cinco estágios de avaliação.

O estudo foi feito através de 706 telerradiografias laterais sendo que 492 foram excluídas do estudo, restando 214 telerradiografias. Realizaram medidas do comprimento mandibular através dos pontos cefalométricos (Co-Gn) e a morfologias dos corpos das vértebras C2, C3 e C4.

Comparações foram realizadas entre as mudanças do corpo das vértebras cervicais com o crescimento mandibular durante a puberdade, utilizando a análise do desenvolvimento de uma concavidade na margem inferior das vértebras cervicais C2, C3 e C4 e a mudança para forma trapezoidal e tamanho do corpo de C3 e C4, com base nisso

apontaram a ocorrência de pico no comprimento mandibular entre os estágios denominados CS3 e CS4, estes ocorrem com intervalo aproximado de 1 ano.

Eles modificaram a avaliação da idade esquelética sobre o desenvolvimento de vértebras cervicais, melhorando-a para a finalidade de auxílio maior no diagnóstico ortodôntico.

Bacetti et al. (2005) realizaram um novo estudo sobre o método de maturação das vértebras cervicais e voltaram a implementar seis estágios de maturação para análise das vértebras (Figura 13).

Neste estudo eles enfatizam a importância da determinação do surto de crescimento puberal para tratamentos de pacientes classe II, classe II, avaliação de más formações esqueléticas.

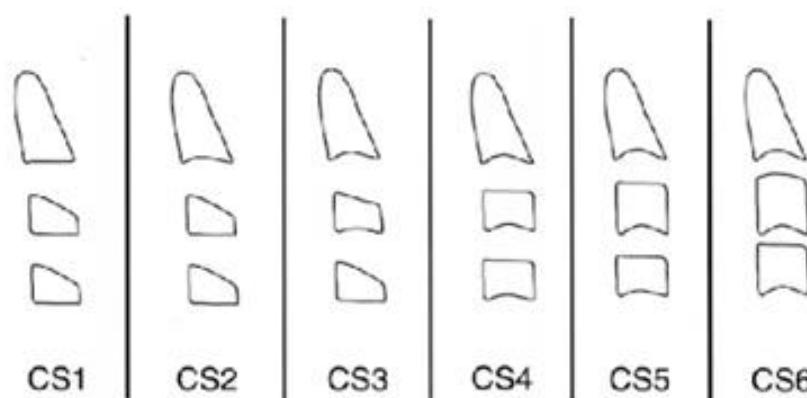


Figura 14 – Novo esquema do método modificado para análise dos estágios de maturação das vértebras cervicais.
Fonte: Bacetti et al., 2005.

O Drº. Paulo E. Ferreira criou em 2018 um aplicativo para celulares denominado Easy Age. Visando facilitar o diagnóstico e observando a tendência ao maior uso das análises de maturação das vértebras cervicais, neste aplicativo o autor disponibilizou os métodos de Hassel e Farman (1995), Mito et al. (2002) e Bacetti et al. (2005). De uma maneira simples e didática, o cirurgião-dentista só precisa selecionar em qual dos métodos pretende fazer a análise de maturação vertebral cervical, e o aplicativo faz uma sequência de questionamentos sobre a anatomia, e quando necessárias são solicitadas data de nascimento do paciente e realizadas medidas das vértebras, o analisador preencherá as informações e com isso o aplicativo chegará ao resultado de qual estágio de maturação o paciente encontra-se.

O nível de correlação entre os métodos da idade esquelética com os ossos da mão e punho, demonstrou que a avaliação dos estágios de maturação das vértebras cervicais é um método adicional reproduzível, útil e confiável na determinação do estágio de crescimento facial nas crianças durante o surto de puberal (MOCASTIELLO et al., 2008; WARMELING et al, 2010; SANTOS et al., 2005; GANDINI et al., 2006, LAI et al., 2008).

O aplicativo Easy Age é bastante prático e eficiente para auxiliar os cirurgiões dentistas na determinação da idade óssea esquelética. Ressalta-se também o fato das telerradiografias em norma lateral já estarem obrigatoriamente presentes nas documentações ortodônticas, solicitadas pelos ortodontistas para avaliação e diagnóstico do tratamento ortodôntico. Sendo assim o paciente não necessitaria realizar mais uma radiografia, como na maioria dos casos, os quais são requisitadas as radiografias carpais para o diagnóstico da idade óssea e fase de crescimento. Sobretudo promovendo economia financeira para o paciente e principalmente não havendo a necessidade de irradiação complementar, reduzindo a dose total de radiação ao paciente (GANDINI et al, 2006; LAI et al., 2008).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os trabalhos analisados podemos concluir que os métodos de maturação das vértebras cervicais são estudados há anos por diversos autores. Atualmente após serem realizados vários estudos, os métodos de maturação das vértebras cervicais foram considerados amplamente aceitos e confiáveis para determinar o surto de crescimento puberal e com isso auxiliar no tratamento e diagnóstico de más oclusões crânio faciais.

Ressalta-se também a importância de um menor custo financeiro para os pacientes e principalmente uma menor dose de radiação será recebida pelo paciente, uma vez que a telerradiografia lateral está presente em documentações ortodônticas realizadas pelos pacientes no início do tratamento ortodôntico para realização dos traçados cefalométricos.

4. REFERÊNCIAS

ARMOND, M.C. **Estimativa do surto de crescimento puberal pela avaliação das vértebras cervicais em radiografias cefalométricas laterais.** (Dissertação), São José

dos Campos: Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, 2000.

BACCETTI, T.; FRANCHI, L.; MCNAMARA JR, J.A. An improved version of cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. **Angle Orthodontist.**, v. 72, n. 4, p.316-323, 2002.

BACCETTI, T.; FRANCHI, L.; MCNAMARA JR, J.A. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. **Semin Orthod.**, v. 11, n. 3, p.119–129, 2005.

BJORK, A. Timing of interceptive orthodontic measures based on stages of maturation. **Trans Eur Orthod Soc.**, v. 48, n. 2, p. 61-74, 1972.

DAMIAN, M.F.; WOITCHUNAS, F.E.; CERICATO, G.O.; CECHINATO, F.; MORO, G.; MASSOCHIN, M.E. et al. Análise da confiabilidade e da correlação de dois índices de estimativa da maturação esquelética: índice carpal e índice vertebral. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial.**, v. 11, n. 5, p. 110-20, 2006.

DURKA-ZAJĄC, M.; MARCINKOWSKA, A.; MITUŚ-KENIG, M. Bone age assessment using cephalometric photographs. **Polish Journal of Radiology**, v. 78, n. 2, p. 19-25, 2013.

FERREIRA, F.V. Radiografia de mão e punho. In: FERREIRA, F.V. **Ortodontia - Diagnóstico e Planejamento Clínico**. 5ª ed. São Paulo: Artes Médicas – Divisão Odontológica, 2017. p.189-223.

FISHMAN, L.S. Radiographic Evaluation of Skeletal Maturation – A clinically oriented method based on hand-wrist films. **The Angle Orthodontist.**, v. 52, n. 2, p. 88-112. 1982.

FRANCHI, L.; BACCETTI, T.; MCNAMARA JR, J. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.**, v. 118, n. 3, p. 335-340, 2000.

FUZIY, A.; COSTA, A.L.F; MARQUES, M.R.M.F.; MENDES, F.O. Estudo comparativo da idade óssea em radiografias carpais e a maturação das vértebras cervicais em telerradiografias em norma lateral. **OrtodontiaSPO.**, v. 47, n. 6, p. 561-8, 2014.

GANDINI, P.; MANCINI, M.; ANDREANI, F. A comparasion of hand-wrist boné and cervical vertebral analyses in measurin skeletal maturation. **Angle Orthodontist.**, v. 76, n. 6, p.984-989, 2006.

GARCIA-FERNANDEZ, P.; TORRE, H.; FLORES, L.; REA, J. The cervical vertebrae as maturation indicators. **Journal of Clinical Orthodontics.**, v. 32, n. 4, p. 221-5. 1998.

GREULICH, W.W.; PYLE, S.I. **Radiograph atlas as skeletal developmentof the hand and wrist**. 2ª ed. Stanford: University Press, 1949.

GREULICH, W.W.; PYLE, S.I. **Radiograph atlas as skeletal developmentof the hand and wrist**. 2ª ed. Stanford: University Press, 1959.

HÄGG, U.; TARANGER, J. Manarche and voice change as indicators of the pubertal growth spurt. **Acta Odontol Scand.**, v. 38, n. 3, p.179–186, 1980.

HASSEL, B.; FARMAN, A.G. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.**, v. 107, n. 1, p.58-66, 1995.

HUNTER, C.J. The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. **Angle Orthodontics.**, v. 36, n. 1, p.44-54, 1966.

LAI, E.H.H.; LIU, J.P.; CHANG, K.Z.C.; TSAI, S.J.; YAO, C.C.J.Y.; CHEN, M.H.; CHEN, Y.J.; LIN, C.P. Radiographic assessment of skeletal maturation stages for orthodontic patients: Hand-wrist bonés or cervical vertebrae? **J Formos Med Assoc.**, v. 107, n. 4, p.316-325, 2008.

LAMPARSKI, D.G. **Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae.** (Dissertação). Pittsburg: University of Pittsburg School of Dental Medicine, 1972.

LEITE, H.R.; O'REILLY, M.T.; CLOSE, J.M. Skeletal age assessment using the first, second, and third fingers of the hand. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, v. 92, n. 6, p. 492-498, 1987.

MITO, T.; SATO, K.; MITANI, H. Cervical vertebral bone age in girls. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.**, v. 122, n. 4, p. 380-385, 2002.

MOORE, K, L.; PERSAUD, T.V.N. **Embriologia clínica.** 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 536p.

NATOUR, J. et al. **Coluna vertebral – Conhecimentos básicos.** 2ª ed. São Paulo: Editora Etcetera, 2004.

NETTER, F.H. **Atlas de Anatomia Humana.** 5ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

O'REILLY, M.T.; YANNIELLO, G.J. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae: A longitudinal cephalometric study. **The Angle Orthodontist.**, v. 179-184, 1988.

SANTOS, E.C.A.; BERTOZ, F.A.; ARANTES, F.M.; REIS, P.M.P. Avaliação da reprodutibilidade do método de determinação da maturação esquelética por meio das vértebras cervicais. **Rev Dental Press Ortodon Ortop Facil.**, v. 10, n. 2, p. 62-68, 2005.

SZEMRAJ, A.; WOJTASZEK-SŁOMIŃSKA, A.; RACKA-PILSZAK, B. Is the cervical vertebral maturation (CVM) method effective enough to replace the hand-wrist maturation (HWM) method in determining skeletal maturation? - A systematic review. **European Journal of Radiology.**, v. 102, p. 125–128, 2018.

TODD, T.W. et al. **Atlas of skeletal maturation.** Saint Louis: The C.V. Mosby Company; 1937.

ZARDO, E.; ABRAMCZUK, J.; ZIEGLER, M.S. Embriologia da Coluna Vertebral. In: PUDLES, E.; DELFINO, H.L.A. **A coluna vertebral: Conceitos Básicos.** Porto Alegre: Artmed, 2014. p.17-22.

WARMELING, D.; RODRIGUES, K.M.; ZASTROW, M.D.; THIESEN, G. Comparative study of two skeletal maturation evaluation indexes. **Rev odonto ciênc.**, v. 25, n. 2, p.188-193, 2010.



EVENTOS ADVERSOS PÓS-VACINAIS DOS IMUNIZANTES INFLUENZA A (H1N1) E TETRAVALENTE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Taynara dos Santos Malveira¹, Saide Feitosa da Silva², Janaina Ribeiro Pereira³, Anderson Vasconcelos Teixeira⁴, Marta Adelino da Silva Faria⁵

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Discente do Curso de Bacharelado em Saúde Coletiva, Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil, Docente do Centro de Educação Letras e Artes da Ufac;
3. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil, Bacharel em Saúde Coletiva-Ufac;
4. Universidade Federal do Acre (UFAC), Discente do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte-Ufac, Rio Branco, Acre, Brasil;
5. Universidade Federal do Acre (UFAC), Docente do Centro de Ciências da Saúde e Desporto da Ufac. Coordenadora do Laboratório de Fisiofarmacologia do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte-Ufac, Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

Entre os instrumentos de políticas de saúde pública, a vacinação ocupa um lugar importante. No Brasil, as estratégias de vacinação têm alcançado excelentes índices de resultados positivos, servindo de parâmetro para outros países. As vacinas são consideradas um dos produtos biológicos mais seguros e eficazes no combate às doenças imunopreveníveis, no entanto, os eventos adversos pós vacinais (EAPV) são inerentes a muitos destes imunobiológicos. O presente estudo objetivou realizar uma revisão de literatura sobre EAPV dos imunizantes Influenza A (H1N1) e Tetravalente. O método utilizado foi uma revisão da literatura nos estudos publicados no período de 2002 a 2019, utilizando buscas nas bases de dados SciELO e Google Acadêmico, dos quais foram selecionadas 30 publicações científicas sobre o tema. Em conclusão, há evidências científicas que EAPV de Influenza A (H1N1) e tetravalente, em sua grande maioria não trazem danos significativos à saúde, pois têm reações localizadas, leves e transitórias, podem ocorrer dentro das vinte e quatro horas após a vacinação e desaparecerem dentro de dois a três dias. Não é possível afirmar que os EAPV são controláveis, uma vez que cada organismo apresenta suas particularidades individuais. As notificações dos EAPV se constituem em uma ferramenta útil para novos estudos envolvendo imunizantes, contribuindo para o planejamento e novas intervenções das políticas públicas de saúde.

Palavras-chave: Eventos adversos pós-vacinais, Influenza A – H1N1 e Tetravalente.

ABSTRACT

Among the instruments of public health policies, vaccination occupies an important place. In Brazil, vaccination strategies have achieved excellent indexes of positive results, serving as a parameter for other countries. Vaccines are considered one of the safest and most effective biological product against immunopreventable diseases, however, post-vaccine adverse events (PVAE) are inherent in many of these immunobiologicals. The present study aimed to conducting a literature review on the PVAE of Influenza A (H1N1) and Tetravalente. The method used was a review of the literature in the studies published between 2002 and 2019, using searches in the SciELO and Google Academic databases, from which 30 scientific publications on the subject were selected. In conclusion, there is scientific evidence that influenza A (H1N1) and tetravalent PVAE, for the most part, do not cause significant health damage, since they have localized, mild and transitory reactions, can occur within twenty four hours after vaccination and disappear within two to three days. It is not possible to say that the PVAE are controllable, since each organism presents its individual peculiarities. The reports of the PVAE constitute a useful tool for new studies involving immunizers, contributing to the planning and new interventions of public health policies.

Keywords: Post-vaccinal Adverse Events, Influenza A – H1N1 e Tetravalent.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o processo da vacinação tem evoluído historicamente no tocante a aceitação por parte da população que demonstrava rejeição por desconhecer ou mesmo por receio da vacina no início do século XX. O governo da época, por sua vez, não realizava campanhas governamentais de conscientização para informar a sociedade sobre os benefícios da vacinação, o que contribuía para que houvesse epidemias de diversas doenças, dentre elas febre amarela, varíola e peste. A utilização da vacina como meio de promoção da saúde só foi alvo de uma política de abrangência nacional a partir da instituição da Campanha de Erradicação da Varíola em 1966 (PONTE, 2003).

Segundo Porto (2003) no século XX o Rio de Janeiro passava por condições precárias de saneamento básico e higiene que transformavam a cidade em um foco de epidemias dentre elas a varíola. O presidente da época, Rodrigues Alves, (1902-1906) decidiu reestruturar a cidade com saneamento básico, demolindo cortiços e casebres nos bairros centrais para realizar a construção de um centro urbano.

As vacinas se configuram um produto biológico de grande segurança com programas consolidados de intervenção em saúde pública eficaz e com custo versus benefício favorável, no entanto, são evidenciadas a ocorrência de eventos adversos pós-vacinais (PIACENTINI; MORENO, 2008).

Diante das situações de epidemias no Brasil no início do século XX foi realizada no Rio de Janeiro uma medida emergencial com imposição da vacinação para toda a população. Porém, por falta de conhecimento e de campanhas esclarecedoras sobre a vacinação, a população não aceitou as medidas impostas. Em novembro de 1904 um grande motim denominado “Revolta da Vacina”, caracterizou-se pelo protesto da população nas ruas e confronto com as forças militares. Durante muitos dias, as ruas do Rio de Janeiro retrataram uma verdadeira guerra civil resultando em mortes e prisões de civis (PORTO; PONTE, 2003).

O Programa Nacional de Imunizações (PNI), criado em 1973 é um órgão responsável pela organização da política nacional de vacinação da população brasileira. A criação do PNI trouxe fortalecimento ao papel do Ministério da Saúde na organização e coordenação das ações de vacinação que já eram realizadas há várias décadas e haviam sido responsáveis pela erradicação da varíola, cujo último caso registrado no Brasil foi em abril de 1971 (JUNIOR, 2013).

Mesmo diante do grande sucesso do PNI e a percepção da população sobre os riscos de doenças imunopreveníveis, cresceram os temores de eventos adversos pós-vacinais (EAPV) e isso acarretou na diminuição da adesão à vacinação e permitiu o ressurgimento de doenças já controladas anteriormente (WALDMAN et al., 2011). Entende-se por EAPV qualquer sinal ou sintoma grave e/ou inesperado e/ou indesejável que ocorra após a vacinação.

Foram listados e codificados mais de trinta tipos de EAPV para orientar as condutas e alimentar o sistema de informação nacional. A grande maioria dos EAPV são locais e sistêmicos leves, no entanto, em virtude da gravidade dos mesmos, as ações de vigilância estão mais orientadas para os eventos adversos moderados e graves (ALVES; DOMINGOS, 2013).

Frente ao aparecimento de qualquer EAPV, com manifestação de moderada a grave, deve-se proceder à análise de forma adequada, visto que muitos desses sintomas ocorrem em associações apenas temporais com a vacina, pois a grande frequência de quadros infecciosos são de natureza alérgica na população, assim como, quadros neurológicos que aparecem repentinamente, com ou sem vacinação, tornam inevitáveis estas associações temporais, especialmente em crianças (MOREIRA, 2002).

O Brasil visando manter a segurança e o elevado grau de adesão à vacinação de rotina, implantou em 1998 um Sistema Passivo de Vigilância de Eventos Adversos Pós-Vacinação (SPVEAPV). Este sistema de âmbito nacional, tinha como função monitorar a

segurança das vacinas e investigar casos suspeitos de reações adversas, para implantar medidas adequadas de saúde pública (MONTEIRO; TAKANO; WALDMAN, 2011).

De acordo com a literatura científica a vacinação contra o vírus influenza tem impacto positivo na prevenção de internações e mortes por pneumonias e outras doenças, tanto em idosos saudáveis como em populações de risco (DONALISIO; RAMALHEIRA; CORDEIRO, 2003)

Andrade et al. (2012) afirmam que pesquisas realizadas no Brasil evidenciaram que os eventos de intensidade leve representaram a maioria dos EAPV em crianças vacinadas contra influenza H1N1, não necessitando de tratamento de saúde e desaparecendo no prazo máximo de dois dias.

De acordo com a literatura há evidências de notificações de EAPV no imunizante Tetravalente. Esse fato pode estar associado aos componentes da vacina, onde os eventos locais são muito relacionados à presença do adjuvante de hidróxido de alumínio, cuja função é potencializar o efeito da vacina (ARAÚJO; CARVALHO; VIEIRA, 2007).

. Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2008b), o EAPV é considerado leve quando não necessita de exames médicos e tratamento, já o EAPV é moderado quando necessita de avaliação médica e exames complementares e/ou tratamento médico, enquanto o EAPV é classificado como grave quando necessita de hospitalização por pelo menos 24 horas, apresenta disfunção ou incapacidade significativa e/ou persistente (sequela), apresenta evento que resulte em anomalia congênita, risco de morte e óbito (BRASIL, 2008b).

Este estudo teve como objetivo realizar uma revisão integrativa de literatura sobre efeitos adversos pós-vacinais das vacinas Influenza A (H1N1) e Tetravalente, com finalidade de conhecer os agravos existentes relacionados a vacinação desses imunobiológicos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O que convencionou-se chamar vacinação na literatura médica, é o ato de administrar microrganismos em um indivíduo com o intuito de promover uma resposta contrária do organismo a esses toxóides, substância estranha ao corpo, fazendo com que o sistema imunológico combata e se proteja contra esses elementos estranhos, evitando o desenvolvimento de determinada doença detectada pelo organismo. O processo

imunológico acontece a partir de agentes imunizantes que combatem esses organismos estranhos e são capazes de neutralizá-los ou até mesmo destruí-los, visto que o organismo detecta os invasores, criando células defensoras chamadas de anticorpos (LOIOLA et al., 2016; COSTA; LEÃO, 2015).

No tocante aos eventos adversos pós-vacinais, estes são apontados como ocorrências clínicas variadas entre leves, moderadas e graves sendo de caráter inesperado ou indesejável manifestados em indivíduos vacinados com alguma substância imunobiológica. Suas causas podem ser categorizadas da seguinte maneira: indução da vacina e erros técnicos de preparação e administração e/ou manipulação desses microrganismos. Alguns casos devem ser investigados e notificados devido a intensidade dos sintomas adversos e o grau das manifestações sucedidas. No caso de suspeita de EAPV, as ocorrências devem ser prontamente investigadas e notificadas (COSTA; LEÃO, 2015).

Ao longo do tempo, observamos que o Programa Nacional de Imunização (PNI), por meio de ações planejadas, vem desenvolvendo atividades no sentido de utilizar a vacina como método preventivo de uma série de doenças imunopreveníveis. Com base nesse princípio de imunização em 1973 se extinguiu a varíola, e em 1989 a poliomielite, e mantendo sob forte monitoramento doenças infantis imunopreveníveis, (MOREIRA, 2002).

Nesse sentido, com o esforço do governo em implementar políticas vacinais no país, ocorreu nas décadas de 1980/90 uma diminuição expressiva do quadro de doenças, devido ao aumento da imunização dos indivíduos e a criação de um sistema eficaz de vigilância de eventos adversos pós-vacinais, (PIACENTINI; MORENO, 2011)], criado no Brasil em 1998 com o objetivo de manter a segurança e a concordância com relação ao uso de vacinas, investigando e monitorando os casos suspeitos de efeitos adversos dessas vacinas (LEÃO, 2015).

Assim, enquanto havia no país incidência considerável de enfermidades imunopreveníveis, tanto a sociedade organizada como o PNI estavam imbuídos no controle destas ocorrências. Contudo, existia pouca informação sobre os EAPV e sobre o nível de segurança dessas vacinas. Mesmo com um cenário deficitário no que se refere ao conhecimento holístico sobre o assunto, a meta do PNI seria a vacinação de 100% das crianças com menos de um ano, considerando o calendário de vacinas, no intuito de controlar e eliminar as diferentes doenças imunopreveníveis (MARTINS; MAIA, 2003).

Outro ponto com relação ao PNI é o seu monitoramento epidemiológico de doenças infectocontagiosas e a expansão da disponibilidade de insumos imunobiológicos. Isto

abrange a vacinação de bloqueio, aquelas com a finalidade de imunizar comunidades inteiras em caso de surto, impedindo a aparição de novas doenças, como está previsto no próprio calendário básico, e dessa forma, otimizar a conjuntura deficitária da saúde pública em nosso país (DOMINGUES; TEXEIRA, 2013).

Por quase duas décadas, boa parte das vacinas foram produzidas pelo setor público em consonância com a indústria farmacêutica principal interessada, destacando-se as seguintes vacinas: Bacilo Calmette-Guérin (BCG), Difteria, Tétano e Pertussis (DTP), sarampo e vacina oral contra a poliomielite, isso no ano de 1980 (BRASIL, 2003).

De acordo com estudos de Domingues; Teixeira (2013) destaca-se que o PNI colabora com a diminuição das desigualdades regionais e sociais, na medida em que disponibiliza vacinas para todos os Estados da federação, alcançando todas as localidades, inclusive as de difícil acesso. Vale ressaltar que são quinze vacinas pertencentes aos calendários previamente marcados, sendo doze delas disponibilizadas regularmente.

Segundo Feijó e Sáfadi (2006) é possível observar progressos no uso de imunizantes, verificados na área da saúde nas últimas décadas desde século XX, como o processo de imunização de populações inteiras crescendo gradualmente em todo o planeta. O avanço da ciência, microbiologia, farmacologia e imunologia, somando-se aos estudos epidemiológicos, demonstram o valoroso impacto do processo da vacinação, representando fator imprescindível para prevenção de doenças, e na promoção da melhoria da saúde da população.

Estudos de Moreira (2002) mostram que a Organização Mundial de Saúde (OMS), por meio de seus órgãos consultivos especializados, disponibiliza informações que recomendam uma cesta mínima de vacinas para imunização contra seis doenças: DTP, Tuberculose (BCG), Sarampo e Poliomielite. Desta forma, observa-se que o Brasil tem se diferenciado em comparação a outros países em desenvolvimento, os quais, em sua maioria, disponibilizam apenas os seis imunizantes recomendados pela OMS.

Podemos observar a partir dos estudos de Homma et al. (2013) que o governo brasileiro adota uma política de priorização de indivíduos mais suscetíveis a determinadas doenças, dentre estes, indígenas, idosos e adolescentes, que são prioridades de campanhas vacinais para atingirem as metas de eliminação de viroses, como rubéola, sarampo, dentre outras doenças. Essa política estatal de imunizações inclui, também, apoio, fortalecimento e incentivos à inovação tecnológica, para fomentar o avanço produtivo de novos laboratórios de produção de vacinas.

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2008a) o setor de vacinas requer base científica e tecnológica intensa, apresenta alto custo fixo de produção, longo ciclo produtivo, concentração de produtores, ampliação constante da gama de produtos, fortes exigências regulatórias e o setor público como principal consumidor. O mercado de vacinas no Brasil é um dos maiores do mundo e os produtores nacionais são públicos. Mesmo que já se produza uma quantidade de vacinas necessárias para consumo interno no país, existe a necessidade de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para garantir mais autonomia e autossuficiência desse setor (BRASIL, 2008a).

Dessa forma, é importante destacar que as vantagens diretas e indiretas proporcionadas pelas práticas imunizantes são notórias e irrefutáveis. Vale ressaltar que várias evidências revelam grande redução da mortalidade infantil, melhoria das condições de saúde, e, conseqüentemente, promoção do bem-estar nas populações imunizadas, o que acarreta economia para a sociedade, por redução de consultas médicas, tratamentos e internações hospitalares (FEIJÓ; SÁFADI, 2006).

As vacinas foram produzidas para serem medidas de saúde pública eficazes, prevenindo doenças e salvando vidas. Entretanto, a utilização dessas vacinas pode aumentar a expectativa de vida e erradicar certas doenças, mas também pode levar à ocorrência de EAPV no indivíduo após o uso do imunobiológico (BRASIL, 2014).

Com relação ao surgimento de qualquer EAPV, com manifestação de sintomas que variam de moderados a graves, deve-se proceder à análise de forma apropriada pois em grande frequência, quadros infecciosos, alérgicos e neurológicos podem surgir abruptamente com ou sem vacinação, que por vezes são erroneamente relacionados a associações temporais da vacinação, especialmente em crianças. Nesse sentido, quando quaisquer sintomas de EAPV forem apresentados, estes devem ser diagnosticados, através de exame clínico, tratados e notificados (MOREIRA, 2002).

Desta forma, o grande desafio se apresenta no sentido de apoiar a prática dos agentes imunizantes, através de educação, informação e conscientização, com ações que promovam o alcance das imunizações a toda a população.

2.1 VACINA INFLUENZA A (H1N1)

A influenza A, é uma infecção aguda atingindo o trato respiratório, causada pelo vírus Influenza A (H1N1) e tem alta transmissibilidade. A transmissão é feita através da

disseminação de gotículas contendo partículas virais, que são geradas pela tosse ou espirro de pessoas infectadas (BEIRIGO; PEREIRA; DA SILVA, 2017).

A gripe está associada ao aumento do risco da mortalidade em populações mais vulneráveis. A vacina é recomendada para idosos e para indivíduos jovens com maior risco de complicações devido à gripe (COSTA, 2008). O Brasil iniciou as campanhas nacionais de vacinação contra a gripe no ano de 1999, abrangendo proteção específica para influenza e, também, para pneumonia pneumocócica e tétano. (CAMPOS et al., 2012).

Segundo estudos de Campos et al. (2012) um dos principais motivos apresentados para a não-adesão da vacina é o medo dos EAPV, porém a prevalência destes eventos é baixa, e quando presentes, se restringem à dor de garganta, tosse e, em alguns casos, a febre. Os sintomas podem não ser decorrentes da vacinação, pois há uma grande quantidade de agentes virais circulantes, além do vírus influenza.

De acordo com Carvalho e Faria (2014) os EAPV da vacina Influenza são localizados, tais como, dor, eritema, edema e calor, e sistêmicos como, febre, mal-estar e mialgia nas primeiras 72 horas após a vacinação. Uma pesquisa feita no Brasil em 2009, mostrou que os eventos de intensidade leve representaram a maioria dos EAPV em crianças vacinadas contra influenza A (H1N1), e não necessitou de tratamento de saúde pois os sintomas desapareceram no prazo máximo de dois dias (ANDRADE et al., 2012).

No tocante ao conceito de vacinação, a literatura médica a define como um processo de imunização, caracterizando-se como uma ação preventiva no intuito de se combater infecções virais responsáveis por distúrbios respiratórios. Nesse pressuposto, a prevenção é o melhor método de combate às doenças, além da recomendação de atitudes e comportamentos saudáveis, tidos também preventivos, como por exemplo, a lavagem das mãos constantemente ao longo do dia (AOYAMA et al., 2019).

2.2 VACINA TETRAVALENTE

A vacina Tetraivalente combinada é útil para imunização contra Difteria, Tétano, Coqueluche e *Haemophilus influenzae*, sendo implantada em 2002 em nosso país (JESUS; BASTOS; CARVALHO, 2004). Seus EAPV não passam de leves reações temporárias, geralmente ocorrendo dentro das primeiras vinte e quatro horas depois da dose recebida. Estes EAPV apresentados são dor e aumento de sensibilidade no local da injeção, a maior

parte das ocorrências desaparece naturalmente em dois ou três dias (CARVALHO; FARIAS, 2014).

Ainda com relação à vacina tetravalente, vale ressaltar ser esta a mais indicada para crianças a partir de dois meses, com esquema de três doses aos dois, quatro e seis meses, sendo o reforço aos 15 meses juntamente com a vacina DTP (COSTA; LEÃO, 2015). Contudo, de acordo com Freitas et al. (2007), a vacina combinada contra a Difteria, Coqueluche e Tétano (DPT) é a mais constantemente relacionada a EAPV dentre as de uso frequente.

Em uma pesquisa realizada por Araújo, Carvalho e Vieira (2007) é relatado que as reações locais (rubor, calor e edema, acompanhadas ou não de dor) ocorrem em até metade das crianças que foram vacinadas, podem ou não comprometer temporariamente a movimentação do membro vacinado, porém, não impedem a continuidade da vacinação.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

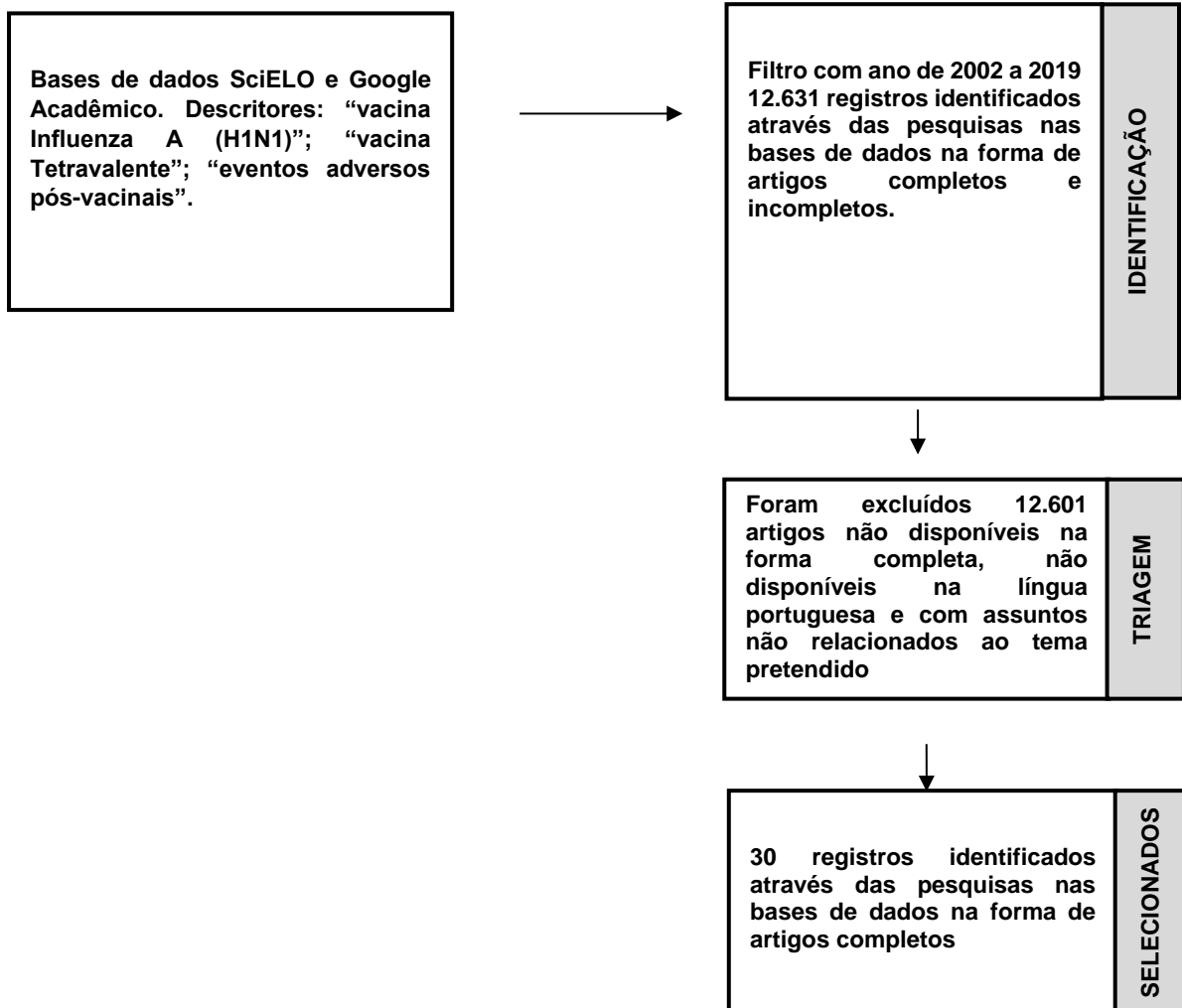
Este trabalho é uma revisão integrativa da literatura sobre os eventos adversos pós-vacinais dos imunizantes Influenza A (H1N1) e Tetravalente, utilizando para isto as bases de dados SciELO e Google Acadêmico.

3.1 ESTRATÉGIAS DE BUSCA

Foram realizadas buscas nas bases de dados utilizando os seguintes descritores: “vacina Influenza A (H1N1)”; “vacina Tetravalente” e “eventos adversos pós-vacinais” no período de 2002 a 2019, totalizando 12.631 artigos. Foram selecionados e revisados um total de 30 artigos das bases de dados, abrangendo as reações adversas pós-vacinais dos imunizantes estudados.

3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram excluídos os artigos não disponíveis na forma de artigo completo, com idiomas diferentes da língua portuguesa e com assuntos não relacionados ao tema pretendido. As estratégias de pesquisa estão demonstradas no esquema a seguir.



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os trinta artigos revisados, foram selecionados sete artigos que retratasse diretamente os EAPV dos dois imunizantes estudados, de diferentes localidades do Brasil – Teresina, São Paulo, Maranhão, Rio de Janeiro, Campo Grande, Belo Horizonte – para a elaboração de uma planilha contendo o detalhamento das informações como autores, ano de publicação, local do estudo, objetivos e resultados, como está demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1. Principais estudos selecionados sobre Eventos Adversos Pós-Vacinais publicados no ano de 2002 a 2019 nas bases de dados Scielo e Google Acadêmico.

AUTOR	ANO	LOCAL	OBJETIVO	RESULTADO
ARAUJO, T.M.E. DE; DE CARVALHO, P.M.G.; VIEIRA, R.D.F.	2007	Teresina	Estudo do perfil dos EAPV ocorridos em usuários atendidos nas Unidades Básicas de Saúde de Teresina no ano de 2006.	As vacinas que mais produziram eventos adversos foram a tetravalente, BCG e DPT.
DONALISIO, M.R.; RAMALHEIRA, R.M.; CORDEIRO, R.	2003	São Paulo	Identificar a ocorrência EAPV contra influenza, após a Campanha Nacional de Vacinação do Idoso em um Distrito do município de Campinas no ano 2000.	Foi evidenciada dor no local da injeção como o evento de maior frequência. Outros sintomas foram registrados: 1 caso de prurido, 3 casos de cefaléia e 1 de Otalgia.
LOIOLA, H.A. DO B.; DE ALMEIDA, A.A.G.; PEREIRA, F.M.; SARDINHA, A.H.L.	2016	Maranhão	Analisar os EAPV ocorridos no município de São Luís (MA), no período de 2007 a 2011.	Foi verificado maior ocorrência de EAPV em menores de 1 ano de idade. A vacina tetravalente foi a que mais apresentou EAPV. Dentre os eventos adversos graves e moderados o episódio hipotônico-hiporresponsivo, convulsão, febre maior ou igual a 39,5°C e reações de hipersensibilidade tiveram incidência importante.
COSTA, N.M.N.; LEÃO, A.M.M.	2015	Rio de Janeiro	Caracterizar a população atingida pelos EAPV segundo o sexo e a idade, identificar as vacinas e analisar os EAPV.	O sexo feminino e a faixa etária menor de um ano foram os mais acometidos. As vacinas que mais produziram EAPV eram constituídas pelo adjuvante hidróxido de alumínio, sendo a Tetravalente com mais notificações. Os EAPV mais frequentes foram os leves e moderados.
DE FREITAS, F.R.M.; SATO, H.K.; ARANDA, C.M.S. DE S.; ARANTES, B.A.F.; PACHECO, M.A.; WALDMAN, E.A.	2007	São Paulo	Avaliar os eventos adversos pós-vacina contra a difteria, coqueluche e tétano (EAPV-DPT) e os fatores associados à sua gravidade.	De 1984 a 2001 foram aplicados cerca de 54 milhões de doses de vacina DPT no Estado de São Paulo, com a notificação de 10.051 EAPV-DPT correspondentes a 6.266 crianças vacinadas.

PIACENTINI, S.; MORENO, L.C.	2011	Campo Grande	Conhecer as principais ocorrências de reações adversas com vacinas no município de Campo Grande (MS).	A vacina isolada que mais causou reações foi a dupla adulto, seguida da tetravalente; dessas reações, 63,4% ocorreram nas primeiras 24 horas após a administração do imunobiológico. Os eventos adversos mais notificados foram dor, rubor e calor, seguidos de endureção.
ANDRADE, G.N. DE; PIMENTA, A.M.; SILVA, D.A.; MADEIRA, A. M. FARIA.	2012	Belo Horizonte	Estimar a frequência e os fatores associados à ocorrência de eventos adversos pós-vacinação contra a influenza pandêmica A (H1N1) 2009 em crianças com idade entre seis meses e dois anos.	Após a primeira dose, foi relatado algum tipo de evento adverso por 40,3% dos participantes e, após a segunda dose, por 35,5%. Os eventos adversos sistêmicos foram mais frequentes que os locais em ambas as doses, com destaque para a irritabilidade, a diarreia e a febre

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução histórica das medidas de intervenção de doenças imunopreveníveis demonstra-se um marco importante para a consolidação do Sistema Único de Saúde como referência internacional para a prevenção e erradicação de doenças que no processo histórico do Brasil foram, em certos momentos, grandes desafios da saúde pública.

O desenvolvimento tecnológico e os investimentos governamentais com o propósito de estimular e financiar pesquisas que contribuam para melhoria da saúde da população, bem como todo o processo histórico sobre imunização no Brasil, demonstram que os avanços na prevenção de doenças têm sido positivos.

Vale ressaltar que ao mesmo tempo em que a PNI teve seus avanços e conquistas ao longo dos anos, surgem também desafios a serem combatidos a fim de fomentar uma política de humanização cada vez mais completa.

Os EAPV no decorrer dos anos têm sido identificados como um dos motivos da falta de adesão por parte da população nos métodos de imunização na prevenção de doenças.

A falta de adesão por parte da população, aos tratamentos com vacinas, advinda do temor pelos efeitos adversos, proporciona impactos diretos nos indicadores de saúde estabelecidos pelo Ministério da Saúde e Secretarias de saúde. Dentre outros fatores, isto

faz com que as metas vacinais estabelecidas não sejam atingidas e os investimentos com incentivos financeiros sejam reduzidos, deixando assim grupos prioritários mais vulneráveis.

Foi identificado que a maioria dos casos de EAPV é de intensidade leve, não apresentando necessidade de tratamento de saúde paliativo. Além disso, o Ministério da Saúde desenvolve estratégias de vigilâncias constantes por parte dos possíveis casos de EAPV, com o intuito de proporcionar uma adesão cada vez maior por parte da população.

Os estudos demonstram que os EAPV ocasionados pela vacina tetravalente são em sua grande maioria advindos do adjuvante utilizado na sua produção conhecido como hidróxido de alumínio que produz uma certa reatogenicidade.

É necessário destacar a importância que os métodos de imunização têm e que mantê-los em dia determina uma boa qualidade de vida à população, especialmente a grupos prioritários como crianças e idosos.

Há evidências científicas que EAPV de Influenza A (H1N1) e tetravalente, em sua grande maioria, não trazem danos continuados à saúde. Estas reações são localizadas, leves e transitórias e 63,4% destes EAPV podem ocorrer nas primeiras vinte e quatro horas após a vacinação, desaparecendo entre dois a três dias.

Os resultados mostram que o sexo feminino e a faixa etária menor de um ano foram os grupos mais acometidos com EAPV, o que sugere ser este um dado importante a ser trabalhado pelas políticas públicas de saúde para esclarecimentos da população.

O conhecimento dos EAPV, principalmente sobre vacinas com muitas notificações sobre esses eventos, se constitui em ferramenta útil para novos estudos envolvendo imunizantes, contribuindo para o planejamento e novas intervenções das políticas públicas de saúde envolvendo doenças imunopreveníveis.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, H.; DOMINGOS, L.M.G. Manejo de eventos adversos pós-vacinação pela equipe de enfermagem: Desafios para o cuidado. **Revista Enfermagem UERJ**, v. 21, n. 4, p. 502-507, 2013.

ANDRADE, G.N. DE; PIMENTA, A.M.; SILVA, D.A.; MADEIRA, A. M. FARIA. Eventos adversos pós-vacinação contra influenza pandêmica A (H1N1) 2009 em crianças. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, n. 9, p. 1713-1724. 2012.

AOYAMA, E. DE A.; NUNES, E.C.A.; OLIVEIRA, M. DA S.; DA SILVA, S.L.; ARAÚJO, J.A.F. de; FIRMINO, T. DE A.B. Os benefícios da vacina H1N1 em idosos. **Brazilian Journal of health Review**, v. 2, n. 1, p. 185-191, 2019.

ARAUJO, T.M.E. DE; DE CARVALHO, P.M.G.; VIEIRA, R.D.F. Análise dos eventos adversos pós-vacinais ocorridos em Teresina. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 60, n. 4, p. 444-448, 2007.

BEIRIGO, A.P.T.; PEREIRA, I. DA S.; DA SILVA, P.C.L. INFLUENZA A (H1N1): REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. SaBios: **Revista de Saúde e Biologia**, v. 12, n. 2, p. 53-67, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Programa Nacional de Imunizações 30 anos**. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamentos de Ciência e Tecnologia. **Política Nacional de ciência, tecnologia e inovação em saúde/ Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Ciência e Tecnologia- 2**. Ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2008. 44 p. – (Série B. Textos Básicos em Saúde), 2008.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. DEPARTAMENTO DE VIGILÂNCIA DAS DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS. **Manual de vigilância epidemiológica de eventos adversos pós-vacinação** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – 3. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 252 p.: il., 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de eventos adversos pós-vacinação**. Brasília, 2008.

CAMPOS, E.C.; SUDAN, L.C.P.; MATTOS, E.D. DE; FIDELIS, R. Fatores relacionados à vacinação contra a gripe em idosos: estudo transversal, Cambé, Paraná, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, n. 5, p. 878-888, 2012.

COSTA, M.F.L. Fatores associados à vacinação contra gripe em idosos na região metropolitana de Belo Horizonte. **Revista de Saúde Pública**, v. 42, n 1, p. 100-107. 2008.

COSTA, N.M.N.; LEÃO, A.M.M. Casos notificados de eventos adversos pós-vacinação: contribuição para o cuidar em enfermagem. **Revista Enfermagem UERJ**, v. 23, n. 3, p. 297-303, 2015.

CARVALHO, A.P. de; FARIA, S.M. de. Vacinação da criança e adolescente. **Residência Pediátrica**, v. 4, p. 10-22, 2014.

FREITAS, F.R.M. de; SATO, H.K.; ARANDA, C.M.S. DE S.; ARANTES, B.A.F.; PACHECO, M.A.; WALDMAN, E.A. Eventos adversos pós-vacina contra a difteria, coqueluche e tétano

e fatores associados à sua gravidade. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, n. 6, p. 1032-1041, 2007.

JESUS, D.M.; BASTOS, M.A. de; CARVALHO E.C. Estudo dos eventos adversos provocados pela vacina tetravalente. **Revista Enfermagem UERJ**, v. 12, n. 3, p. 299-305, 2004.

DOMINGUES, C.M.A.S.D.; TEIXEIRA, A.M. DA S. Coberturas vacinais e doenças imunopreveníveis no Brasil no período de 1982- 2012: avanços e desafios do Programa Nacional de Imunizações. **Epidemiologia, Serviços e Saúde**, v.22, n.1 Brasília, 2013.

DONALISIO, M.R.; RAMALHEIRA, R.M.; CORDEIRO, R. Eventos adversos após vacinação contra influenza em idosos, Distrito de Campinas, SP, 2000. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, n. 4, p. 467-471, 2003.

FEIJÓ, R.B.; SÁFADI, M.A.P. Imunizações: três séculos de uma história de sucessos e constantes desafios. **Jornal de Pediatria**, v. 82, n. 3, p. 1-3, 2006.

HOMMA, A.; MARTINS, R. DE M.; LEAL, M. DA L.F.; FREIRE, M. DA S.; COUTO, A.R. Atualização em vacinas, imunizações e inovação tecnológica. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 16, n. 2, p. 445-458, 2013.

JUNIOR, J.B. DA S. 40 anos do Programa Nacional de Imunizações: uma conquista da Saúde Pública brasileira. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 22 n. 1, p. 1-2, 2013.

LOIOLA, H.A. DO B.; DE ALMEIDA, A.A.G.; PEREIRA, F.M.; SARDINHA, A.H.L. Eventos adversos pós-vacinação ocorridos em crianças no município de São Luís, Maranhão. **Revista de Pesquisa em Saúde**, v. 17, n. 1, p. 17-22, 2016.

MARTINS, R.M.; MAIA, M. DE L. DE S.; Eventos adversos pós-vacinais e resposta social. **História, Ciência e Saúde, Manguinhos**, v. 10, p. 807-825. 2003.

MONTEIRO, S.A.M.G.; TAKANO, O.A.; WALDMAN, E.A. Avaliação do Sistema Brasileiro de Vigilância de Eventos Adversos Pós-vacinação. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 14, n. 3, p. 361-371. 2011.

MOREIRA, M.S. **Política de imunização no Brasil: processo de introdução de novas vacinas**. 2002. 84 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2002.

PIACENTINI, S.; CONTRERA-MORENO, L. Eventos adversos pós-vacinais no município de Campo Grande. Mato Grosso do Sul, 2008.

PIACENTINI, S.; MORENO, L.C. Eventos adversos pós-vacinais no município de Campo Grande (MS, Brasil). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 2, p. 531-536, 2011.

PONTE, C. F. Vacinação, controle de qualidade e produção da vacinas no Brasil a partir de 1960. **História, Ciência e Cultura**, Rio de Janeiro, v. 10, 2003.

PORTO, A.; PONTE, C.F. 'Vacinas e campanhas: imagens de uma história a ser contada'. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, v.10, p. 725-42. 2003.

PORTO, M. Y. Uma revolta popular contra a vacinação. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 1, p. 1-2, 2003.

WALDMAN, E.A.; LUHM, K.R.; MONTEIRO, S.A.M. G; DE FREITAS, F.R.M. Vigilância de eventos adversos pós-vacinação e segurança de programas de imunização. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, n. 1, 2011.



ULTRASSOM TERAPÊUTICO NA CICATRIZAÇÃO TECIDUAL

Soraya Oliveira Moura¹, Adna Rocha de Araújo Maia², Wagner Coelho de Albuquerque Pereira³, Luis Eduardo Maggi^{1,4}

1. Universidade Federal do Acre (Ufac), Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde na Amazônia Ocidental, Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Policlínica Barral e Barral, Rio Branco, Acre, Brasil;
3. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Programa de Engenharia Biomédica;
4. CCBN, Universidade Federal do Acre (Ufac).

RESUMO

A prática terapêutica do ultrassom na área da fisioterapia cria um conjunto de efeitos biológicos discutido pela comunidade científica. O manuseio adequado relacionado a dosimetria, intensidade, tempo e frequência auxiliam no reestabelecimento do tecido lesionado. O presente estudo busca descrever os processos fisiológicos da cicatrização e revisar a aplicabilidade do ultrassom terapêutico na reparação tecidual, por meio de uma revisão literária. Os benefícios do ultrassom ocorrem devido a penetração de ondas emitidas pelo transdutor e envolvem aceleração da velocidade de difusão de íons através da membrana celular, melhorando a troca de fluidos, proporcionando um aumento do metabolismo da região lesada.

Palavras-chave: Ultrassom terapêutico, cicatrização e fisiologia.

ABSTRACT

The therapeutic session in the area of physiotherapy creates a set of biological effects discussed by the scientific community. License handling related to dosimetry, intensity, rhythm, and frequency assists in reestablishing tissue failures. The present study aims to describe the physiological processes of healing and to review the applicability of therapeutic ultrasound treatment through a literary review. The benefits of ultrasound due to the penetration of waves emitted by the transducer involve the acceleration of ion transmission across the cell membrane, improving fluid exchange, providing increased metabolism of the injured region.

Key words: Therapeutic ultrasound, healing and physiology.

1. INTRODUÇÃO

O princípio do ultrassom terapêutico (US) tem como base o efeito piezoelétrico e este, por sua vez, foi descoberto pelos irmãos Pierre e Jacques Curie no ano de 1880, através de aplicação com corrente elétrica senoidal sobre um cristal de quartzo posicionado

entre duas placas metálicas, na qual confirmaram a geração de uma vibração de alta frequência (FREITAS; FREITAS; STRECK, 2011).

No ano de 1917 em Paris, Langevin, Tournier e Howeck desenvolveram pela primeira vez um aparelho piezoelétrico que tinha utilidade para a Marinha, e também apresentava aplicações no campo da biologia, uma vez que sob a ação do mesmo, pequenos peixes morriam após grandes convulsões (WOOD; LOOMIS, 1927). No entanto, foi apenas em 1927 que Wood e Loomis concluíram que o aparelho poderia realizar mudanças duradoras em sistemas biológicos, por meio da absorção de energia ultrassônica, promovendo um aquecimento aos tecidos (WOOD; LOOMIS, 1927). Atualmente, também se tem observado os efeitos benéficos das propriedades mecânicas que não geram aquecimento nos tecidos (conhecidas como propriedades atérmicas), como o estímulo à cicatrização muscular, epitelial e diminuição de processos inflamatórios (KORELO; FERNANDES, 2016).

O processo fisiológico de cicatrização de feridas é desencadeado após o início de uma lesão tecidual (GONZALEZ et al., 2016). Os mecanismos causadores de lesão quebram a continuidade física dos tecidos funcionais e podem ter origem interna ou externa (SHAW; MARTIN, 2009). O processo natural de cicatrização é regulado através de uma complexa cascata, que depende de inúmeros tipos de células e mediadores que interagem de forma altamente coerente e envolvem uma série de eventos que representam uma tentativa de recuperar a estrutura anatômica e função normal do local afetado (SORG et al., 2017). Este evento abrange vários fatores sistêmicos e locais e qualquer desequilíbrio nesse processo ou ausência de elementos, principalmente a formação de colágeno, podem comprometer o resultado final da regeneração (OLSON et al., 2008).

Atualmente há indicações de que métodos eletrotermofototerapêuticos atuam na melhora do processo de cicatrização, porém este campo ainda é pouco compreendido (ENNIS et al., 2016). O ultrassom terapêutico (UST) está entre os tratamentos adjuvantes, não-invasivos mais utilizados dentro da fisioterapia e medicina regenerativa para auxiliar no reparo tecidual de lesões (OLSON et al., 2008). Com este método, ondas mecânicas, bem acima da faixa audível (chamadas de ultrassom) são produzidas por um transdutor piezoelétrico que é colocado sobre a pele e penetra na região em diferentes profundidades, dependendo da frequência que pode variar de 0,75 a 3,0 MHz (AGNE et al., 2013). Dessa forma, o presente capítulo tem como objetivo descrever a fisiologia do processo de cicatrização e analisar a aplicabilidade do ultrassom terapêutico no reparo tecidual, por meio de uma revisão literária.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FISILOGIA DA CICATRIZAÇÃO

A fisiologia da cicatrização de lesões cutâneas é um processo vital que visa reparar um dano de continuidade que pode ser causado por mecanismos intrínsecos ou extrínsecos (GONZALEZ et al., 2016). Essa fisiologia é mediada por diversos eventos complexos, que regulam a proliferação celular e atuam juntos em busca da regeneração tecidual (HAN; CEILEY, 2017). Os processos celulares e bioquímicos da cicatrização podem ser classicamente divididos em quatro fases: hemostasia, inflamação, proliferação e remodelação (ROSINCZUK et al., 2016; PAZYAR et al., 2014).

2.2 HEMOSTASIA

A hemostasia inicia-se imediatamente após a lesão ser estabelecida e é desencadeada por meio de atividade plaquetária e uma cascata de coagulação, tendo em vista que após o dano tecidual, alterações nas células endoteliais, a ruptura de vasos sanguíneos e extravasamento de seus constituintes estimulam compostos vasoativos como catecolaminas e serotonina que, por sua vez, produz uma vasoconstrição instantânea com o objetivo de reduzir a hemorragia (OLIVEIRA; DIAS, 2012; GANTWERKER; HOM, 2012). Simultaneamente após a ativação das plaquetas por colágeno e trombina segue-se um processo de agregação plaquetária que estimula liberação de fator de crescimento (PDGF), envolvido no fechamento da lesão (IRION, 2012). Juntamente com as plaquetas, o fibrinogênio sérico é clivado, produzindo monômeros de fibrina que se polimerizam e dão origem a um tampão de coagulação, fornecendo hemostasia sanguínea (ISAAC et al., 2010). A formação do coágulo e as plaquetas auxiliam e secretam mediadores inflamatórios, atraindo neutrófilos, levando à próxima etapa de cura (GANTWERKER; HOM, 2012).

2.3 INFLAMAÇÃO

A fase seguinte, chamada de inflamatória ocorre entre o primeiro e o terceiro dia após o dano tecidual e é marcada pela vasodilatação e aumento da permeabilidade vascular com conseqüente estímulo a quimiotaxia (HAN; CEILEY, 2017). Após 24 horas da lesão de continuidade, os neutrófilos chegam em massa ao local, e se aderem ao endotélio

por meio de fusão com as selectinas, agindo como socorristas, produzindo radicais livres e fagocitando bactérias (SINGH; YOUNG; MACNAUGHT, 2017). Após a invasão de neutrófilos na área afetada, os mesmos são gradualmente substituídos por macrófagos que por sua vez chegam ao local após cerca de 48 a 96 horas e são encontrados em todas as fases seguintes, apresentando um papel fundamental no desbridamento e desvitalização de corpos estranhos (CAMPOS; BRANCO; GROTH, 2007). Além disso, os macrófagos também são responsáveis pela liberação de citocinas e fatores de crescimento, bem como auxiliam no desenvolvimento da fibroplasia, angiogênese e síntese da matriz extracelular, importantes para o estágio seguinte (JANIS; HARRISON, 2016).

2.4 PROLIFERAÇÃO

Proliferação é o termo usado para definir a fase em que ocorre tanto a reepitelização como a formação de tecido de granulação, sendo que o processo de granulação ocorre dentro de 3 a 5 dias, ao passo que a reepitelização tem início dentro de 24 horas, porém só é observável após o término da fase inflamatória (IRION, 2012). A reepitelização consiste na formação de uma nova barreira permeável e se dá a partir dos queratinócitos presentes na borda da lesão, derme e anexos (JANIS; HARRISON, 2016). Nesta fase, os linfócitos ajudam a recrutar fibroblastos que juntos com células endoteliais, células musculares lisas e células epiteliais passam a recobrir a lesão à medida em que ocorre a angiogênese, pois essa representa a formação de novos vasos mediante outros vasos pré-existentes circundantes na borda da lesão, com posterior involução na remodelagem (PAZYAR et al., 2014; LAUREANO; RODRIGUES, 2011). O aporte local de nutrientes, oxigênio e recrutamento de células inflamatórias permitem que os novos vasos migrem para o centro da ferida, produzindo tecido de granulação (GONZALEZ et al., 2016). Os eventos que ocorrem durante a neovascularização ou angiogênese são mediados por fatores de crescimento, em especial o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) (MEDEIROS; FILHO, 2016). A angiogênese também é responsável pelo aumento de macrófagos e fibroblastos na ferida (TAZIMA; VICENTE; MORIYA, 2008). O último passo nessa fase é o processo de granulação que tem o objetivo de preencher o defeito da lesão e para isso, os fibroblastos e células endoteliais são muito importantes (MEDEIROS; FILHO, 2016). Após a limpeza realizada por macrófagos da área afetada, os fibroblastos chegam, se dividem e produzem componentes da matriz extracelular (TAZIMA; VICENTE; MORIYA, 2008). Fatores de

crescimento ajudam no aumento e ativação de fibroblastos bem como estimulam os mesmos a produzirem colágeno, por outro lado os filamentos de actina transforma-os em miofibroblastos favorecendo o fechamento e cicatrização da lesão (ROSSI; SOUZA; GENARI, 2018).

2.5 REMODELAMENTO

Por fim, o remodelamento da lesão de continuidade consiste na fase mais longa e é marcado por apoptose de células dos estágios anteriores, involução do tecido de granulação, retração dos vasos sanguíneos e substituição de colágeno tipo III por tipo I (GANTWERKER; HOM, 2012). Nesta fase deve haver um equilíbrio entre a produção e degradação das fibras de colágeno pela ação da collagenase para que ocorra uma cicatrização adequada (ORGANACT, 2019). Com o passar do tempo, a predominância do colágeno tipo I e a remodelação na sua organização aumenta a força tensil gradualmente de 15% até 80% ao final da remodelação completa, favorecendo a recuperação de uma estrutura similar ao período anterior à lesão (SINGH; YOUNG; MCNAUGHT, 2017) (Figura 1).

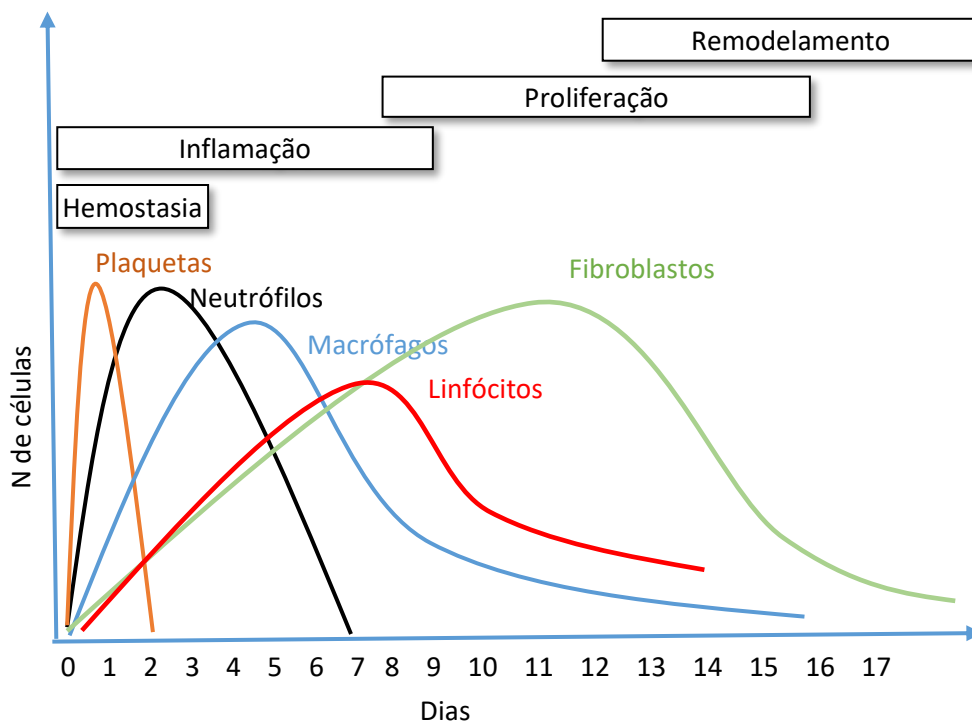


Figura 1: Representação das fases de cicatrização e suas principais células respectivamente.

2.6. AÇÃO DO ULTRASSOM TERAPÊUTICO

No ano de 1880 Pierre e Jacques Curie aplicaram uma corrente elétrica sobre um cristal de quartzo posicionado entre duas placas metálicas e perceberam que ocorria uma vibração de alta frequência que foi chamada de ultrassom e a transformação de corrente elétrica em energia mecânica ou vice-versa caracterizou-se como efeito piezoelétrico (FREITAS; FREITAS; STRECK, 2011). Com o passar dos anos, estudos indicaram que a absorção da energia ultrassônica pelos tecidos pode resultar em efeitos térmicos, mecânicos e biológicos que estimulam as trocas celulares (OLSON et al., 2008). Conseqüentemente, nos dias atuais o ultrassom tem sido amplamente utilizado por profissionais de saúde (ARTILHEIRO et al., 2010; MACHADO et al., 2016).

As ondas produzidas são de natureza longitudinal, ou seja, a direção da propagação tem a mesma direção da vibração das partículas do meio, provocada pela passagem da onda (KITCHEN, 2003; FISH, 1991). As ondas longitudinais possuem a propriedade de gerar ciclos de compressão e rarefação do meio desde que o meio tenha propriedades elásticas, como é o caso dos tecidos biológicos (CORADINI et al., 2013).

O ultrassom interage com o tecido biológico à medida em que se propaga, ocorrendo vários fenômenos físicos conhecidos, tais como reflexão, refração, absorção, cavitação, espalhamento e atenuação da onda (FISH, 1991). Para o ultrassom terapêutico, os fenômenos mais importantes são a absorção (responsável pela geração de calor) e a reflexão/espalhamento/cavitação (responsáveis pela deposição da energia mecânica nos alvos atingidos) (FISH, 1991). A absorção é classicamente ligada ao que se chama de “efeitos térmicos” da aplicação do ultrassom, uma vez que a intenção dessa terapia seria aquecer os tecidos e os benefícios pretendidos são produzidos pelo calor, e para isso a terapia tem como base a aplicação de ondas contínuas, pois assim a absorção tende a se sobressair em relação aos outros fenômenos (FISH, 1991).

Já os fenômenos de cavitação, reflexão/espalhamento são ligados ao que se chama de “efeitos atérmicos” e sua base é a aplicação de ondas pulsadas, pois dessa forma a absorção deixa de se sobressair como fenômeno e a energia mecânica atua (promovendo micromassagem, p.ex.) com aquecimento muito reduzido (KITCHEN, 2003). O fenômeno físico da cavitação se origina durante a expansão visto que os gases absorvidos no líquido em volta da cavidade ou na interface evaporam-se, expandindo a cavidade e por fim promovendo efeitos de ativação em reações químicas (OLSON et al., 2008).

As frequências da onda ultrassônica nos aparelhos comerciais costumam ser de 3 MHz, pretendendo atingir profundidades superficiais (de 1 a 2 centímetros), ou 1 MHz que pode atingir tecidos mais profundos, podendo chegar de 3 a 5 cm (KORELO; FERNANDES, 2016). A intensidade dos equipamentos comerciais pode ser entre 0,5 e 2 W/cm² para terapia térmica e entre 0,1 e 0,3 W/cm² para terapia atérmica, dependendo da profundidade que se deseja alcançar (OLIVEIRA et al., 2015).

Os meios de condução transdutora do ultrassom utilizados pelo usuário podem ser gel, emulsão, óleos, medicamentos em forma de gel e água. O manuseio do cabeçote (parte do aparelho por onde a onda produzida sairá e entrará no tecido do paciente) será de forma lenta, com movimentos curtos e uniformes, circulares ou em formato de oito, sempre com cuidado nas proeminências ósseas (ARTILHEIRO et al., 2012). A duração da terapia em geral é estabelecida através de uma relação entre área a ser tratada e o tamanho do cabeçote, e a frequência da sessão é indicada duas vezes ao dia até o final da fase inflamatória, reduzindo para três vezes na semana (IRION, 2012).

A aplicação do ultrassom na fase inflamatória age sobre os macrófagos conforme demonstrado pelo aumento da quantidade de citocina junto com a produção e aumento da adesão e migração de leucócitos, gerando mecanismos de adesão celular à matriz extracelular, promovendo elevação do número de colágeno e favorecendo alterações morfológicas nos fibroblastos, como o retículo endoplasmático (ENNIS et al., 2016). As forças produzidas pelas correntes acústicas modificam a permeabilidade da membrana plaquetária provocando a liberação de serotonina, histamina junto com fatores de macrófagos e o uso do ultrassom também provoca aumento do cálcio iônico que funcionam como um sinal intracelular para correta resposta metabólica, dessa forma o ultrassom é capaz de acelerar a cura da inflamação desde que o fator inflamatório seja retirado do local (FREITAS; FREITAS; STRECK, 2011).

Na fase proliferativa, a presença de fibroblastos estimula a produção de mais colágeno na região lesada e o uso do ultrassom nesse momento aumenta essa síntese em virtude do aumento da permeabilidade da membrana celular que o mesmo desencadeia, permitindo a entrada de íons de cálcio que comandam a atividade celular e promovendo maior força tensil ao tecido (OLSON et al., 2008). Nesse respeito, um estudo realizado em ratos wistar com tendinite avaliou os efeitos do US e observou melhora na agregação, organização, maturação nas fibras de colágeno e proliferação de fibroblastos seguindo o modo pulsado, frequência de 1MHz, durante 2 minutos (SILVA et al., 2010). A aplicação do ultrassom nessa etapa é importante pois a proliferação desordenada de fibroblastos pode

resultar em cicatrizes erradas, como queloides e aderências por exemplo (FERNANDES; PEDRINELLI; HERNANDEZ, 2011).

Por conseguinte, na remodelação, a adoção do ultrassom terapêutico auxilia na reorganização das fibras de colágenas promovendo aumento da elasticidade sem perder a força e acelerando essa fase (FREITAS; FREITAS; STRECK, 2011). Além disso o uso do ultrassom na fase de remodelagem, poderá fazer com que as fibras de colágeno, importantes no fechamento da cicatriz e recuperação do dano tecidual, sejam distribuídas de forma homogênea e regular, concedendo um melhor aspecto à lesão (NOGUEIRA et al., 2014).

Os benefícios do modo térmico envolvem melhora da extensibilidade tecidual, aumento do fluxo sanguíneo, modulação da dor e da resposta inflamatória e inibição de espasmos musculares, ao passo que os efeitos desejáveis atérmicos abrangem aumento da permeabilidade celular, síntese de fibroblastos, aumento da passagem dos metabólitos através da membrana celular e a vibração promovida pelo ultrassom modifica o gradiente de concentração das moléculas de cálcio e potássio promovendo aumento da atividade celular (OLSON et al., 2008).

A calibração no aparelho precisa ser realizada de forma regular, e o ideal é uma vez por semana, tendo em vista que a leitura do marcador do aparelho quanto a potência nem sempre é compatível com o que sai do cabeçote, por esse motivo é importante calibra-lo comparando com um dispositivo exclusivo para essa função como uma balança de pressão de radiação (KITCHEN, 2003). A falta de calibração pode levar a ineficácia do tratamento e até desenvolver novas lesões (OLSON et al., 2008).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pode-se observar que o ultrassom terapêutico tem sido bastante utilizado como um recurso alternativo e não invasivo com efeitos desejáveis no processo de cicatrização tecidual (KORELO; FERNANDES, 2016). Com base nas literaturas revisadas, a modalidade pulsada com seus efeitos não térmicos é a mais escolhida pelos pesquisadores tendo em vista que sob baixa intensidade, o risco de erros durante o tratamento é minimizado (OLSON et al., 2008).

Por outro lado, a terapia com ultrassom ainda é um campo em contínua expansão, que tem despertado constante interesse para o desenvolvimento de novas pesquisas de aplicações clínicas (MASON, 2011). Para isso, porém é necessário conhecimento e correto manuseio dos parâmetros como a frequência, intensidade, duração do tratamento, tipo de cabeçote, área de tratamento e, especialmente, a calibragem do aparelho afim de obter o máximo de proveito da terapia por ultrassom (ARTILHEIRO et al., 2012; AGNE et al., 2013).

4. REFERÊNCIAS

AGNE, J. E et al. **Eletrotermofototerapia**. 2ª ed revisada. Andreoli, 2013.

ARTILHEIRO, P.P. et al. Análise comparativa dos efeitos do ultrassom terapêutico e laser de baixa potência sobre a proliferação de células musculares durante a diferenciação celular, **Fisioterapia & movimento**, v. 25, n. 1, p. 21-29, 2012.

ARTILHEIRO, P.P. et al. Efeitos do ultra-som terapêutico contínuo sobre a proliferação e viabilidade de células musculares C2C12, **Fisioterapia e pesquisa**, v. 17, n. 2, p. 167-172, 2010.

CAMPOS, A.C.L.; BRANCO, A.B.; GROTH, A.K. Cicatrização de feridas, **ABCD-Arquivos Brasileiro de Cirurgia Digestiva**, v. 20, n. 1, p. 51-58, 2007.

CORADINI, J.G. et al. Comparação entre o laser de baixa potência, ultrassom terapêutico e associação, na dor articular em ratos Wistar, **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 54, n. 1, p. 7-12, 2013.

ENNIS, W.J. et al. Advanced Technologies to Improve Wound Healing: Electrical Stimulation, Vibration Therapy, and Ultrasound-What Is the Evidence? **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 138, n. 3, 2016.

FERNANDES, T. L.; PEDRINELLI, A; HERNANDES, A. J. Lesão muscular– fisiopatologia, diagnóstico, tratamento e apresentação clínica, **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 46, n. 3, p. 247-255, 2011.

FISH, P. **Physics and Instrumentation of Diagnostic Medical Ultrasound**. 1º ed. Wiley-Blackwell, 1991.

FREITAS, T.P.; FREITAS, L.S.; STRECK, E.L. Ultra-som terapêutico no mecanismo de cicatrização: uma revisão. **Arquivos Catarinenses de Medicina**, v. 40, n. 1, 2011.

GANTWERKER, E.A.; HOM, D.B. Skin: histology and physiology of wound healing, **Facial Plastic Surgery Clinics of North America**, v. 19, p. 441-453, 2012.

GONZALEZ, A.C.O et al. Wound healing - A literature review. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 91, n. 5, p. 614-620, 2016.

HAN, G.; CEILLEY, R. Chronic Wound Healing: A Review Of Current Management And Treatments, **Advances In Therapy**, v. 34, n. 3, p. 599-610, 2017.

IRION, G.L. **Feridas, novas abordagens, manejo clínico e atlas em cores**. 2º ed. Guanabara Koogan, 2012.

ISAAC, C. et al. Processo de cura das feridas: cicatrização fisiológica, **Revista de Medicina**, v. 89, n. 3-4, p. 125-131, 2010.

JANIS, J. E.; HARRISON, B. Wound healing: Part I. basic science, **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 138, n. 3S, p. 9S–17S, 2016.

KITCHEN, S. **Eletroterapia: Prática Baseada em Evidências**. 11º ed. Manole, 2003.

KORELO, R.I.G.; FERNANDES, L.C. Ultrassom terapêutico para cicatrização de feridas: revisão sistemática, **Conscientiae Saúde**, v. 15, n. 3, 2016.

LAUREANO, A.; RODRIGUES, A.M. Cicatrização de feridas, **Sociedade Portuguesa De Dermatologia e Venereologia**, v. 69, n. 3, 2011.

MACHADO, M.R. et al. A utilização do ultrassom terapêutico e do laser de baixa potência na cicatrização de úlcera por pressão no paciente oncológico, **Revista de trabalhos acadêmicos – Universo Juiz de fora**, v.1, n. 2, 2016.

MASON, T.J. Therapeutic ultrasound an overview, **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 18, n. 4, p. 847-852, 2011.

MEDEIROS, A.C.; FILHO, A.M.D. Cicatrização das feridas cirúrgicas, **Journal of Surgical and Clinical Research**, v. 7, n. 2, p. 87-102, 2016.

NOGUEIRA, V.C. et al. Biomodulation effects of LED and therapeutic ultrasound combined with semipermeable dressing in the repair process of cutaneous lesions in rats, **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 29. n. 9, 2014.

OLIVEIRA, I.V.P.M.; DIAS, R.V.C. Cicatrização de feridas: fases e fatores de influência, **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 6, n. 4, p. 267-271, 2012.

OLIVEIRA, P.D. et al. Efeito da terapia ultrassônica de baixa intensidade em cultura celular de fibroblastos, **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 112-118, 2015.

OLSON, et al. Ultra-som terapêutico na cicatrização tecidual, **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1199-1207, 2008.

ORGANACT. **Ferida e processo cicatricial**. Disponível em: <http://organnact.com.br/arquivos/Informativo_Organnact_F.x_.pdf>. Acesso em 26/06/2019.

- PAZYAR, N. et al. Skin wound healing and phytomedicine: A Review, **Skin Pharmacology Physiology**, v. 27, n. 6, p. 303-310, 2014.
- ROSINCZUK, J. et al. Mechanoregulation of wound healing and skin homeostasis, **BioMed Research International**, v. 2016, 2016.
- ROSSI, Y.; SOUZA, N.C.S.; GENARI, M.C. Remodelação tecidual: Induzido por Fator de Crescimento na Cicatrização da Acne, **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 2, p. 130-146, 2018.
- SHAW, T.J.; MARTIN, P. Wound repair at a glance. **Journal of Cell Science**, v. 122, n. 18, p. 3209-3213, 2009.
- SILVA, J.M.N. et al. Estudo da ação do ultrassom terapêutico em modelo experimental de tendinite em ratos Wistar. **ConsSaúde**, v. 9, n. 4, p. 626-632, 2010.
- SINGH, S.; YOUNG, A.; MCNAUGHT, C.E. The physiology of wound, **Sugery (Oxford)**, v. 29, p. 475-479, 2017.
- SORG, H. et al. Skin Wound Healing: An Update on the Current Knowledge and Concepts. **European Surgical Research**, v. 58, p. 81-94, 2017.
- TAZIMA, M.F.G.S.; VICENTE, Y.A.M.V.A.; MORIYA, T. Biologia da ferida e cicatrização, **Revista Medicina Ribeirão Preto**, v. 41, n. 3, p. 259-264, 2008.
- WOOD, R.W.; LOOMIS A.L. The physical and biological effects of high frequency sound waves of great intensity. **Jornal do Instituto Franklin**, v.205, p. 151-153, 1927.



EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EM RIO BRANCO, ACRE- AMAZÔNIA OCIDENTAL

Adriana Valente de Oliveira¹, José Genivaldo do Vale Moreira¹, Rodrigo Otávio Peréa Serrano², Josué da Silva Santos³

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Ciência Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Rio Branco, Acre, Brasil;

2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Rio Branco, Acre, Brasil;

3. Prefeitura Municipal de Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

Eventos hidrológicos extremos vêm ocorrendo sistematicamente, não só na Amazônia, mas em todo o globo. As causas destes eventos são inúmeras, no entanto, é quase consenso que grande parte destes desastres é causado por ações antrópicas decorrentes da falta de planejamento urbano, uso desordenado do solo, ocupações em áreas de risco hidrológico e geológico, subdimensionamento de galerias de águas pluviais, impermeabilização do solo, desmatamento, queimadas, etc. Os danos decorrentes desses eventos acometem principalmente populações e localidades vulneráveis, acarretando em prejuízos econômicos, patrimoniais, sociais, além de perdas de vidas humanas. A cidade de Rio Branco, vem sofrendo com os prejuízos decorrentes dos alagamentos e inundações que têm desabrigado e atingindo cada vez mais pessoas ao longo dos anos.

Palavras-chave: Inundações, Rio Branco e Eventos extremos.

ABSTRACT

Extreme hydrological events have been occurring systematically not only in the Amazon but across the globe. The causes of these events are numerous, however, it is almost agreed that most of these disasters are caused by anthropic actions resulting from lack of urban planning, disordered land use, occupation of hydrological and geological risk areas, undersizing of storm sewers, surface sealing, deforestation, fires etc. The damages resulting from these events mainly affect vulnerable populations and localities, resulting in economic, patrimonial and social damages, besides loss of human lives. The city of Rio Branco has been suffering from the damage resulting from flood and inundation that have been increasingly affecting and leaving people homeless over the years.

Keywords: Floods, Rio Branco and Extreme events.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a quantidade de desastres naturais sofreu acentuado incremento, sobretudo aqueles cujas causas são creditadas às alterações nos processos hidrológicos. Todavia, existem evidências da intensa busca do Homem pelo conhecimento da dinâmica dos elementos envolvidos em tais processos desde seus primórdios, uma vez que a água é elemento preponderante ao desenvolvimento humano desde as primeiras civilizações (SOUZA et al., 2016; MOREIRA et al., 2016).

Dentre os fenômenos hidrológicos, a precipitação pluviométrica e a vazão nos cursos d'água se destacam por causa da incerteza presente no comportamento espacial e temporal, bem como pela forma como atingem as populações que habitam as áreas mais vulneráveis, notadamente diante da ocorrência de eventos extremos. Por isso, o planejamento e gerenciamento adequado dos sistemas hídricos se tornaram muito importantes na sociedade contemporânea já que as estratégias racionais de uso desses recursos é fundamental para estabelecer ações mitigadoras frente aos impactos de tais eventos (VILANOVA, 2014; TUNDISI e TUNDISI, 2015).

Mesmo diante de evidente avanço da ciência hidrológica nas últimas décadas, sobretudo dos métodos focados em relacionar as vazões e as precipitações, muitos avanços ainda são necessários neste sentido. Santos et al. (2016) garantem que a vazão é uma das variáveis hidrológicas mais estudadas, dada a sua importância econômica e ambiental. Os referidos autores alertam que as várias formas de uso da água, tais como consumo humano e animal, irrigação, hidroeletricidade entre outros, dependem dos padrões verificados no regime de vazões. Já Lopéz; Francés (2013) acreditam que a compreensão do processo que resulta em vazões extremas é um dos grandes desafios da ciência hidrológica e, para atenuar os impactos de suas ocorrências. Os autores acreditam, adicionalmente, que o estudo da frequência e magnitude são capitais.

Eventos hidrológicos extremos, tais como as inundações, provocadas sobretudo por alterações no relação chuva-vazão, ocorrem com diferente frequência e intensidade, em regiões distintas e os danos são geralmente elevados. Souza et al. (2016) esclarecem que evitar a ocorrência de desastres naturais foge à capacidade humana, todavia, pode-se desenvolver medidas racionalmente capazes de minimizar os seus impactos. Para Tundisi e Tundisi (2015), são muitos os fatores que podem alterar temporalmente o ciclo

hidrológico, quais seja aqueles relacionados às alterações advindas do processo natural do clima ou aqueles associados às diversas atividades humanas.

Recentemente, as discussões sobre as possíveis causas associadas à ocorrência de eventos hidrológicos extremos ganharam notoriedade tanto no meio científico quanto em outras organizações. Muito se tem creditado a ocorrência desses eventos à variabilidade climática, motivada por evidências científicas de que alterações nos padrões do clima, tanto em escala regional quanto global, podem impactar diretamente em diversas variáveis hidrológicas, majoritariamente na relação chuva-vazão. Isso, evidentemente, despertou o interesse da comunidade científica especializada (MARENGO, 2008).

Segundo Moreira e Naghettini (2016) é quase consenso que as alterações climáticas estão ocorrendo e possivelmente se intensificarão. Mas, mesmo ainda havendo divergências no tocante às conclusões, muitos estudos apresentam em suas conclusões que muitos problemas relacionados aos eventos hidrológicos extremos podem, sim, estar associados às atividades de natureza antrópica. Para Nunes et al. (2018), os eventos climáticos extremos estão entre as principais manifestações das alterações climáticas, e destacam que a minimização dos impactos decorrentes carece do estudo da magnitude e frequência de suas ocorrências, especialmente no contexto regional.

Neste sentido, Santos et al. (2010) e Santos et al. (2013) destacam que os impactos das alterações climáticas sobre as variáveis hidrológicas já são sentidos e, em alguns casos, são atribuídos aos conflitos por causa de oferta e/ou demanda dos recursos hídricos. Para Marengo (2008), o Brasil é situado em região vulnerável às implicações das possíveis alterações climáticas, principalmente no tocante aos extremos climáticos. A Amazônia, por exemplo, é uma área evidentemente vulnerável e, por conseguinte, a área que delimita o estado do Acre.

Concernente à precipitação pluviométrica em Rio Branco, Duarte (2005) observou tendência de aumento no volume das precipitações anuais até 1990, seguida de diminuição desse volume até 2003. O autor alerta para a possibilidade de possível relação com ações antrópicas ao longo do tempo. Além disso, pondera que o estado do Acre está localizado em uma região sujeita à influência de diversos fenômenos hidroclimáticos, especialmente o regime de precipitação pluviométrica. Por outro lado, Moreira e Naghettini (2016) não verificaram tendência significativa no regime de precipitações máximas anuais registradas em Rio Branco, para o intervalo temporal de 1971 a 2012. Todavia, Santos et al. (2013) alertam para a possibilidade de flutuações nas condições climáticas na Amazônia brasileira, provocadas por outros fenômenos, a exemplo do ENSO (El-nino Southern Oscillation).

Portanto, estudos voltados a análise dos eventos hidrológicos extremos ocorridos em várias partes do mundo e do Brasil, em especial a região amazônica, são de fundamental importância para se conhecer as reais causas destes eventos, no intuito de subsidiar e auxiliar à tomada de decisões concernentes às políticas públicas que visem o estabelecimento de medidas mitigadoras, bem como, subsidiar pesquisas complementares na região, contribuindo para a preparação da sociedade frente a possíveis impactos de eventos extremos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS

“Os desastres naturais não são riscos, eles se tornam por causa do homem, de sua ignorância ou negligência (RANH, 1986).”

Os eventos hidrológicos extremos têm sido pauta de muitas discussões e pesquisas em nível regional e global haja visto a frequência e a magnitude com que têm ocorrido em diversas regiões do mundo, acarretando inúmeros prejuízos sociais, ambientais e econômicos (MARENGO, 2010).

Define-se evento extremo a ocorrência de uma anomalia ou desvio de comportamento de um padrão médio ou habitual (COUTINHO et al. 2017). De acordo com Dias (2014), é a persistência de um padrão climático global por algumas semanas na qual reduz-se a variabilidade, criando-se uma situação que vai se mantendo e intensificando até caracterizar o extremo.

Conforme Marengo (2010), os eventos climáticos extremos ocorrem de muitas formas, como enchentes, secas prolongadas, ondas de calor, tufões e tornados e, apesar dos registros históricos, em muitos casos, datarem de épocas recentes esses eventos não são novidade. Porém a frequência, a quantidade e a intensidade com que ocorrem atualmente seria resposta ao aquecimento anômalo da superfície terrestre, acompanhado de alterações nos padrões climáticas (OSCAR JUNIOR, 2017).

É importante esclarecer as definições utilizadas na literatura sobre os processos envolvidos nas alterações dos padrões climáticos. As alterações climáticas se refletem nas

modificações dos padrões estabelecidos pelas variáveis representativas do clima, em especial as variáveis hidrológicas. Estas definições por sua vez, refletem a dificuldade de separar o efeito das atividades humanas daquele produzido pela variabilidade natural do clima (TUCCI, 2003). Como bem classificam Tucci e Braga (2003), a variabilidade climática é o processo de variação do clima condicionado por fatores naturais existentes na terra e suas devidas interações. Já a mudança climática, segundo os referidos autores, é o processo de mudança do clima creditado às atividades humanas.

Neste sentido, é formidável o que destaca Moreira (2016), segundo o qual é importante observar a definição apresentada por Ishak et al. (2013), que considera a mudança climática como as alterações desencadeadas no processo climático resultante das ações antrópicas, incluindo a emissão de gases do efeito estufa e outros elementos. Nesta conformidade, a variabilidade climática e, então, atribuída às mudanças atinentes às características naturais do clima, ou seja, devido a dinâmica interna do sistema climático.

No que concerne a eventos extremos localizados, sejam hidrológicos ou não, McPhillips (2018) assegura que estes acontecimentos merecem atenção devido ao seu potencial para impactos significativos em sistemas sociais, ecológicos e técnicos atribuindo-os às mudanças climáticas antropogênicas, cujo potencial de impactos vem aumentando devido a localização da urbanização e à expansão dos centros urbanos e de infraestruturas.

Muito embora existam inúmeras incertezas acerca das causas, intensidade e frequência em que os eventos extremos afetarão cada região do planeta, é sabido que as alterações climáticas potencializam a suscetibilidade da população aos efeitos decorrentes do fenômeno, sobretudo se medidas para enfrentamento do mesmo não forem implementadas (ALVIM, 2017). Além disso, o risco de ocorrência de eventos naturais extremos aumenta diante do cenário de alterações climáticas, bem como o risco de eventos singulares de grande escala, ou seja, eventos ainda não conhecidos (DIAS, 2014).

Almeida (2007) define risco como sendo a integração entre os conceitos de - Evento perigoso - caracterizado como incerto mas possível de ser caracterizado probabilisticamente quanto a ocorrência e magnitude. - Exposição - que trata do conjunto de bens pessoais, materiais ou ambientais susceptíveis de serem atingidos pelo evento perigoso e a - Vulnerabilidade - descrita pelo autor como sendo o grau provável de dano ao impacto do evento perigoso. Em resumo, a gênese do risco está associada à interação da inundação perigosa com a vulnerabilidade dos bens em exposição ao impacto dos eventos extremos (ALMEIDA, 2007).

Rosendo et al. (2015) classificam o risco como sendo uma construção eminentemente social na qual todos os fenômenos existentes no globo, sejam eles naturais ou não, só serão representações de perigo se forem agregados a uma sociedade vulnerável, com baixa ou nenhuma resiliência. O autor complementa que embora fenômenos naturais de grande magnitude como terremotos, maremotos, furacões, tsunamis, secas, chuvas extremas e inundações sejam considerados por si só a materialização dos riscos, estes só serão realmente ameaças se atingirem uma comunidade ou um grupo social com baixa ou nenhuma resiliência.

Almeida (2007) ressalta que as causas das inundações quando resultantes de fenômenos naturais, não podem ser evitadas por estarem além da nossa capacidade de intervenção. Contudo, é possível diminuir a magnitude do evento e as respectivas consequências, pois os desastres quando ocorrem resultam da junção de eventos extraordinários e de vulnerabilidades da responsabilidade humana.

Oke (2006); Alcoforado et al., (2009) apud Oscar Junior (2015) afirmam que os impactos dos eventos anômalos de precipitação, por exemplo, podem ser minimizados caso haja aplicação dos conhecimentos climáticos na orientação de instrumentos de gestão urbana entre outras técnicas.

2.1.1. Causas e efeitos dos eventos hidrológicos extremos no ambiente urbano

Os desastres naturais estão entre os problemas mais importantes da sociedade contemporânea, uma vez que os impactos e eles associados podem causar perdas irreparáveis. Entretanto, os desastres naturais estão vinculados à história da humanidade e ao seu modo de apropriação e uso dos recursos naturais e os registros apontam que tais acontecimentos já geraram duros impactos à sociedade desde a formação das primeiras civilizações (MARCELINO, 2008; SOBRAL et al., 2010). Já nos primeiros agrupamentos, constituídos ao longo dos rios, tiveram que desenvolver técnicas de controle de eventos extremos, tais como as práticas de irrigação evidenciadas nos rios Tigre e Eufrates (BRUMES, 2001).

Os desastres naturais podem ser definidos como o resultado de eventos adversos, que causam perturbação ao funcionamento de uma sociedade, podendo causar diversos danos e conseqüentes prejuízos econômicos, sociais e ambientais. A materialização dos desastres naturais pode ser registrada de diversas formas, principalmente por meio de

eventos extremos de variáveis hidrológicas tais como chuva e vazão (MARCELINO, 2008; TOMINAGA, 2009; SOBRAL et al., 2010).

O impacto de um evento extremo pode ser potencializado levando-se em consideração fatores como a densidade demográfica, ocupação em áreas de risco e falta de planejamento urbano, pois com uma população crescente os extremos provocam impactos nunca antes observados, tendo em vista a vulnerabilidade atual dos ambientes urbanizados (DIAS, 2014).

Duarte (2017) acrescenta que as consequências da urbanização não planejada conduzem à precariedade do nível de vida das populações, onde, entre outros efeitos antrópicos, se menciona o aumento na frequência de inundações.

Há ainda que considerar que a ocorrência de eventos pluviométricos intensos encontra no ambiente urbano as condições para seu desenvolvimento (OSCAR JUNIOR, 2015). Somam-se a esses fatores, deficiências no dimensionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais, impermeabilização do solo e inexistência de áreas para recepção natural das águas das chuvas e o descarte inadequado de resíduos sólidos pela população, causando o entupimento de galerias e consequentes alagamentos.

Rosendo et al. (2015) analisando a ocorrência de chuvas intensas e inundações periódicas no município de Cabaceiras – Paraíba, atribuíram a ocorrência dos eventos extremos à fatores tais como presença de solos pouco profundos, com deficiência de drenagem, áreas inundáveis parcialmente impermeabilizadas, cobertura vegetal intensivamente retirada e infraestrutura deficiente em termos de escoamento das águas. Destacando que a população em geral e o poder público encontram-se total ou parcialmente despreparados para este tipo de evento, tornando-se de suma importância o aprofundamento de estudos que possam ajudar a encontrar soluções viáveis que possibilitem a minimização dos riscos encontrados na região.

Oscar Junior (2017), estudando os extremos atmosféricos e desastres hidrometeorológicos em Duque de Caxias/RJ, a partir da análise estatística dos dados diários de pluviosidade (entre 1948 a 1980), não constatou aumento da intensidade das chuvas do município. O autor levantou a hipótese de que a forma como aquele território está organizado e a alteração no complexo de paisagens é a responsável pela ocorrência dos desastres na área de estudo, apontando ainda para uma sensibilidade elevada aos impactos pluviométricos, mesmo aqueles de baixa magnitude.

Campos et al., (2015) ao realizarem uma revisão acerca dos impactos socioeconômicos dos eventos extremos de precipitação diária em Belém-PA, com base em

notícias dos jornais da cidade durante o período de 1987 a 2009 constatou que os Eventos Extremos de Precipitação Diária causaram desastres físicos, econômicos e sociais devido à falta de infraestrutura da cidade, ocupação urbana desordenada, impermeabilização do solo e falta de rede de drenagem adequada, tendo como principal consequência desses eventos o alagamento, concluindo pela necessidade de um gerenciamento ambiental adequado e educação ambiental para a população.

Loureiro et al. (2014) chegaram a conclusões semelhantes ao analisarem os eventos extremos de precipitação ocorridos em 2009 no estado do Pará, resultando em diversos danos, como interrupção do fornecimento de energia elétrica, pontos de alagamento, transbordamento de canais, queda de árvores, prejuízos a comerciantes locais. Os autores concluíram que tais impactos estão fortemente relacionados com a maior exposição da população a riscos diversos, acarretando em uma situação de vulnerabilidade cada vez mais recorrente, as quais atingem, principalmente, as populações mais vulneráveis.

Cunha et al. (2014) ao realizarem um estudo de evento extremo de chuva-vazão na bacia hidrográfica do rio Araguari-Amapá, concluíram que os eventos extremos são cada vez mais frequentes na bacia, com o agravante de que os sistemas controladores localmente são ainda pouco compreendidos. Os autores afirmam que as respostas hidrológicas indicam insuficiência de informações e fragilidade do sistema de monitoramento e de previsão de fenômenos extremos de chuva-vazão, concluindo que eventos extremos são pouco detectáveis e oferecem riscos consideráveis aos usuários da bacia.

Os eventos hidrológicos extremos, entre eles as inundações urbanas, constituem-se num fenômeno global que causa grande devastação, impactos econômicos e perdas de vidas humanas, pois impõem um sério desafio principalmente às cidades localizadas em países em desenvolvimento e cuja expansão ocorrera de forma rápida (JHA; BLOCH; LAMOND, 2012).

Somente nos últimos 18 meses inúmeros fenômenos ocorreram ao redor do mundo, ocasionando prejuízos econômicos, ambientais e sociais de grande magnitude, dos quais destacamos, deslizamentos de terra, inundações, alagamentos, furacões, terremotos, incêndios e tempestades.

Segundo dados do banco mundial de desastres, EM-DAT (International Disaster Database), do centro de pesquisas em epidemiologia dos desastres (Centre for Research

on the Epidemiology of Disasters - CRED), em 2018 houve 281 eventos climáticos com mais de 60 milhões de pessoas afetadas em todo o mundo (tabela 1).

Tabela 1. Os dez países com maior número de pessoas afetadas por desastres em 2018.

#	País	Número de pessoas afetadas
1	Índia	6.490,210
2	Filipinas	6.415,024
3	China	3.938,204
4	Nigéria	3.938,204
5	Guatemala	3.211,188
6	Kenya	3.211,188
7	Afeganistão	2.206,750
8	EUA	1.762,103
9	Japão	1.599,497
10	Madagascar	1.472,190

Fonte: EM-DAT (International Disaster Database)

Em 2018, houve uma série de grandes desastres em várias regiões, a Indonésia registrou quase metade do total de mortes por desastres, enquanto a Índia registrou quase a metade do número total de indivíduos afetados O número de mortes registrado foi de 10.733 mortes.

Em janeiro de 2018 fortes tempestades atingiram o estado da Califórnia nos Estados Unidos e causaram deslizamentos, inundações e alagamentos. Inúmeros prejuízos foram contabilizados, dentre os quais, a morte de 21 pessoas. Em Santa Bárbara, a região mais afetada, a lama invadiu residências, fechou as estradas e arrastou carros. Este evento ocorreu depois de incêndios terem atingido a região cerca de um mês antes.

Em julho de 2018, deslizamentos e enchentes causadas por fortes precipitações atingiram diversas regiões do Japão (Okayama, Higashihiroshima, Mabi, Saka, Kumano), o evento foi considerado como o maior desastre natural do Japão desde o tsunami de 2011. Inúmeros prejuízos foram contabilizados, dentre os quais, a morte de mais de cem pessoas. As cidades da região receberam entre 300 e 500 ml de chuva em apenas duas horas – uma vez e meia o esperado para o mês inteiro.

No mês de agosto de 2018, ocorreram fortes inundações da Índia, ocasionadas por chuvas de monções, características da região, as quais deixaram cerca de 361 mortos e mais de 200.000 desabrigados no estado de Kerala, região mais atingida. Os prejuízos econômicos foram estimados em 3 bilhões de dólares.

Em setembro de 2018, a Nigéria declarou “calamidade nacional” em função das inundações que castigaram o país deixando cerca de 250 mortos. As fortes chuvas que afetaram 12 estados da Nigéria, ocasionaram o transbordamento de rios. Aproximadamente 176.000 pessoas ficaram desabrigadas em vários estados. Ainda no mês de setembro de 2018, um terremoto de 7,5 graus na escala Richter causou um tsunami que devastou a ilha de Sulawesi, na Indonésia. O número total de mortos foi estimado em 2.783 pessoas.

Também no mês de setembro de 2018, os estados Carolina do Norte e Carolina do sul, localizados na costa leste dos estados Unidos, foram atingidos pelo furacão Florence, resultando em fortes chuvas, inundações e tornados. O evento causou a morte de 53 pessoas, entre outros prejuízos materiais.

No Brasil, em 2018 não houveram eventos hidrológicos extremos registrados, tais como inundações e alagamentos de grande magnitude, com perdas de vidas ou prejuízos econômicos de grande proporção. Apesar disto, de acordo com dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, 64 municípios brasileiros registraram situação de emergência no período de 1º de janeiro de 2018 a 31 de dezembro de 2018, decorrentes de alagamentos e inundações. Desse total, a região Norte apresentou o maior número de municípios atingidos, totalizando 31, que corresponde a 6,88% do número total de municípios da região. Somente o estado do Pará, apresentou 15, quase 50% do total da região, seguido do Tocantins com oito e Amazonas com cinco.

2.1.2. Histórico de eventos hidrológicos extremos ocorridos em Rio Branco, Acre

A bacia hidrográfica do Rio Acre, ocupa a parte leste do Estado do Acre, onde além da capital outros cinco municípios também se localizam às margens do rio Acre (Assis Brasil, Brasileia, Epitaciolândia, Xapuri, Porto Acre), de forma que mais de 450 mil pessoas moram na bacia, muitas delas em situação de vulnerabilidade ambiental (DUARTE, 2017).

O município de Rio Branco, capital do Acre, a exemplo de muitas outras cidades da Amazônia e de diversas regiões do mundo (DUARTE, 2017), teve seu processo de

urbanização originado em torno dos cursos d'água, nos quais diversos bairros se estabeleceram, bem como o centro comercial e de serviços da capital.

A área urbana da cidade se originou a partir de uma estreita faixa de terra na margem direita do rio Acre, situada diante da árvore gameleira que serviu como referência para a construção de uma série de outros prédios seguindo o traçado da margem do rio. Formou-se, assim, um primeiro arruamento onde se estabeleceram hotéis, restaurantes, casas comerciais e residenciais (RIO BRANCO, 2013).

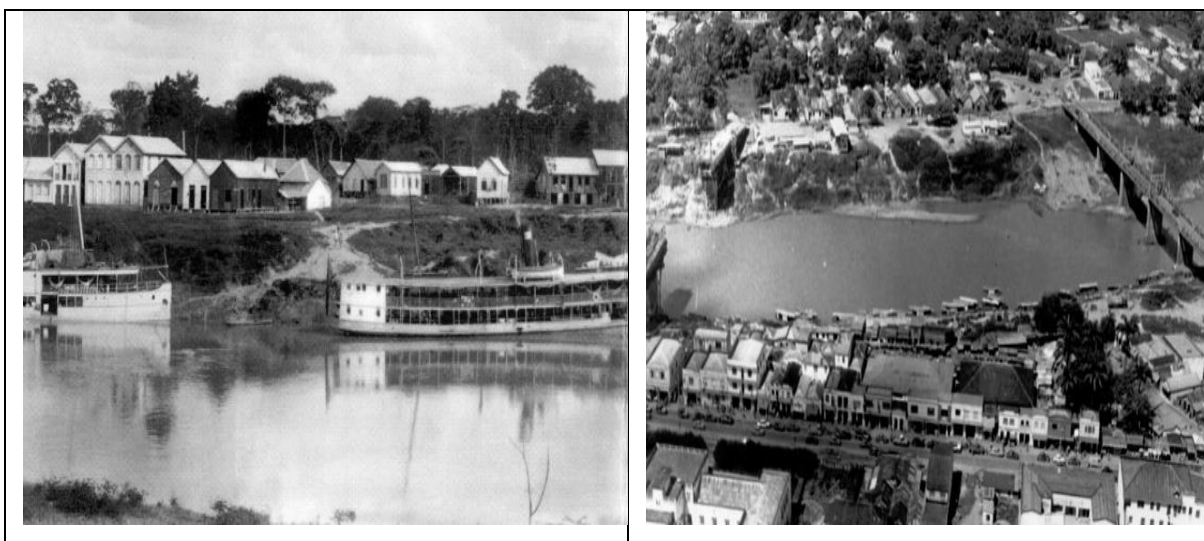


Figura 1. Registro fotográfico da cidade de Rio Branco, em 1910 (lado esquerdo) e na década de 1970 (lado direito).

Além disto, um número expressivo de bairros foi originado de ocupações desordenadas sem uma infraestrutura mínima, além de estarem situados em locais alagáveis e outras áreas de risco, ou mesmo a partir de loteamentos clandestinos e conjuntos residenciais mal projetados e/ou implantados, o que torna um desafio ao ordenamento deste território, (RIO BRANCO, 2013).

Portanto, ao longo do período de formação da área urbana de Rio Branco, pode-se observar características que favorecem a ocorrência de eventos que causam danos materiais e ambientais, em função da consolidação das ocupações nas áreas de preservação permanente, leitos e encostas do rio e do uso desordenado do solo na região, aliado a intensa impermeabilização do solo. Jha, Bloch e Lamond, (2012) enfatizam que a urbanização mal planejada e gerida também contribui para o perigo crescente de inundação devido à mudança inadequada do uso do solo.

Em função destas características, Rio Branco tem vivenciado sistematicamente inundações e alagamentos que geram inúmeros prejuízos sociais, ambientais e

econômicos. De acordo com Jha, Bloch e Lamond, (2012) a inundação urbana impõe um sério desafio, particularmente aos habitantes de cidades em acelerado processo de expansão em países em desenvolvimento, como é o caso de Rio Branco. Segundo os autores, a inundação é um fenômeno global que causa grandes danos, prejuízos econômicos e mortes, principalmente de populações vulneráveis.

Conforme Duarte (2012), cidades amazônicas, a exemplo de Rio Branco, sofrem os impactos de alagações ocasionadas pelas variabilidades climáticas interanuais. Destaca ainda, que conforme a população cresce, cresce também em deficiência na infraestrutura, e em número de desabrigados, bem como, as consequências em termos de falta de bem-estar e de saúde, embora, segundo o autor, esta situação seja evitável.

A exemplo disto, todos os anos o Município de Rio Branco é atingido, em menor ou maior amplitude, pelo fenômeno das enchentes. No período chuvoso que compreende os meses de novembro a abril, a região é castigada por fortes precipitações pluviométricas. Aliado a isso, a hidrografia da região, que é extensa, também contribui bastante para a ocorrência do fenômeno (RIO BRANCO, 2019). Além disto, outro fator responsável pela ocorrência das enchentes em Rio Branco são as chuvas que ocorrem à montante de sua localização geográfica, as quais são potencializadas quando ocorre precipitação expressiva também em Rio Branco (SANTOS, 2016).

Para fins de monitoramento do rio, são utilizadas réguas limnimétricas em diversos pontos do Rio Acre, o qual possui no Município de Rio Branco a cota de alerta de 13,50m e a cota de transbordamento de 14,00m. A partir dos 14,00m, as residências localizadas nas áreas de risco começam a ser afetadas pelas águas.

Por se tratar de um fenômeno frequente na região, as enchentes e inundações transformaram-se num problema histórico-social-ambiental, que ao longo dos tempos, vem acarretando grandes prejuízos econômicos e sociais ao estado do Acre, principalmente na capital, onde há maior adensamento e concentração de pessoas em vulnerabilidade ambiental. Nessa conformidade Jha; Bloch e Lamond (2012), dispõem que as inundações urbanas estão se tornando mais críticas e dispendiosas de gerenciar devido ao aumento da população exposta em áreas urbanas.

Analisando a série histórica de enchentes/inundações em Rio Branco, dentre várias ocorrências, de média a extraordinária, podem ser citadas as de 1971, 1972, 1974, 1976, 1977, 1978, 1979, 1982, 1984, 1986, 1988, 1991, 1995, 1997, 1999, 2006, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015, sendo que, em 2015 o Rio Acre atingiu a cota de 18,40m, a maior cota que se tem registro (RIO BRANCO, 2019).

Conforme dados do Plano de Contingência Operacional de Enchentes - 2019, detalhados na tabela 1, é possível observar que nos últimos 48 anos, apenas em 11 (onze) deles não ocorreram inundações, representando 22,9% do total analisado. Por outro lado, em 77,1% (37 anos), ocorreram inundações categorizadas em pequena, média, grande ou extraordinária, com maior concentração nos meses de fevereiro e março.

Tabela 1: Série histórica das enchentes/inundações em Rio Branco (1971-2018).

Ano	Nível (m)	Data	< 14,00m (sem inundação)	14,00m a 15,00m (pequena inundação)	15,00m a 16,00m (média inundação)	16,00m a 17,00m (grande inundação)	> 17,00m (inundação extraordinária)
1971	16,29	25/fev				X	
1972	16,23	01/mar				X	
1973	14,75	23/fev		X			
1974	16,86	04/mar				X	
1975	14,00	22/mar		X			
1976	15,36	17/fev			X		
1977	15,20	15/jan			X		
1978	16,90	26/dez				X	
1979	16,37	29/mar				X	
1980	11,37	26/mar	X				
1981	14,42	26/mar		X			
1982	15,57	28/fev			X		
1983	13,53	23/mar	X				
1984	16,13	12/abr				X	
1985	14,87	28/abr		X			
1986	15,72	09/fev			X		
1987	12,34	19/jan	X				
1988	17,12	17/fev					X
1989	14,18	13/fev		X			
1990	14,34	06/jan		X			
1991	15,82	28/jan			X		
1992	13,22	27/mar	X				
1993	14,28	11/mar		X			
1994	14,90	13/abr		X			
1995	15,15	21/mar			X		
1996	14,04	29/mar		X			
1997	17,66	14/mar					X
1998	13,86	07/dez	X				
1999	15,96	21/jan			X		
2000	12,03	22/fev	X				
2001	14,48	07/mar		X			
2002	14,48	22/fev		X			
2003	13,36	04/mar	X				
2004	14,22	17/fev		X			
2005	14,42	23/fev		X			
2006	16,72	21/fev				X	
2007	13,54	25/fev	X				
2008	13,89	08/abr					
2009	15,50	15/abr			X		
2010	15,55	07/mar			X		
2011	16,16	17/abr				X	
2012	17,64	26/fev					X
2013	15,33	28/mar			X		
2014	16,77	12/mar				X	
2015	18,40	04/mar					X
2016	11,29	03/mar	X				
2017	13,24	27/mar	X				
2018	14,25	20/fev		X			
Total parcial dos eventos			Sem enchente	Pequena	Média	Grande	Extraordinária
			11	14	10	9	4
Total					48		

Fonte: Adaptado do Plano de Contingência Operacional de Enchentes, 2019.

A inundação do rio Acre em 1988, cuja cota foi de 17,12m, em Rio Branco, atingiu em torno 18 mil pessoas e desabrigou cerca de 6,2 mil pessoas, estima-se que os prejuízos econômicos ultrapassaram os 184 milhões. Foram decretadas Situa o de Emergência e Estado de Calamidade Pública.

No ano de 1997, ocorreu uma das maiores inunda es registradas em Rio Branco (17,66m), na qual o rio permaneceu 49 dias acima da cota de alerta. Foram decretadas Situa o de Emergência e Estado de Calamidade Pública. O número total de pessoas atingidas superou as 20 mil e o número de desabrigados chegou a 7 mil pessoas. Os prejuízos econômicos chegaram a quase 68 milhões.

Em 2006, o nível do rio chegou a 16,72 metros, ficando 16 dias acima da cota de alerta. Atingiu mais de 40 mil pessoas e desalojou outras 4 mil. Foi decretada Situa o de Emergência e os prejuízos giraram em torno de 12 milhões de reais.

No ano de 2009, o nível do rio chegou a 15,50 metros, ficando 24 dias acima da cota de alerta. Atingiu mais de 18 mil pessoas e desalojou cerca 1.400. Foi decretada Situa o de Emergência.

Em 2010 seguiu o padrão do ano anterior, a cota atingiu 15,55m, os dias acima da cota de alerta foram apenas oito, porém, a inunda o atingiu 19.300 pessoas e desabrigou 1.600, foi decretada Situa o de Emergência.

No ano seguinte, 2011 seguiu o padrão do ano anterior, a cota atingiu 16,06m, os dias acima da cota de alerta foram 15, e a inunda o atingiu mais de 29 mil pessoas e desabrigou 7.600, foi decretada Situa o de Emergência.

Em 2012, a inunda o quase superou 1997 em termos de nível do rio, a cota do rio acre chegou a 17,64m, foram longos 47 dias acima da cota de alerta. A inunda o atingiu cerca de 65 mil pessoas e desabrigou 8 mil, foi decretada Situa o de Emergência e Estado de Calamidade Pública tendo em vista a magnitude do evento. Os prejuízos econômicos superaram os 200 milhões.

Em 2013, o nível do rio permaneceu durante 15 dias acima da cota de alerta, chegando a alcançar 15,33m. Foram atingidas pelo evento cerca de 15.500 pessoas e 1.300 ficaram desabrigadas. Foi decretada Situa o de Emergência e os custos avaliados em mais de 20 milhões.

Na inunda o ocorrida em 2014, o nível do rio acre chegou a 16,77m, atingindo 43 mil pessoas e desabrigando 4.500. O nível do rio ficou 43 dias acima da cota de alerta tendo sido decretada Situa o de Emergência. Estimou-se prejuízos na ordem de 29 milhões.

Além disto, em 2014 o transbordamento do rio Madeira, em Rondônia, trouxe elevados prejuízos não somente a Rio Branco mas a diversos municípios do Acre. O rio madeira alcançou a cota máxima de 19,72m, causando interdição da BR-364 que liga o acre aos demais estados da Federação. O isolamento causou sérios problemas de abastecimento para a região do Acre, tendo em vista que trechos da estrada ficaram submersos, impossibilitando o tráfego de todo tipo de veículo.

No ano seguinte, 2015, ocorreu a maior inundação em Rio Branco, o nível do rio Acre atingiu a marca histórica de 18,40m (figura 2), permanecendo 32 dias acima da cota de alerta. O evento atingiu 100 mil pessoas e desabrigou outras 10 mil. Os prejuízos econômicos foram estimados entre 200 e 600 milhões de reais. Foram decretadas Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública.

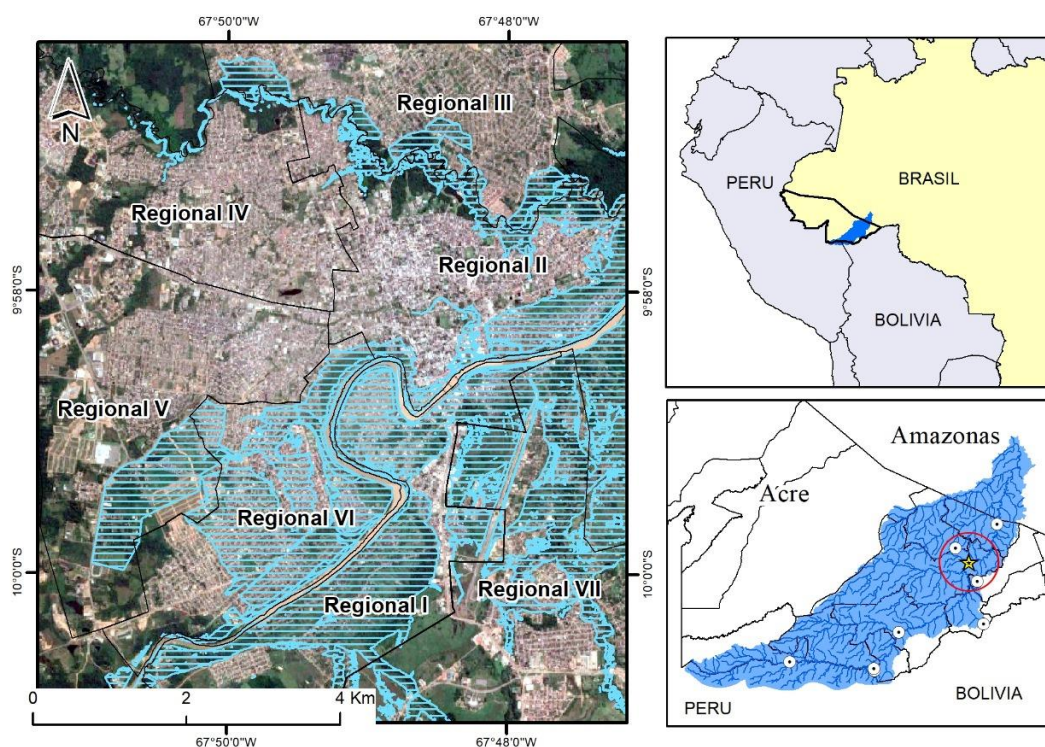


Figura 2: À esquerda, inundação de 2015, cota 18,40m. À direita no alto, bacia do Rio Acre e abaixo bacia do Rio Acre com destaque a área urbana do município de Rio Branco.

A inundação histórica do Rio Acre em 2015, já é considerada a catástrofe do século na Amazônia, tendo em vista o nível que as águas alcançaram, o número total de desabrigados e de atingidos e os prejuízos econômicos decorrentes (RIO BRANCO, 2019).

Segundo dados da Agência Nacional de Águas – ANA, o quantitativo pluviométrico acumulado em Rio Branco, no mês de fevereiro de 2015 foi de 291,40 mm. O Boletim Climático da Amazônia – Sipam indicou chuvas acima dos padrões climatológicos e o modelo hidroestimador de precipitação acumulada do CPTEC/INPE registrou chuvas abundantes em toda a bacia do Rio Acre. Assis Brasil, Brasileia, Epitaciolândia, e Xapuri, na região de fronteira com o Peru (nascente do Rio Acre) e Bolívia, apresentaram respectivamente 454 mm, 299,4mm; 254 mm e 252,8 mm de chuvas acumuladas em fevereiro, (RIO BRANCO, 2019).

Além dos acumulados de precipitação, a região foi afetada por eventos expressivos em curtos períodos de tempo, a exemplo de Assis Brasil onde choveu em 96 horas um volume de 342 mm, em Brasileia 169,0 mm, em Xapuri 220 mm e Rio Branco 118 mm (de 18 a 21 de fevereiro), (RIO BRANCO, 2019).

Com o atingimento da cota máxima de 18,40 metros, resultou em 29.300 residências atingidas pelas águas, e 100 mil pessoas atingidas em pelo menos cinquenta e três bairros da capital e na zona rural. Além do principal abrigo, localizado no Parque de Exposições Marechal Castelo Branco, foram disponibilizados mais 29 Abrigos Temporários para atendimento das vítimas, sendo escolas, ginásios e outras instituições.

No que concerne aos prejuízos de infraestrutura, além das residências, 13 Unidades de Saúde e 15 Escolas da Rede Pública Municipal foram atingidas pelo transbordamento do rio Acre, comprometendo o atendimento básico de saúde, e o início do ano letivo daquele ano.

O município de Rio Branco decretou, em 23 de fevereiro de 2015 Situação de Emergência por meio do Decreto nº 193/2015. Em seguida, O Decreto nº 201 de 25 de fevereiro, ampliou as áreas afetadas pela ocorrência da inundação. Destarte, a situação continuou progredindo, com a ampliação de número de famílias atingidas foi decretado o Estado de Calamidade Pública, através do Decreto nº 214/2015 de 01 de março, o qual foi reconhecido pela União através da Portaria nº 22, de 04 de março de 2015, da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), órgão do Ministério da Integração Nacional (MI), (RIO BRANCO, 2019).

Além dos prejuízos com as ações de resposta, tais como, *socorro*, que consiste na retirada das famílias das áreas inundadas, e *assistência*, que por sua vez é o abrigamento das famílias, com garantia e fornecimento de alimentação, água e assistência à saúde, as enchentes e inundações provocam também, diversas doenças de veiculação hídrica e acidentes com eletricidade, causando em alguns casos até a morte.

Farias et al. (2018), realizaram um estudo intitulado “*As Hepatites Virais e as Enchentes em um Município Amazônico*” no qual constataram uma correlação entre o aumento dos casos de hepatite A no ano em que ocorre inundação e a relação indireta entre hepatite A, B, C e D nos anos posteriores às inundações em Rio Branco-Acre. Quanto à relação indireta das hepatites que não tem veiculação hídrica com as inundações, os autores cogitam a hipótese de que em função do deslocamento da população para abrigos públicos com aglomerado de pessoas, e sem a devida precaução acabam contraindo essas doenças.

As causas da ocorrência desses eventos em Rio Branco pode ser creditada à falta de planejamento urbano e às ocupações em áreas de risco, aliados à crescente densidade demográfica na região, haja visto não haver tendência positiva significativa na precipitação pluviométrica em Rio Branco, conforme constataram Moreira e Naghettini (2016), porém, estudos adicionais nesse sentido ainda são necessários.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incidência de eventos hidrológicos extremos vem acontecendo sistematicamente, não só na Amazônia, mas em todo o globo. As causas destes eventos são inúmeras, no entanto é quase consenso que grande parte dos eventos é causado por ações antrópicas. Porém, diversas ações podem ser implementadas no sentido de minimizar os efeitos das inundações às cidades e populações vulneráveis, tais como a remoção de famílias das áreas inundáveis; congelamento de áreas desocupadas por meio da ocupação com atividades econômicas; ampliação das ações fiscalizatórias; modernização dos sistemas de monitoramento, alerta e alarme e sensibilização da população quanto a percepção de risco, entre outras.

4. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. B. Prevenção contra inundações naturais na União Europeia. Conceitos-chave no contexto de uma gestão do risco. **Revista de Gestão de Água da América Latina.**, v. 4, n. 1, p. 53-62, 2007.

BRUMES, K. R. Cidades: (Re) definindo seus papéis ao longo da História. **Caminhos da Geografia**, v. 2, n. 3, p. 47-56, 2001.

BOLETIM EPIDEMIOLÓGICO. **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Ministério da Saúde. V.49. N. 10. Mar. 2018.

CAMPOS, T. L. O. B.; MOTA, M. A. S.; SANTOS, S. R. Q. Eventos extremos de precipitação em Belém-PA: uma revisão de notícias históricas de jornais. **Revista Ambiente e Água.**, vol. 10, n. 1, p. 182-194, 2015.

CEPED. **Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil**. Disponível em: <<http://www.ceped.ufsc.br/2014-cheia-do-rio-madeira-afeta-rondonia-acre-e-amazonas/>>. Acesso em 20/06/2019.

COUTINHO, M. D.L.; COSTA, M. S.; GOMES, A. C. S.; MORAIS, M. D. C.; JACINTO, L. V.; LIMA, K. C.; SAKAMOTO, M. S. Estudo de Caso: Evento extremo no estado do Ceará entre os dias 04 e 04 de janeiro de 2015. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, p. 182-198, 2017.

CUNHA, A. C.; VILHENA, J. E. S.; SANTOS, E. S.; et al. Evento extremo de chuva-vazão na bacia hidrográfica do rio Araguari, Amapá, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, p. 95-110, 2014.

DUARTE, A. F. Variabilidade e Tendência das Chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia.**, v.20, n.1, 37-42, 2005.

DUARTE, A. F. Climatologia das Chuvas e Efeitos Antrópicos da Urbanização na Bacia do Rio Acre, Amazônia Ocidental. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v.11 n.1, p. 199-213, 2017.

DUARTE, A. F. **Sazonalidade de Alagações e Secas na Capital do Acre, Rio Branco, Amazônia Ocidental**. 2012. Disponível em <<http://www.sbmet.org.br/sic2011/arq/75401263981187540126398.pdf>>. Acessado em 22/06/2019.

FARIAS, C. S.; PEREIRA, R. S.; LIMA, G. F.; SANTOS, J. S. **As hepatites virais e as enchentes em um município amazônico**. 01. ed. Belo Horizonte: Atena, 2018, v. 01, p. 29-42.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. **IBGE Cidades**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/rio-branco/panorama>>. Acesso em: 22 de ago. de 2019

ISHAK, E. H.; RAHMAN, A.; WESTRA, S.; SHARMA, A.; KUCZERA, G. Evaluating the non-stationarity of Australian annual maximum flood. **Journal of Hydrology.**, v. 494, p.134-145, 2013.

JHA, A. K.; BLOCH, R. LAMOND, J. **Cidades e inundações. Um guia para a Gestão Integrada do Risco de inundação urbana para o século XXI: Um resumo para os formuladores de políticas**. Washington: The World Bank, 2012.

LOPÉZ, J.; FRANCÉS, F. Non-Stationary flood frequency analysis in continental Spanish rivers, using climate and reservoir indexes as external covariates. **Hydrology and Earth System Science**, v. 17, p. 3189-3203, 2013.

LOUREIRO, R. S.; SARAIVA, J. M.; SARAIVA, I.; SENNA, R. C.; FREDÓ, A. S. **Revista Brasileira de Meteorologia.**, v. 29, n. esp, p. 83 - 94, 2014.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos.** Santa Maria: INPE, 2008.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados.**, v. 22, n. 63, 83-96, 2008.

MARENGO, J. A. Mudanças Climáticas, Condições Meteorológicas Extremas e Eventos Climáticos no Brasil. **In: FBDS (org) Mudanças Climáticas Eventos Extremos no Brasil.** p: 05-19. FDBS & LLOYD'S. 2010.

MCPHILLIPS, L. E.; CHANG, H.; CHESTER, M.V.; DEPIETRI, Y.; FRIEDMAN, E.; GRIMM, N. B.; KOMINOSKI, J.S.; MCPHEARSON, T.; MÉNDEZ-LÁZARO, P.; ROSI E. J.; SHIVA, J. S. Defining Extreme Events: A Cross-Disciplinary Review. **Earth's Future.**, v. 6, p. 441–455, 2018

MOREIRA, J. G. V.; CRAVEIRO, R. L.; SERRANO, R. O. P.; FORMOLO, A. K. Temporal trend and frequency of maximum precipitations in Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **Nativa.**, v. 4, n. 2, p. 97-102, 2016.

MOREIRA, J. G. V.; NAGHETTINI, M. Detecção de tendências monotônicas temporais e relação com os erros dos tipos I e II: Estudo de caso em séries de precipitações diárias máximas anuais do estado do Acre. **Revista Brasileira de Meteorologia.**, v. 31, n. 4, p. 394-402, 2016.

NUNES, A. A.; PINTO, E. J. A.; BAPTISTA, M. B. Detection of trends for extreme events of precipitation in the Metropolitan Region of Belo Horizonte through statistical methods. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 23, e9, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRANCO. **Plano de contingência para hipótese de ocorrência de enchentes.** Rio Branco-Acre, 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRANCO. **Plano de contingência para hipótese de ocorrência de enchentes.** Rio Branco-Acre, 2019.

RIO BRANCO. **Prefeitura de Rio Branco.** Disponível em: <<http://www.riobranco.ac.gov.br/index.php/rio-branco.html>>. Acesso em 17/06/2019.

ROSENDO, Q.; ELDAN, E.; SOUZA, B. I.; LUCENA P. A.; PEDROSA L. P. D.; FILGUEIRA H. J. A. Chuvas extremas e desordenamento do território na construção do risco: um estudo de caso no município de Cabaceiras-Paraíba (Brasil). **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía.**, v. 4, n. 2. p.189-203. 2015.

SANTOS, C. A.; LIMA, A. M. M.; FARIAS, M. H. C. S.; AIRES, U. R. V.; SERRÃO, E. A. O. Análise estatística da não estacionariedade de séries temporais de vazão máxima anual diária na bacia hidrográfica do rio pardo. **Holos.**, v. 7, p. 179-193, 2016.

SANTOS, D. C.; MEDEIROS, R. M.; CORREIA SANTOS, D.; BRITO, J. I. B. Variabilidade climática de regiões pluviometricamente homogêneas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Geografia Física.**, v. 6, n. 4, p. 903-918, 2013.

SANTOS, M. A. C. M.; SILVA, D. F. Tendências temporais dos recursos hídricos na Sub-bacia hidrográfica do Médio Jaguaribe. **Revista Brasileira de Geografia Física.**, v. 9, n. 10, p. 2354-2363, 2016.

SANTOS, E. H. M.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.**, v.14, p.826-834, 2010.

SOBRAL, A.; FREITAS, C. M.; ANDRADE, E. V.; LIRA, G. F. D.; MASCARENHAS, M. S.; ALENCAR, M. R. F.; CASTRO, R. A. L.; FRANÇA, R. F. Desastres naturais – sistemas de informação e vigilância: uma revisão da literatura. **Epidemiologia e Serviços de Saúde.**, n. 19, n. 4, p. 389-402, 2010.

SOUZA, F. A. S.; VIEIRA, V. R.; SILVA, V. P. R.; MELO, V. S.; GUEDES, R. W. S. Estimativas dos riscos de chuvas extremas nas capitais do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física.**, v. 9, n. 2, p. 430-439, 2016.

TOMINAGA, L. K.; Desastres naturais: Por que ocorrem? In: TMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais: conhecer para prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009, p. 13-23.

TUCCI, C. E. M. Variabilidade climática e o uso do solo na bacia brasileira do Prata. In: TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B. (Org.). **Clima e Recursos Hídricos no Brasil.** Porto Alegre: ABRH, 2003, p. 163-207.

TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B. Clima e Recursos Hídricos. In: TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B. (Org.). **Clima e Recursos Hídricos no Brasil.** Porto Alegre: ABRH, 2003, p. 1-30.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. As múltiplas dimensões da crise hídrica. **Revista USP.**, v. 106, p. 21-30, 2015.

ULIANA, E. M.; SILVA, D. D.; MORGAN ULIANA, ESTEVÃO; RODRIGUES, B. S.; CORRÊDO, L. P. Análise de tendência em séries históricas de vazão e precipitação: uso de teste estatístico não paramétrico. **Revista Ambiente & Água.**, v. 10, n. 1, p. 82-88, 2015.

VILANOVA, M. R. N. Tendências hidrológicas na região do alto rio Mogi-Guaçu, Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental.**, v. 6, n. 3, p. 63-70, 2014.



LEVANTAMENTO DE ACIDENTES OFÍDICOS REGISTRADOS NA VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO – ACRE

Roberto Dias Ferreira¹, Itamar Leite de Lima¹, Roney Santos de Souza¹, Cydia de Menezes Furtado², Janaína Silva de Almeida Queiroz³

1. Centro Universitário Uninorte, Programa de Graduação em Ciências Biológicas, Rio Branco, Acre, Brasil;

2. Universidade Federal do Acre (UFAC), pró reitoria de Assuntos Estudantis, Rio Branco, Acre, Brasil;

3. Centro Universitário Uninorte, Ciências Biológicas, Rio Branco, Acre, Brasil;

RESUMO

No território brasileiro são descritas 63 espécies de cobras consideradas peçonhentas e o número de acidentes ofídicos, tendo como vítimas humanas é frequente. A maioria das picadas é causada por cobras do gênero *Bothrops* (jararaca), *Crotalus* (cascavel), *Lachesis* (surucucu ou pico-de-jaca), *Micrurus* (coral verdadeira) as quais podem causar danos locais e sistêmicos severos e irreversíveis. O presente estudo descreve as notificações de acidentes ofídicos ocorridos no município de Rio Branco-AC, entre 2015 e 2016, registradas na gerência de vigilância epidemiológica da Secretaria Estadual de Saúde do estado do Acre – SESACRE. Para tanto foram analisadas as seguintes variáveis: município, ocorrência, sexo, faixa etária, evolução de cura, uso de soroterapia. Foram notificados 136 acidentes em 2015 e 113 em 2016. Em ambos os anos estudados não houve registro de óbitos, todas as pessoas que sofreram acidentes ofídicos e que procuraram atendimento médico obtiveram cura; O gênero *Bothrops* foi o maior responsável por acidentes ofídicos, totalizando 176 casos em 2015 e 2016. A maioria dos acidentes ocorreram em zona urbana, pois foram registrados 182 casos nos 2 (dois) anos estudados. O maior número de acidentes ocorreu com pessoas de idade entre 20 e 49 anos, num total de 125 acidentes com pessoas nessa faixa etária.

Palavras-chaves: Acidente Ofídico, Serpente e Envenenamento humano.

ABSTRACT

In the Brazilian territory, 63 species of snakes considered to be poisonous and the number of snakebites are described, having as human victims frequent. Most bites are caused by snakes of the genus *Bothrops* (Jararaca), *Crotalus* (Cascavel), *Lachesis* (Surucucu or pico-de-Jaca), *Micrurus* (true coral) which can cause severe and irreversible local and systemic damage. The present study describes the reports of snakebites occurring in the municipality of Rio Branco-AC, between 2015 and 2016, registered in the epidemiological surveillance management of the State Secretariat of Health of Acre-SESACRE. For this purpose, the following variables were analyzed: municipality, occurrence, gender, age range, evolution

of cure, use of serotherapy. 136 accidents were reported in 2015 and 113 in 2016. In both years studied there was no record of deaths, all people who suffered from snakebites and who sought medical care obtained cure; The genus *Bothrops* was the major responsible for snakebites, totaling 176 cases in 2015 and 2016. Most accidents occurred in urban areas, since 182 cases were recorded in the two (2) years studied. The largest number of accidents occurred with people aged between 20 and 49 years, in a total of 125 accidents with people in this age group.

Keywords: Ophidian Accident, Snake and Human poisoning.

1. INTRODUÇÃO

Acidente Ofídico é um tipo de acidente causado por animais peçonhentos, em específico as serpentes. Esses animais possuem glândulas específicas onde são produzidas a peçonha, e ao se sentirem ameaçados atacam e injetam a peçonha através de seus dentes modificados. A Organização Mundial de Saúde (OMS) incluiu os acidentes ofídicos na lista das doenças tropicais negligenciadas que acometem na maioria dos casos, populações pobres que vivem em áreas rurais (BRASIL, 2018).

Esses acidentes representam importante problema à saúde pública, tanto humana quanto veterinária, devido às elevadas taxas de morbimortalidade que ocorrem, especialmente, em países tropicais (PINHO, 2004).

A gravidade do caso depende de vários fatores, tais como o gênero e espécie da serpente, o tamanho do animal, o tempo de atendimento, a quantidade de veneno inoculado, o local da inoculação e a intensidade dos sintomas (BARRAVIERA, 1994).

No Brasil cerca 28.000 casos de acidentes ofídicos são registrados anualmente. Porém em apenas 0,4% ocorrem óbitos. Antes da produção do soro anti-ofídico por Vital Brazil em 1901, o número de óbitos alcançava 25% do total de acidentes ocorridos no estado de São Paulo. Em 1906 o número de óbitos caiu em 50% e após 40 anos o índice de letalidade ficou variando entre 2,6 a 4,6%. Uma queda bem significativa com a utilização de soro antiofídico, que ajuda a salvar muitas vidas (BERNARDE, 2011).

Existe no mundo aproximadamente 3.000 espécies de cobras, sendo apenas 10 a 14% consideradas venenosas (D'AGOSTINI et al., 2011). O Brasil apresenta uma rica fauna de serpentes, sendo conhecidas 366 espécies. Dentre as espécies de serpentes mais causadoras de acidentes têm-se as famílias (Elapidae e Viperidae) congregando as espécies que chamamos de peçonhentas, isto é, aquelas que produzem toxinas em glândulas especializadas e têm aparelhos apropriados para inoculá-las, ocasionando

intoxicações sérias no homem e em animais domésticos. (MELGAREJO, 2003). A família Viperidae é representada pelos gêneros *Bothrops* (jararacas), *Crotalus* (cascavel) e *Lachesis* (surucucu), e a família Elapidae é representada por espécies do gênero *Micrurus* (coral-verdadeira) (PACHECO; ZORTÉA, 2008).

No Estado do Acre, as condições climáticas são favoráveis à presença de uma fauna diversificada, incluindo as serpentes. Estas características aliadas à economia predominantemente agropastoril/extrativista e as atividades de lazer, como caça e pesca, frequentemente em áreas de mata nativa, concorrem para a maior exposição da população à fauna ofídica e, conseqüentemente, aos acidentes (MORENO et al., 2005).

1.1 CARACTERÍSTICAS DAS SERPENTES PEÇONHENTAS ESTUDADAS

A maioria das espécies peçonhentas possuem fosseta loreal (Figura 1), que é um órgão sensorial termo receptor e está conectada ao encéfalo, localizada entre o olho e a narina é utilizada para detectar presas ou qualquer indivíduo que tenha a temperatura corporal maior do que a serpente.

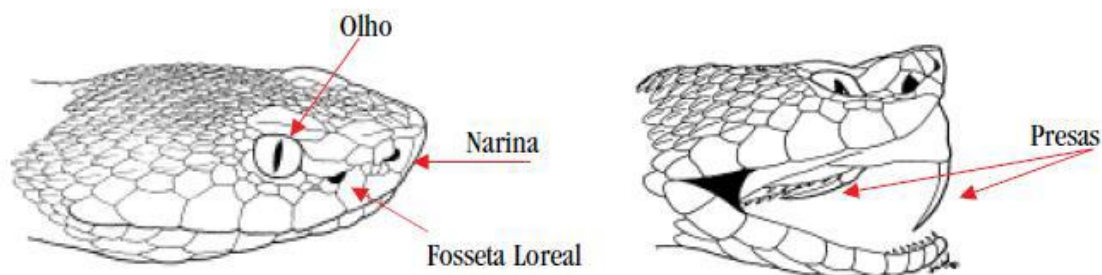


Figura 1. Característica da cabeça das espécies de serpentes peçonhentas, com exceção do Gênero *Micrurus*.

Fonte: FUNASA, 2001

1.1.1 Gênero *Bothrops*

O gênero *Bothrops* é responsável por aproximadamente 90% dos acidentes ofídicos anuais (MELGAREJO et al., 2003). Esse gênero apresenta espécies com ampla distribuição geográfica na região neotropical (FURTADO; ROCHA, 2005), sendo também conhecidas

como Jararaca, jararacuçu, urutu, jararaca do rabo branco, cotiara, caiçaca, surucucurana, patrona, jararaca-pintada, preguiçosa e outros. Habitam zonas rurais e periferias de grandes cidades, preferindo ambientes úmidos como matas e áreas cultivadas e locais onde haja facilidade para proliferação de roedores (paióis, celeiros, depósitos de lenha) (CUPO; AZEVEDO, 1990).

Têm hábitos predominantemente noturnos ou crepusculares, corpo delgado, são ágeis, de porte médio, cabeça em forma de lança bem destacada do corpo, com padrão colorido bem variável e manchas escuras em formato de “V” invertido (GOMES; PUORTO, 1993). Todas as espécies deste gênero possuem dois dentes inoculadores de veneno bem desenvolvidos e móveis situados na porção anterior do maxilar superior, os quais são projetados para fora durante o bote, denominada dentição solenóglifa, assim como o grupo crotálico (BRASIL, 2001).

A ação do veneno de serpentes desse gênero apresenta hemorragia (causada por fatores hemorrágicos denominados hemorraginas), efeito coagulante (transformando diretamente o fibrinogênio em fibrina) e necrose.

A vítima apresenta dores locais de intensidade variável. Dentro das seis primeiras horas podem surgir edema, calor, bolhas, necrose, e diminuição ou ausência na produção de urina nas doze horas subsequentes. (FILHO, 2015).

1.1.2 Gênero *Crotalus*

O gênero *Crotalus*, tem como espécie típica *Crotalus durissus*, que também é conhecida como cascavel, marabóia, boicininga, boiquira, maracamboia, maracá, etc. Apresenta coloração marrom-amarelada e corpo robusto, podendo medir aproximadamente 1,6 metros na fase adulta (INSTITUTO BUTANTAN, 2003). Não tem por hábito atacar e, quando ameaçada, começa a balançar a cauda, emitindo o ruído do chocalho ou guizo. É responsável por 8% dos acidentes ofídicos registrados no país (FEITOSA; MELO; MONTEIRO, 1997).

O veneno de serpente desse gênero destrói células do sangue, causa lesões musculares, afeta os sistemas nervoso e renal. Existe uma proteína na peçonha dessa serpente, que causa rápida coagulação, fazendo o sangue da vítima endurecer (FILHO, 2015).

1.1.3 Gênero *Lachesis*

O Gênero *Lachesis* é constituído de serpentes de grande porte. Apresentam cabeça triangular, fosseta loreal e cauda com escamas arrepiadas e presas inoculadoras de veneno. Com duas subespécies, é a maior serpente peçonhenta das Américas. Poucos relatos de acidente tendo o animal por causador foi trazido para identificação. Existem semelhanças nos quadros clínicos entre os acidentes laquético e botrópico, com possibilidade de confusão diagnóstica deles. Estudos clínicos mais detalhados fazem-se necessários para melhor caracterizar o acidente laquético.

A principal espécie é a *Lachesis muta* (surucucu, surucucu-pico-de-jaca, surucutinga), apresenta fosseta loreal e porção final da cauda com escamas eriçadas. É a maior das serpentes peçonhentas do Brasil, pois pode atingir mais de 3 metros de comprimento. Possui hábitos terrestres; vive exclusivamente em áreas florestadas; tem maior atividade noturna. Distribuição geográfica: floresta amazônica e Mata Atlântica, do Nordeste ao Rio de Janeiro (Wikipédia, 2018, sem grifo no original)

A vítima de acidente laquético apresenta os mesmos sintomas do envenenamento botrópico, acrescidas de bradicardia, diarreia, hipotensão arterial e choque (FUNASA, 2001).

1.1.4 Gênero *Micrurus*

As serpentes do gênero *Micrurus* distribuídas por todo o território nacional. São animais de pequeno e médio porte com tamanho em torno de 1,0 metros, são conhecidas popularmente como coral, coral verdadeira ou boicorá (RIBEIRO; JORGE, 1997).

As espécies desse grupo diferem-se dos viperídeos por não apresentarem fosseta loreal, apresentam cabeça arredondada visão com olhos pequenos e pupilas redondas, além de escamas cefálicas grandes, possuem dentição proteróglifa com dentes anteriores canaliculados dotadas de duas presas pequenas na parte mais interior (Figura 2) e não tem a mesma possibilidade de abertura de boca que as outras serpentes (BERNARDE, 2011).

Geralmente são pouco agressivas causando apenas 0,5% dos acidentes, são animais de hábitos noturnos e subterrâneos, habitando principalmente a camada superficial do solo, podendo eventualmente sair à superfície a procura do alimento, ou para acasalar,

ou ainda após chuvas fortes. Sua alimentação é composta por pequenas serpentes, outros répteis e roedores (MELGAREJO, 2003).

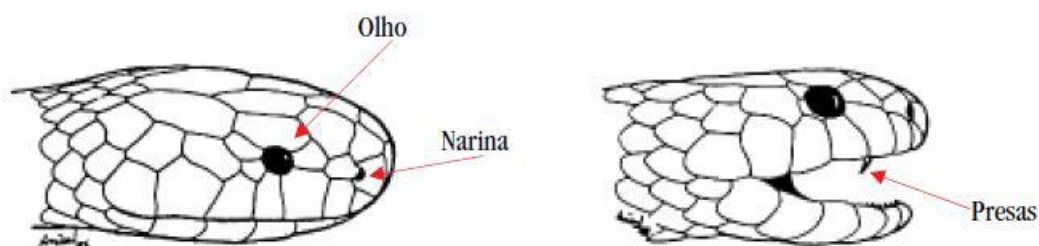


Figura 2. Características das serpentes com ausência da fosseta loreal.
Fonte: FUNASA (2001).

Com relação ao veneno desses gêneros sabe-se que cada uma causa sintomas distintos e que muitas vezes, quando a serpente que provocou o acidente não pode ser encontrada utiliza-se desses sintomas para definir qual antiveneno aplicar.

Segundo Pereira e Pinho (2001), a gravidade dos acidentes está relacionada à serpente, ao paciente e à assistência médica prestada, sendo importante a identificação correta da serpente, o atendimento rápido e correto do paciente. As primeiras medidas tomadas em caso de acidentes têm relevante importância para se ter um bom andamento na evolução do caso (BRASIL, 2001).

As serpentes desse gênero possuem peçonha com efeito neurotóxico, atinge o sistema nervoso causando inicialmente paralisia dos músculos faciais. Em alguns casos nos músculos responsáveis pela deglutição e respiração, podendo assim, causar asfixia e conseqüente morte (FILHO, 2015).

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Rio Branco possui 383.443 (IBGE, 2017) habitantes numa área territorial de 8.834,942 Km² (IBGE 2016), com densidade demográfica de 38,03 hab/km², onde 91,8% da população vive na zona urbana (IBGE, 2010).

A cidade de Rio Branco é onde se concentra quase metade da população do Estado, tendo como consequência grande densidade populacional nos bairros que estão nas margens do Rio Acre e de seus afluentes que possuem trechos ocupados no perímetro urbano.

2.2 COLETA DE DADOS

Foi feito levantamento das características clínico-epidemiológicas dos casos de acidentes ofídicos atendidos e/ou notificados na Secretaria de Estado de Saúde (Vigilância Epidemiológica), no período de 2015 a 2016. As características clínicas e epidemiológicas analisadas são das informações constantes nas Fichas Individuais padronizadas pelo Sistema Nacional de Agravos de Notificação, do Ministério da Saúde.

Relacionamos os dados referentes aos pacientes (sexo, idade), a data (mês/ano), o local de exposição (zona rural ou urbana), local de ocorrência e de notificação, o gênero da serpente envolvida e dados referente ao tratamento (gravidade, evolução do caso) dos acidentes notificados entre 2015 e 2016, em Rio Branco.

Foram coletados dados referentes ao índice de acidentes com animais peçonhentos, ocorrido no ano de 2015 e 2016 por bairros do município de Rio Branco-AC, adquirido modelo da ficha de registro de notificação do paciente.

2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Baseado em dados colhidos pela ficha de animais peçonhentos os dados foram armazenados em planilha de dados do programa Microsoft Excel®, versão 2010, reorganizados e reproduzidos como gráficos e posteriormente discutidos com o auxílio de livros, artigos e revistas.

Para a execução deste trabalho foi analisada a quantidade de acidentes ofídicos registrados no período de 2015 e 2016, onde foram analisados os meses com maior ocorrência, levando em consideração a área de ocorrência do acidente (zona rural, periurbana ou urbana), o sexo, gêneros das serpentes (*Bothrops*, *Crotalus* ou *Micrurus*), evolução de cura e soroterapia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dos dados coletados na Gerência de Vigilância Epidemiológica da SESACRE Secretaria de Estado de Saúde – SESACRE sobre acidentes ofídicos, foi possível observar os seguintes resultados:

Como mostra a figura 3, o ano de 2015 apresenta um número maior de acidentes ofídicos no município de Rio Branco em relação ao ano de 2016, foram um total de 145 acidentes em 2015 e 105 em 2016. A serpente responsável pelo maior número de acidentes em ambos os anos é do gênero botrópico totalizando 250 casos em 2015 e 2016. O mesmo também observado em pesquisas de FRANÇA e MÀLAQUE (2003). Segundo a FUNASA (2001) isso ocorre devido à capacidade de serpentes deste gênero de se adaptar a diferentes tipos de ambientes sem produzir ruídos, desferindo seus botes rapidamente antes que seja visualizada pela vítima.

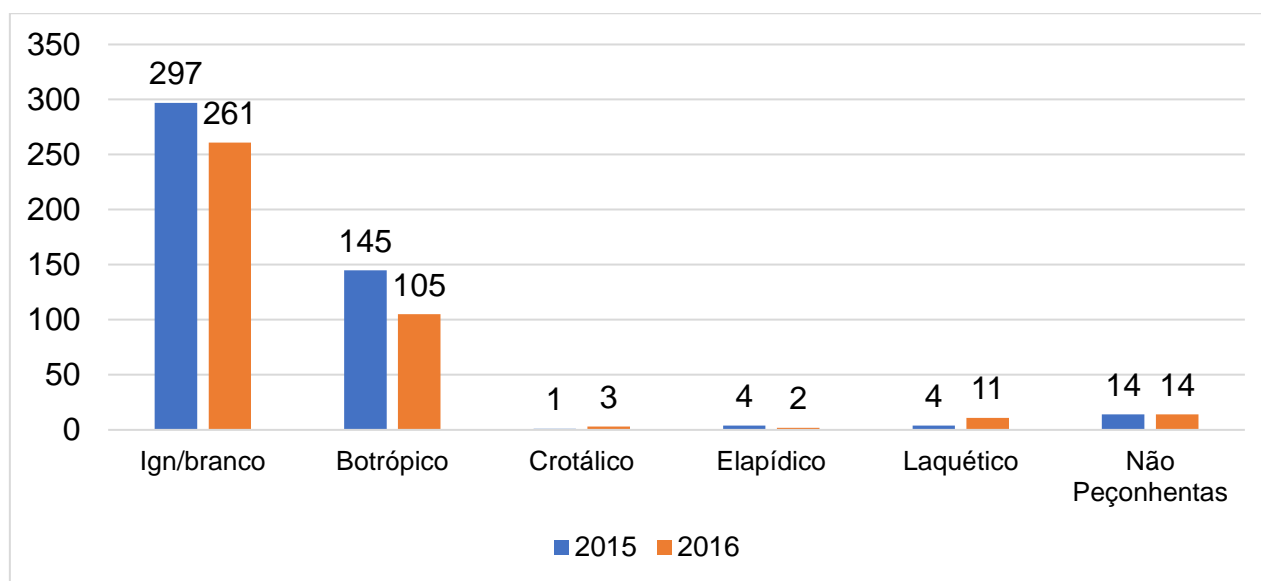


Figura 3. Distribuição de acidentes ofídicos registrados no município de Rio Branco, no período de 2015 e 2016, segundo o gênero das serpentes.

Os acidentes crotálicos estiveram presentes em 4 (quatro) notificações somente, sendo 1 (um) em 2015 e 3 (três) em 2016, e representam um menor índice de acidentes em relação às demais serpentes devido à restrição de habitat.

Segundo BRASIL (2007), apesar de não ser o tipo de acidente ofídico com maior número de registro, é o que apresenta maior letalidade, isto é 1,87% do total de todos os casos,

taxa seis vezes superior aos acidentes botrópicos que correspondem a 0,31% de todos os casos.

Os acidentes ignorados ou em branco estiveram presentes em 297 (duzentos e noventa e sete) envenenamentos em 2015 e 261 (duzentos e sessenta e um) envenenamentos em 2016 e pode ser justificado devido ao fato da vítima destruir a cabeça da serpente sacrificando-a, dificultando o seu reconhecimento (PINHO; OLIVEIRA; FALEIROS, 2004)

Analisando a figura 4 sobre a evolução de cura das pessoas que sofreram envenenamento, o gênero *Bothrops* foi o que mais apresentou boa evolução, com um total de 92 (noventa e dois) em 2015 e 78 (Setenta e oito) em 2016.

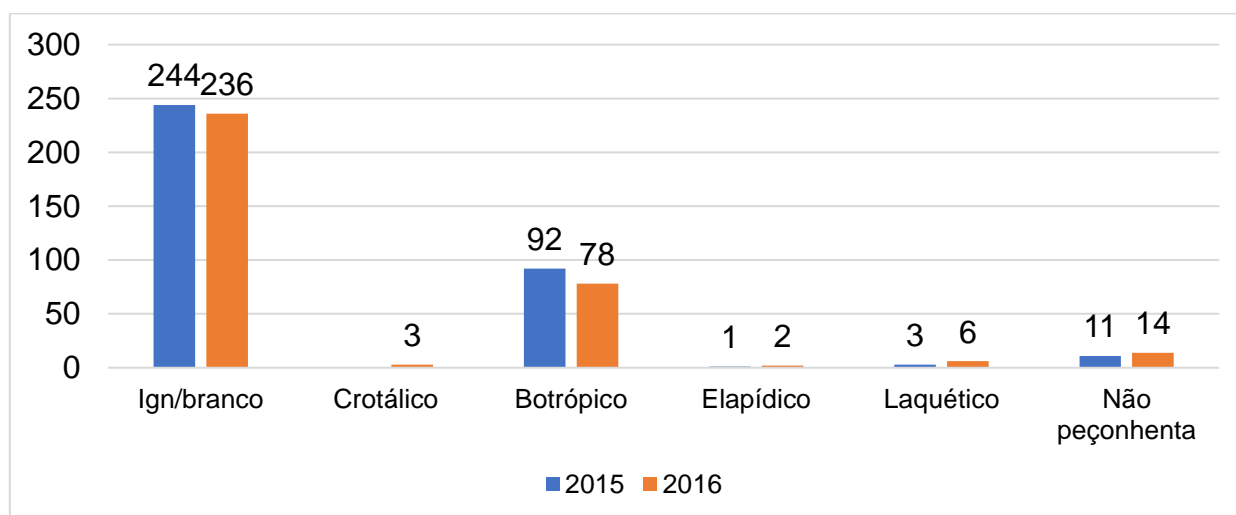


Figura 4. Evolução de cura do tratamento de vítimas de acidentes ofídicos no município de Rio Branco.

Conforme a Figura 5, os meses com maior incidência de acidentes foram os meses janeiro em 2015 e 2016, fevereiro de 2015, março de 2015 e 2016, seguido por abril de 2015 e 2016, maio e junho de 2015 e 2016, novembro de 2015 e dezembro de 2015, condizente com Ribeiro e Jorge (1997) os quais relatam que a maior frequência dos acidentes ocorreu nos meses nos quais, o clima é quente e chuvoso. Esse período também corresponde ao de maior atividade do gênero *Bothrops* (SAZIMA, 1988). Entretanto os índices de acidentes também podem variar devido a alterações nas condições climáticas, mudanças de habitat, alimentação e reprodução destes animais.

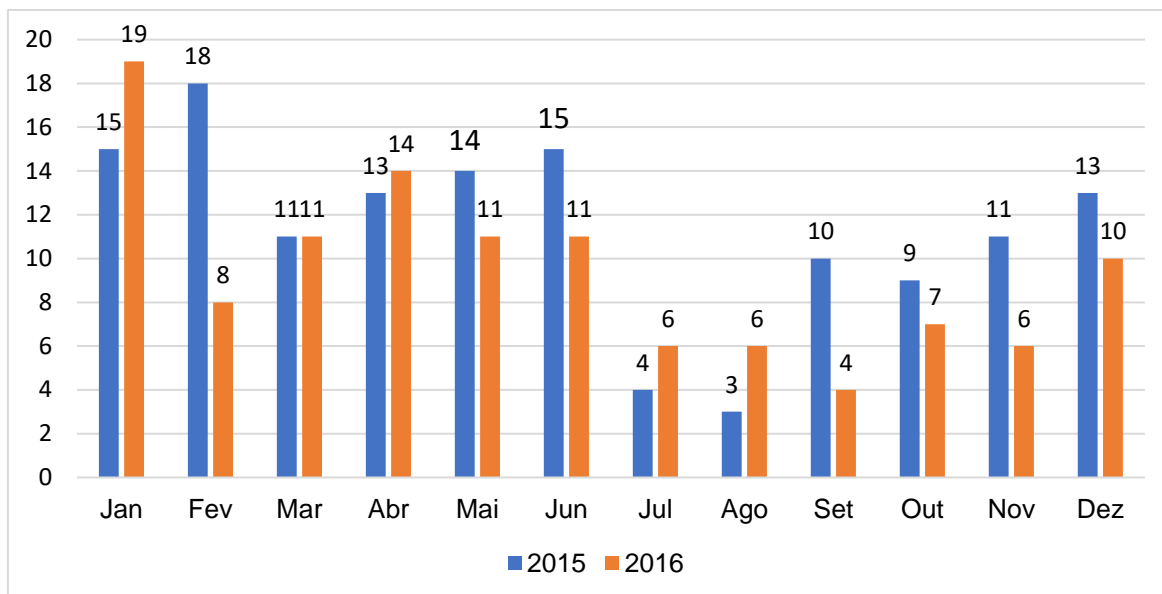


Figura 5. Ocorrência por mês de acidentes ofídicos no município de Rio Branco.

Como demonstra a figura 6, a ocorrência de acidentes ofídicos é maior com pessoas do sexo masculino. Em 2015 e 2016 foram registrados 161 acidentes com pessoas do sexo masculino e 88 com pessoas do sexo feminino. Os dados coletados também nos mostram que a maior ocorrência de acidente é na zona urbana do município de Rio Branco. Isso pode ocorrer devido à prevalência do homem nas atividades relacionadas à limpeza de quintais, hortas ou chácaras, desenvolvidos pelos habitantes da área urbana próximo a Áreas de Preservação Permanente (APP) gerando conseqüentemente uma maior exposição em relação às mulheres.

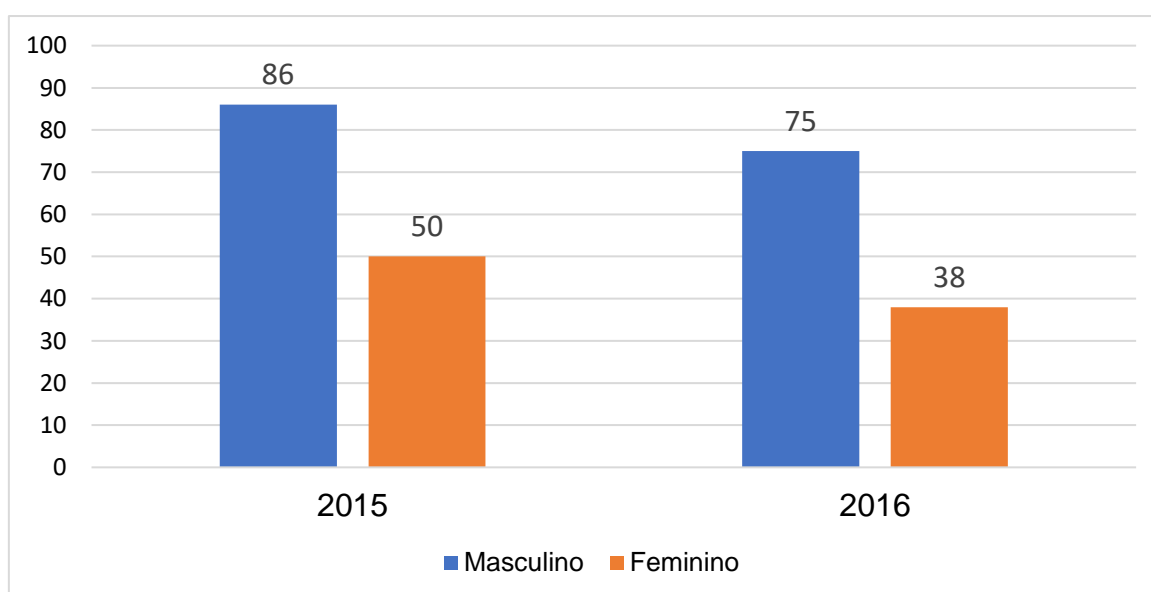


Figura 6. Ocorrência dos acidentes ofídicos por sexo no município de Rio Branco.

De acordo com a figura 7, não houve uma grande variação dos casos em que paciente recebeu ou não recebeu soro. Em 2015, 85 (oitenta e cinco) pacientes receberam soroterapia, sendo que somente 72 (setenta e dois) em 2016. Nos casos onde não receberam soro, foi registrado 48 (quarenta e oito) para 2015 e 41 (quarenta e um) para 2016.

Conforme o Instituto Butantan (2003), o tratamento consiste na administração, o mais precocemente possível, do soro antiofídico, distribuído gratuitamente pelo Ministério da Saúde para todos os hospitais e postos de atendimento médico.

Os soros são utilizados para tratar intoxicações provocadas pelo veneno de animais peçonhentos ou por toxinas de agentes infecciosos, como os causadores da difteria, botulismo e tétano. A primeira etapa da produção de soros anti-peçonhentos é a extração do veneno - também chamado peçonha - de animais como serpentes, escorpiões, aranhas e taturanas. Após a extração, a peçonha é submetida a um processo chamado liofilização, que desidrata e cristaliza o veneno (INSTITUTO BUTANTAN, 2003).

Ainda de acordo com publicação na revista do Instituto Butantan (2003), cada tipo de veneno ofídico requer um soro específico, preparado com o veneno do mesmo gênero de serpente que causou o acidente, a seguir os tipos de soro para cada tipo de gênero de serpentes peçonhentas: Antibotrópico: para acidentes com jararaca, jararacuçu, urutu, caiçaca, cotiara. Anticrotálico: para acidentes com cascavel. Antilaquético: para acidentes com surucucu. Antielapídico: para acidentes com coral. Antibotrópico-laquético: para acidentes com jararaca, jararacuçu, urutu, caiçaca, cotiara ou surucucu.

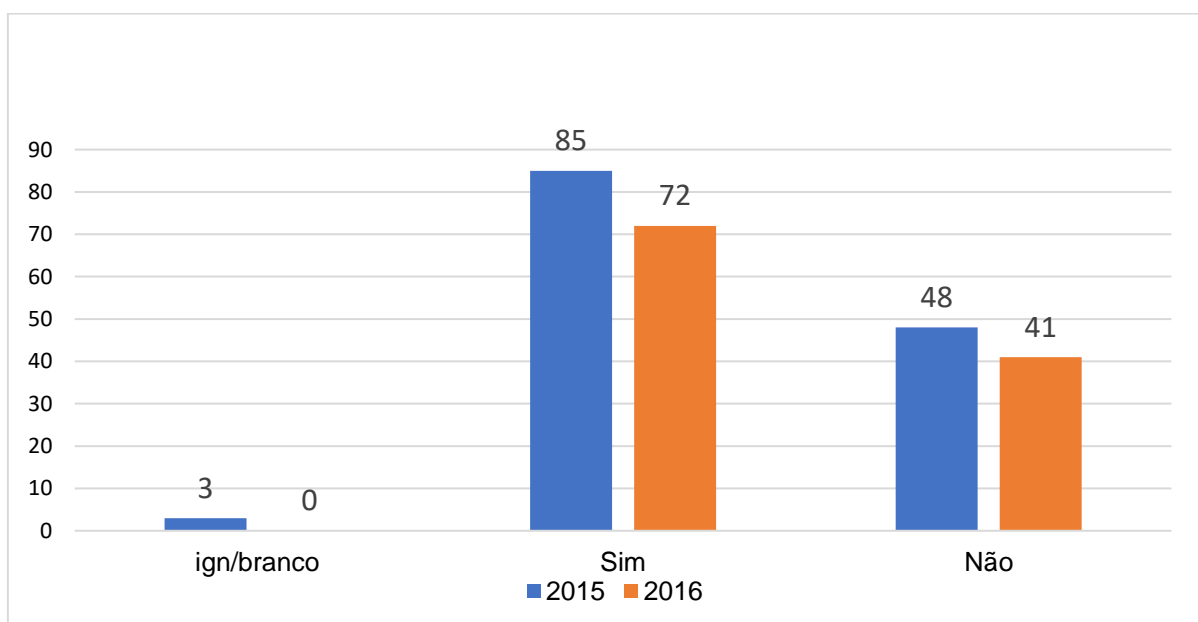


Figura 7. Uso de soroterapia em vítimas de acidentes ofídicos no município de Rio Branco.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período de 2015 e 2016, não houve registro de óbitos, todas as pessoas que sofreram acidentes ofídicos e que procuraram atendimento médico obtiveram cura.

Destaca-se o fato da maioria dos acidentes ocorrerem em zona urbana em ambos os anos, pois foram registrados 182 casos nesses 2 anos estudados. Impossível imaginar um cenário onde cobras estejam invadindo a cidade, afinal, todos os estudos anteriores sobre acidentes ofídicos nos mostram que, o maior índice de acidentes ocorre em área rural.

Ao analisarmos todas as informações coletadas, foi possível observar que isso se deve ao fato de alguns bairros de Rio Branco ser próximo a Áreas de Preservação Permanente - APP, onde segundo os dados, ocorrem os maiores números de acidentes com animais peçonhentos. Dos 109 bairros que apresenta notificações, apenas 20 é responsável por mais de 56% dos acidentes com animais peçonhentos.

Segundo informações da gerência de vigilância epidemiológica, outro fator que contribui para esse índice de acidente em zona urbana é o preenchimento equivocado da ficha de notificação do paciente, onde o agente de saúde responsável por esse serviço, ao entrevistar o paciente sobre o local do acidente, local de residência, gênero da serpente ,entre outros dados, recebe tais informações de maneira errada, e em alguns casos devido a gravidade do paciente nem chegam a coletar tais informações, deixando assim alguns dados ignorados ou em branco.

Os dados levantados nos anos de 2015 e 2016 mostraram um elevado índice de cura alcançado pelas vítimas e nenhum óbito. Notadamente em visita as unidades de saúde, observamos que as mesmas estão bem preparadas para receber vítimas desses acidentes. Mas é importante a identificação do gênero da serpente para um atendimento mais eficaz, pois quando isso não acontece, a medicação será de acordo com os sintomas apresentado pelo paciente.

5. REFERÊNCIAS

BARRAVIERA, B., coord. - Venenos animais: uma visão integrada. Rio de Janeiro, **Editora de Publicações Científicas**. p.411. 1994.

BERNARDE, P. S. Mudanças na classificação de serpentes peçonhentas brasileiras e suas implicações na literatura médica. **Gaz. Méd. da Bahia**. n.81. v.1. p. 55-63. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos**. Fundação Nacional de Saúde, 2007.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos**. 2. ed. Brasília: FUNASA, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. <<http://portalms.saude.gov.br/component/content/article/973-saude-de-a-a-z/animais-peconhentos-serpentes/13713-descricao-da-doenca?Itemid=101>> Acesso: em 06 de junho de 2018

CUPO, P; AZEVEDO, M.M. Acidentes ofídicos: Análise de 102 casos. **Livro de Resumos do XXI Congresso da Soc. Bras. Med. Trop.** v. 33, p.66-67. 1990.

D'AGOSTINI, F. M. Epidemiologia dos acidentes por serpentes no município de Concórdia, SC no período de 2007 a 2010. **Revista Evidência**. v. 11 n. 1, p. 51-60, janeiro/junho 2011.

FEITOSA, R.F.G.; MELO, I.M.L.A.; MONTEIRO, H.S.A. Epidemiologia dos acidentes por serpentes peçonhentas no Estado do Ceará - Brasil. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** v. 30, n.4, p.295-301,1997.

FILHO, A. A. **Análise Clínico-Epidemiológica de casos de Ofidíssimo Atendidos em um Hospital Público Estadual de Minas Gerais de 2003 A 2012**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.

FRANÇA F.O.S.; MÁLAQUE C.M.S. Acidente botrópico. In: CARDOSO J.L.C., FRANÇA F.O.S., WEN F.H., MÁLAQUE C.M.S.; HADDAD JR V. (Eds), **Animais Peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. Sarvier, São Paulo. p.72-86, 2003.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. **Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos**. Brasília, DF, 2001.

FURTADO, M.F.D.; ROCHA, M.M.T. Caracterização individual do veneno de *Bothrops alternatus* Duméril, Bibron&Duméril em função da distribuição geográfica no Brasil (Serpentes, Viperidae). **Rev. Bras. de Zoo**. v. 22, n. 2. p.383-393. 2005.

GOMES, N; PUORTO, G. Atlas Anatômico de *Bothrops jararaca* Wied, 1824 (Serpentes Viperidae). **Mem. Inst. Butantan**, v. 55. p. 69-100. 1993.

IBGE. **Panorama de cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/rio-branco/panorama>> Acessado em: 18 de Junho de 2018.

IBGE. **Censo Demográfico**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/rio-branco>> Acesso em: 13 de junho de 2018.

IBGE. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/rio-branco>> Acesso em: 13 de junho de 2018.
INSTITUTO BUTANTAN. **Animais Peçonhentos: Serpentes**. Série Didática 5. São Paulo, SP, 2003.

MELGAREJO, A.R. **Serpentes Peçonhentas do Brasil**. In: Cardoso, J.L.C; FRANÇA, F.O.S; FAN, H.W; MÁLAQUE, C.M & HADDAD Jr. V.,eds. Animais peçonhentos no Brasil. Biologia, Clínica e terapêutica dos acidentes. Sarvier, São Paulo. p.33-60. 2003.

MORENO, E.; QUEIROZ-ANDRADE, M.; LIRA-DA-SILVA, R. M.; TAVARES-NETO, J. Características clínico epidemiológicas dos acidentes ofídicos em Rio Branco, Acre. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. 38(1):15-21, 2005.

PACHECO U. P; ZORTÉA M. Snakebites in Southwestern Goiás State, Brazil. **J. Venom. Anim. Toxins incl. Trop. Dis**; v.14, n.1. p.141-151. 2008.

PEREIRA , I. D.; PINHO, F.M.O. Ofidismo. **Rev. Ass. Méd. Brasil**. v. 24, n.1. 2001. p. 24-29.

PINHO, F. M. O; OLIVEIRA, E. S; FALEIROS, F. Acidente ofídico no Estado de Goiás. **Rev. Assoc. Méd. Bras.**, n.50. 2004.

RIBEIRO, L. A; JORGE, M. T. Acidente por serpentes do gênero *Bothrops*: série de 3.139 casos. **Rev. da Soc. Bras. de Med. Trop**. v.30, n.6. p.475-480. 1997.

SAZIMA, I. Um estudo da biologia comportamental da jararaca, *Bothrops jararaca*, com uso de marcas naturais. **Mem. Inst. Butantan**, v. 50, n.3, p. 83-99. 1988.

WIKIPÉDIA. **Surucucu**: Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Surucucu>> Acesso em: 03 de junho de 2018.



IODAÇÃO DO SAL DE COZINHA E SUAS CONSEQUÊNCIAS A SAÚDE

Ianna Andrade Oliveira¹, Alanderson Alves Ramalho², Cynara Pessoa Fontes da Silva³, Cydia Menezes Furtado⁴

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Graduação em Nutrição Bacharelado, Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Rio Branco, Acre, Brasil;
3. Universidade Federal do Acre (UFAC), Restaurante Universitário, Rio Branco, Acre, Brasil;
4. Universidade Federal do Acre (UFAC), Unidade de Tecnologia de Alimentos, Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

O iodo é um elemento essencial para a biossíntese de hormônios tireoidianos. A fim de controlar muitos casos endêmicos de bócio a adição de iodo na dieta humana, tem sido uma prática universal por ter aplicação segura e apresentar relação custo-benefício satisfatória. Devido ao alto consumo de sal pela população brasileira faz-se necessário uma análise do teor de iodo destinado ao sal de cozinha, pois tanto sua deficiência quanto seu excesso podem ser prejudiciais à saúde humana. Desta forma, o objetivo deste estudo foi revisar os estudos brasileiros que analisaram a concentração de iodo no sal para o consumo humano e analisar a adequação das amostras ao recomendado pelas RDC 130/2003 e RDC 23/2013. No total foram analisadas 402 amostras de sal para o consumo humano. Os níveis de inadequação da concentração de iodo nas amostras foram de 16,55% no período de vigência da RDC 130/2003 e de 65% no período de vigência da RDC 23/2013, sugerindo falhas na vigilância da concentração de iodo no sal para consumo humano.

Palavras-chave: Excesso de iodo, deficiência de iodo e tireoide.

ABSTRACT

Iodine is an essential element for the biosynthesis of thyroid hormones. In order to control many endemic goiter cases, the addition of iodine to the human diet has been a universal practice because it has a safe application and a satisfactory cost-benefit ratio. Due to the high consumption of salt by the Brazilian population it is necessary an analysis of the iodine content for cooking salt, as both its deficiency and its excess can be harmful to human health. Thus, the objective of this study was to review the Brazilian studies that analyzed the concentration of iodine in the salt for human consumption and to analyze the adequacy of the samples to that recommended by RDC 130/2003 and RDC 23/2013. In total, 402 samples of salt were analyzed for human consumption. The levels of inadequacy of iodine concentration in the samples were 16.55% in the period of validity of RDC 130/2003 and 65% in the period of validity of RDC 23/2013, suggesting failures in the monitoring of iodine concentration in salt for human consumption.

Keywords: Iodine excess; deficiency of iodine and thyroid.

1. INTRODUÇÃO

A fim de controlar muitos casos endêmicos de bócio, especialmente em habitantes de áreas montanhosas em várias regiões do mundo, a adição de iodo, ou sais derivados, na dieta humana, tem sido uma prática universal (FREITAS et al., 2011).

O Brasil, como medida corretiva da baixa ingestão de iodo pela população brasileira, tem utilizado por meio de regulamentações a adição de iodo no sal de cozinha, em razão do baixo custo e fácil acesso por parte dos indivíduos.

No Brasil, a normatização da adição de iodo no sal de cozinha ocorreu em várias etapas. A primeira foi por meio da Lei nº 1.944, 14 de agosto de 1973, que tornou obrigatória a adição de iodo no sal de consumo humano nas áreas endêmicas de bócio. No Decreto nº 39.814, de 17 de agosto de 1956, foi-se delimitado as áreas de bócio endêmico, estendeu-se a iodinação do sal para todo o território nacional e atribuiu-se ao Ministério da Saúde a responsabilidade da importação dos suplementos iodados.

A Lei nº 6.150, de 3 de dezembro de 1974, revogou a Lei 1.944 de 1954, e fixou em 10mg/Kg o teor de iodo no sal de consumo humano, além de transferir o ônus para a iniciativa privada e determinar que sua fiscalização seja realizada pelos estados, territórios e municípios.

O Decreto nº 75.697 de 1975, estabeleceu padrões de qualidade e de identificação do sal de consumo humano. Já o Decreto nº 80.560 de 1977 regulamentou a qualidade e a apresentação do sal de consumo animal.

Uma portaria do Ministério da Saúde de nº 1.806 de 1994 aumentou o teor de iodo no sal de consumo humano para 40-60 mg de iodo/kg de sal. A Lei nº 9.005 de 1995, complementa que o Ministério da Saúde tem como responsabilidade estabelecer a correta proporção de iodo do sal consumido no Brasil e é responsável também pela autorização do fornecimento de iodato às indústrias beneficiadoras de sal.

A RDC 130 (2003), da Vigilância Sanitária determina que a quantidade de iodo no sal para consumo humano deverá estar entre 20-60 mg/kg de sal. A última resolução publicada e em vigor, a RDC 23/2013, altera a faixa de iodinação do sal de 20 a 60 mg/kg para 15mg/kg a 45 mg/kg.

O consumo de iodo, em valores inferiores a 0,05 mg ao dia, resulta na hipertrofia da tireóide (bócio endêmico) e, caso esta deficiência seja prolongada, pode resultar em hipotireoidismo. Por outro lado, o excesso de iodo ou iodeto também pode provocar o bócio,

bem como o hipertireoidismo. Portanto, a ingestão de iodo, proveniente da alimentação, drogas e águas, pode apresentar pronunciados efeitos no status da glândula da tireóide de um indivíduo (FREITAS et al., 2011 apud SHIN, 1996).

O iodo é um elemento essencial para a biossíntese de hormônios tireoidianos, como tiroxina (T4) e triiodotironina (T3), os quais são fundamentais no desenvolvimento fetal, na regulação metabólica das células e no crescimento físico e neurológico dos seres humanos (WHO, 2014). Sendo assim, o objetivo deste estudo foi revisar os estudos brasileiros que analisaram a concentração de iodo no sal para o consumo humano e analisar a adequação das amostras ao recomendado pelas RDC 130/2003 e RDC 23/2013.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a seleção de estudos deste trabalho realizou-se revisão de trabalhos científicos utilizando as palavras-chave "sal de cozinha", "iodo" e "excesso de iodo" no buscador Google acadêmico, além de artigos publicados em periódicos indexados a Biblioteca Virtual em Saúde on-line, com índices bibliográficos contidos no LILACS, MEDLINE, IBECs e SCIELO. Foram selecionados para análise trabalhos científicos que analisaram o teor de iodo no sal (moído, refinado, extrafino e grosso) para o consumo humano comercializado no Brasil e publicados no idioma português no período de 2004 a junho de 2019.

Nos trabalhos selecionados, identificou-se a concentração de iodo no sal destinado ao consumo humano e analisou-se a adequação a RDC 130/2003 e RDC 23/2013. Segundo a RDC 130/2003, "somente será considerado próprio para consumo humano o sal que contiver teor igual ou superior a 20 (vinte) miligramas até o limite máximo de 60 (sessenta) miligramas de iodo por quilograma de produto" (BRASIL, 2003). A RDC 23/2013 estabelece "teor igual ou superior a 15 (quinze) miligramas até o limite máximo de 45 (quarenta e cinco) miligramas de iodo por quilograma de produto" (BRASIL, 2013).

Para construção do banco de dados e análise da frequência absoluta (n) e relativa (%) das amostras quanto à adequação as duas RDC's, utilizou-se o software *Microsoft Excel®*, versão 2016.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados 12 trabalhos científicos que analisaram teor de iodo no sal para o consumo humano comercializado no Brasil e atenderam aos critérios de inclusão, totalizando 402 amostras analisadas. No Quadro 1 estão descritos as informações básicas de identificação e os principais resultados dos trabalhos selecionados.

Quadro 1 - Trabalhos científicos que analisaram o teor de iodo no sal para o consumo humano comercializado no Brasil no período de 2004 a junho de 2019.

Autor (Ano)	Local	Amostra	Resultados – Teor de iodo
Duarte, Tomimoro, Boriolli, Ferreira, Catarino, Camargo, Medeiros-Neto (2004)	Presidente Prudente, Araçatuba, São José do Rio Preto, Ribeirão Preto, Taubaté, Registro/Cananéia - SP	76 amostras de sal de doméstico.	12 das 76 amostras de sal doméstico apresentaram excesso. (2 em Presidente Prudente; 1 em São José do Ribeirão e 9 Registro/Cananéia)
Pereira, Belinski, Valus, Beltrame, (2008)	Ponta Grossa - PR	5 marcas comerciais de sal refinado de cozinha e 1 marca de sal grosso.	4 marcas excederam a recomendação nos sais analisados.
Pontes, Rocha, Leite, Lessa, Adan (2009)	Cabaceiras, PB.	6 marcas comerciais de sal industrializados.	O estudo não apresentaram excesso nessa região.
Alves, Duarte, Navaro, Tomimoro (2010).	Ribeirão Preto - SP	205 amostras de sal de cozinha.	27 amostras encontraram-se abaixo do mínimo estabelecido < 20mg e 6 acima da recomendação máxima > 60 mg
Freitas, Júnior, Pereira, Farias, Pereira (2011).	Natal - RN	3 marcas de sal refinado de cozinha.	Todas as marcas analisadas encontram-se em conformidade com a legislação.
Dionísio (2013)	São Carlos - SP	2 amostras de sal de cozinha	1 acima do recomendado e uma abaixo do mínimo preconizado.
Saatkamp, Martins, Cardoso, Mota, Liberal et al (2014)	Santarém - PA	9 amostras de sal.	3 apresentaram-se irregulares (2 amostras com valores >60mg e 1 com valor abaixo de <20mg.
Lage, Nimer, Pereira, Silva, Da Sliva (2015).	Ouro Preto - MG	40 marcas de sal refinado de cozinha e 26 de sal grosso.	Das 66 marcas analisadas, 3 marcas de sal refinado e 14 de sal grosso encontraram-se com concentrações acima do recomendado.
Santos, Jesus, Cruz (2015)	Aracajú - SE	3 marcas de sal de cozinha. Desses 2 eram sal refinado e 1 sal comum.	1 sal refinado apresentou valores abaixo do preconizado, 1 sal refinado excedeu o teor de iodo.
Beltrame, Romero, Romero (2015)	Campo Mourão - PR	4 marcas diferentes de sal de cozinha	Todas as marcas apresentaram desconformidade com a regulamentação
Santos (2018)	Montes Claros - MG	5 amostras de sal de cozinha refinado.	As 5 amostras apresentaram valores que excedem a recomendação.
Oliveira, Barbosa, Lima, Albuquerque, Furtado (2019)	Rio Branco - AC	14 amostras de sal de cozinha (extrafino, refinado, moído e grosso.)	O sal grosso apresentou concentrações muito acima do recomendado, o sal do Himalaia moído e extrafino apresentaram valores ausentes.

Ao considerar a RDC 130/2003, do total de amostras, observou-se que 9,20% encontraram-se <20mg/iodo/Kg de sal de cozinha, 13,93% apresentaram um valor >60mg/iodo/Kg e 76,87% encontram-se dentro dos padrões estabelecidos. A presente análise observou que 23,13% de todas as amostras analisadas estão em desacordo com a RDC 130/2003. Ao estratificar as publicações em relação ao ano de vigência da RDC,

observou-se que os estudos publicados entre 2004 e 2011, 83,4% encontram-se dentro dos padrões estabelecidos como adequado para o consumo humano (Tabela 1). Não foram localizados estudos para o ano de 2012.

Tabela 1. Distribuição percentual (%) da adequação das amostras de sal para o consumo humano em relação ao teor de iodo segundo a RDC 130/2003.

Concentração	Total		2004-2011	
	N	%	N	%
<20mg/iodo/Kg	37	9,20	27	9,12
20-60mg/iodo/Kg	309	76,87	247	83,45
>60mg/iodo/Kg	56	13,93	22	7,43
Total	402	100,00	296	100,00

A RDC 23/2013 está vigente desde o ano de 2013, e os valores de iodação antes estabelecidos de 20-60mg/iodo/Kg passam a ser 15-45mg/iodo/Kg de sal para consumo humano. Reduzindo tanto o mínimo quanto o máximo. Ao considerar a resolução vigente, foi possível analisar 131 amostras, sendo que destas, 40 foram publicadas após a vigência da resolução. De acordo com a resolução vigente, das 131 amostras 8,40% estão abaixo de 15mg de iodo/Kg de sal, e 51,90% estão acima do recomendado (45mg de iodo/Kg de sal) e apenas 39,70% estão dentro dos padrões estabelecidos como adequados para o consumo humano (Tabela 2). Ao considerar apenas os estudos publicados após a vigência da RDC 23/2013, este percentual de adequação é de 35%.

Tabela 2. Distribuição percentual (%) da adequação das amostras de sal para o consumo humano em relação ao teor de iodo segundo a RDC 23/2013.

Concentração	Total		2013-2019	
	N	%	N	%
<15mg/iodo/Kg	11	8,40	10	25,00
15-45mg/iodo/Kg	52	39,70	14	35,00
>45mg/iodo/Kg	68	51,90	16	40,00
Total	131	100	40	100,00

Ainda considerando este período, observou-se que 65,00% das amostras analisadas encontram-se em desacordo com a RDC 23/2013, classificando-os como impróprio para consumo humano. No estudo de Oliveira et al, 2019 demonstra que o sal negro do himalaya não foi identificado iodo em dois lotes assim como o rosa do himalaya. É um dado muito alarmante pois esse tipo de sal está em “alta” havendo assim muito consumo por parte da população.

O sal, para consumo humano, deverá conter uma pequena quantidade de iodo, em forma de iodeto ou iodato, para prevenção de doenças relacionadas a tireoide (SEGUNDO, 2019). Esta iodação do sal tem sido recomendada como principal medida de saúde pública para prevenção e controle dos distúrbios por deficiência de iodo (DDI), por ter aplicação segura e apresentar relação custo-benefício satisfatória (BRASIL, 2007).

A deficiência de iodo no organismo humano acarreta várias consequências a saúde humana, como o bócio, hipotireoidismo e em casos mais severos atraso mental, cretinismo e aumento da mortalidade neo-natal e infantil (WHO, 2007). Entretanto, não é apenas a deficiência de iodo que traz consequências a saúde, seu excesso também, hipertireoidismo em indivíduos com doença nodular da tireoide, hipotireoidismo, aumento de doenças auto-imunes, aumento da incidência de carcinoma papilar da tireoide (TENG et al., 2006).

Apesar da importância do iodo adicionado ao sal para o consumo humano, o sal apresenta alto teor de sódio e o seu consumo deve ser moderado. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que o consumo de sódio não ultrapasse o limite diário máximo de 2g, que equivale a 5g de sal por pessoa. Estudo baseado nos dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), realizada no Brasil entre julho de 2002 e junho de 2003, mostrou que a quantidade diária de sódio disponível para consumo nos domicílios brasileiros foi de 4,5g por pessoa, excedendo em mais de duas vezes o limite recomendado de ingestão desse micronutriente. O estudo também registrou que a maior parte de sódio disponível para consumo em todas as classes de renda provinha do sal de cozinha e de condimentos à base desse sal (76,2%) (SARNO et al., 2009). Os novos dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009 demonstram que ambos os sexos e de todas as faixas etárias estudadas, a média do consumo de sódio é de 6,24g por pessoa (BRASIL, 2011), que é mais de 3 vezes o recomendado pela OMS. Vale ressaltar que todo sal produzido no Brasil se é adicionado iodo, por conseguinte maior consumo de sal de cozinha, maior ingestão de iodo.

No Brasil a ingestão de iodo é mais do que suficiente e às vezes excessiva, com uma mediana de iodo urinário superior a 200 µg Iodo/l (HETZEL, 2002). Esses dados

demonstram que os grupos sensíveis da população brasileira possam estar expostos aos riscos da alimentação excessiva de iodo, podendo aumentar a prevalência de tireoidite crônica autoimune (tireoidite de Hashimoto). Provavelmente, a ingestão excessiva de iodo pode decorrer do maior consumo de sal pela população brasileira, propiciando condição adicional para maior introdução desse nutriente no organismo (Duarte et al., 2004). Além do consumo superior recomendado de sal de cozinha, outro fator a se levar em consideração seria a iodação acima do preconizado pela RDC 23/2013 realizada pelas indústrias nesses produtos.

4. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem que há falhas na vigilância da concentração de iodo no sal destinado ao consumo humano. Os níveis de inadequação foram de 16,55% no período de vigência da RDC 130/2003 e de 65% no período de vigência da RDC 23/2013.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, M.L.D et al. Ultrasonographic evaluation of the thyroid, determination of ioduria and iodine concentration in kitchen salt used by schoolchildren in Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v.54, n.9, p.813-818, 2010.

BELTRAME, K.K et al. Análise de iodo em amostras comerciais de sal de cozinha: Uma proposta para o ensino de conceitos químicos na educação básica. **Lat. Am. J. Sci. Educ**, v. 1, p. 12102, 2015.

BRASIL. **Decreto nº 75.697, 06 de maio de 1975**. Aprova padrões de identidade e qualidade para o sal destinado ao consumo humano. Brasília, DF, Maio de 1975.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Manual técnico e operacional do pró-iodo: Programa Nacional para a Prevenção e Controle dos Distúrbios por Deficiência de Iodo**. Brasília: Ministério da Saúde; 2007.

BRASIL. **Resolução. RDC n. 130, 26 de maio de 2003**. Dispõe sobre o teor de iodo no sal destinado ao consumo humano e dá outras providências. Diário da União, 28 mai. 2003.

BRASIL. **Resolução. RDC n. 23, de 24 de abril de 2013**. Dispõe sobre o teor de iodo no sal destinado ao consumo humano e dá outras providências. Diário da União, 25 abr. 2013.

SANTOS, R.C.S; DE JESUS, M.P; CRUZ, M.C.P. IODO NO SAL DE COZINHA: UMA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA PARA O ENSINO DE QUÍMICA. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 8, n. 1, 2015.

DE FREITAS, G.R.S et al. Análise de iodato em sais de cozinha. **Eclética Química Journal**, v. 36, n. 1, p. 93-109, 2018.

DIONÍSIO, A.G.G et al. **Avaliação de técnicas com plasma acoplado indutivamente para a determinação de constituintes inorgânicos no ciclo produtivo do frango de corte e iodo em sal de cozinha**. 2013.

DOS SANTOS, H.T.L. **Análise do teor de iodo em sal comercializado no município de Montes Claros–MG**. 2018.

Duarte G.C, Tominori E.K, Boriolli R.A, Ferreira J.E, Catarino R.M, et al. Avaliação ultrasonográfica da tireóide e determinação da iodúria em escolares de diferentes regiões do Estado de São Paulo. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.** v.48, n.6, p.842-848, 2004.

DUARTE, G.C. **Avaliação ultra-sonografica da tireoide, excreção urinária de iodo em escolares** de 6 a 14 anos e grau de iodação do sal, em diferentes regiões do estado de São Paulo. (Dissertação) Doutorado em Ciências – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2007.

FREITAS, G.R.S et al . Análise de iodato em sais de cozinha. **Eclet. Quím**, v.36, n.1, p.93-109, 2011.

HETZEL B.S. Eliminating iodine deficiency disorders-the role of the International Council in the Global Partnership. **Bull. WHO**, v.80, n.5, p.4100-4107. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**. Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2011.

LAGE, N.N et al. Avaliação da adequação do teor de iodo em amostras de sal refinado e de sal grosso comercializado em Ouro Preto-MG, Brasil. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 10, n. 1, p. 99-108, 2015.

MENEGUETTI, D.U.O et al. **Ciência, Inovação e tecnologia na Amazônia**. 1ºed, Stricto Sensu, 2019.

OLIVEIRA, J.C.M. **Ministério da Saúde, Resolução da - RDC Nº 23, de 24 de abril de 2013**. Ministério da Saúde. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/res0023_23_04_2013.html> Acesso em: 13 de junho 2019.

PEREIRA, A.V et al. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de sal de cozinha. **Iniciação Científica Cesumar**, v. 10, n. 2, p. 97-101, 2008.

PONTES, A.A.N de et al. **Iodação do sal no Brasil, um assunto controverso**. 2009.

ROMERO, R.B; OR, A.L.R. **Teste para iodo em sal de cozinha: interdisciplinaridade e contextualização para o ensino de conceitos químicos**. 2012.

SAATKAMP, C.J. Avaliação do teor de iodo presente no sal de cozinha comercializado no município de Santarém Pará. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 11, n. 1, p. 10-10, 2014.

SARNO F.; Claro R.M.; Levy R.B.;Bandoni D.H.; Ferreira S.R.G.; Monteiro CA. Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira, 2002-2003. **Rev. Saúde Pública**. 2009; 43(2):219-225.

SEGUNDO, S et al. Análises quantitativas e qualitativas do sal produzido na indústria salinera SOCEL. 2019.

TENG, W et al. Effect of iodine intake on thyroid diseases in China. **New England Journal of Medicine**, v. 354, n. 26, p. 2783-2793, 2006.

WORD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Assesment of iodine Defciciency Disorders and monitoring their elimination**. Geneve 2007.

WORD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Effect and safety of salt iodization to prevent iodine deficiency disorders: a systematic review with meta-analyses**. Geneva, 2014.

WORD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **WHO/ISSICC/Unicef. Assessment of the iodine deficiency disorders and monitoring their elimination**. Geneva, 2001. (WHO/NHD/01.1).

ZIMMERMANN, M. B.; ANDERSSON, M. "Prevalence of iodine deficiency in Europe in 2010". **Annales d'Endocrinologie**, v.72, p.164, 2011.



AULAS EXPERIMENTAIS EM UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR: UMA EXPERIÊNCIA EXITOSA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

Maria Galdizia Carvalho Assunção¹, Érica Patrícia Navarro^{2†}, Rosália Maria Ribeiro de Aragão¹, Andreza Mendonça¹, Josefa Aparecida Pereira de Andrade¹, Fernanda Rodrigues de Siqueira¹, Maria Elessandra Rodrigues Araújo¹

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Ji-Paraná, Rondônia, Brasil.

2. Universidade Federal do Pará (*in memorian*).

RESUMO

O objetivo do trabalho foi apresentar como se deu o processo de interdisciplinaridade na realização de aulas experimentais nas disciplinas de Mineralogia e Química dos Solos, Sementes e Viveiros Florestais, com os alunos dos Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio de Química e Florestas do Instituto Federal de Rondônia no *Campus Ji-Paraná*, no ano letivo de 2016. As aulas experimentais foram executadas conjuntamente pelos alunos dos dois cursos técnicos, sendo divididas em quatro (4) etapas: 1. formação de compostos orgânicos; 2. análises dos substratos; 3. formação e avaliação biométrica de mudas de canafístulas e 4. análise dos dados nas turmas dos cursos técnicos em química e florestas. Sob uma proposta interdisciplinar, as aulas experimentais possibilitaram o aprendizado teórico e prático dos seguintes conteúdos: propriedades físicas dos solos, formação da matéria orgânica, os fenômenos de superfícies, formação de mudas e a influência da fertilidade no crescimento das mudas florestais. Essa integração dos conteúdos e das disciplinas possibilitou além do estímulo e interesse dos alunos na realização das atividades experimentais, a participação e publicação dos resultados alcançados em eventos científicos, o que contribuiu, significativamente, com a divulgação do perfil profissional dos cursos Técnico em Química e Técnico em Florestas para a comunidade.

Palavras-chave: Cursos técnicos, Mineralogia e Sementes e Viveiros.

ABSTRACT

The objective of this work was to present the interdisciplinary process in the experimental classes in the subjects of Mineralogy and Chemistry of Soils, Seeds and Forest Nurseries, with the students of the Technical Courses Integrated to the High School of Chemistry and Forests of the Federal Institute of Rondônia in the *Campus Ji-Paraná*, in the academic year of 2016. The experimental classes were carried out jointly by the students of the two technical courses, being divided in four (4) steps: 1. formation of organic compounds; 2. substrate analyzes; 3. Biometric evaluation and evaluation of canafístula seedlings and 4. analysis of the data in the classes of technical courses in chemistry and forests. Under an interdisciplinary proposal, the experimental classes allowed the theoretical and practical learning of the following contents: soil physical properties, formation of organic matter,

surface phenomena, seedling formation and the influence of fertility on the growth of forest seedlings. The integration of contents and disciplines made possible the stimulation and interest of the students in the accomplishment of experimental activities, the participation and publication of the results achieved in scientific events, which contributed significantly to the dissemination of the professional profile of the Technical Chemistry and Forestry Technical courses for the community.

Keywords: Technical courses, Mineralogy and Seeds and Nurseries.

1. INTRODUÇÃO

Os alunos que ingressam nos Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio nos Institutos Federais buscam, principalmente, um ensino de qualidade e sua formação para o mercado de trabalho. Para tanto, a organização curricular para a habilitação do Técnico é composta por diretrizes do Ensino Médio e da Educação Profissional e Tecnológica de nível médio (PPC FLORESTAS, 2010).

As disciplinas para cada ano letivo comportam instrumentos de flexibilidade e abertura do currículo para o itinerário profissional. Contudo, observa-se que os alunos têm dificuldade de correlacionar os conteúdos ministrados e as diversas disciplinas. Uma alternativa viável de estabelecer essa correlação, tanto entre o eixo da base nacional comum como no eixo tecnológico, é por meio de projetos interdisciplinares.

A metodologia do trabalho interdisciplinar supõe atitude e método que implica: 1º integração de conteúdos; 2º passar de uma concepção fragmentária para uma concepção unitária do conhecimento; 3º superar a dicotomia entre ensino e pesquisa, considerando o estudo e a pesquisa, a partir da contribuição das diversas ciências; 4º ensino-aprendizagem centrado numa visão de que aprendemos ao longo de toda a vida (educação permanente) (GADOTTI, 1999).

Nesta perspectiva formativa interdisciplinar, o trabalho com aulas experimentais constitui como uma alternativa viável. As aulas experimentais são ferramentas de aprendizado que estimulam a solução de problemas, criatividade, inovação, capacitação, além de possibilitar a retenção da informação por mais tempo e aproveitamento das aulas com mais satisfação e prazer (BARBOSA; MOURA, 2013).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar ações interdisciplinares a partir de aulas experimentais das disciplinas de Mineralogia e Química dos Solos e Sementes e Viveiros Florestais com os alunos dos cursos Técnicos em Química e Florestas Integrados ao Ensino Médio, respectivamente, superando a fragmentação dos conteúdos

e a individualidade das disciplinas, tornando a sala de aula um espaço aberto para a experimentação, o diálogo e debates relacionados à teoria-prática.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no ano letivo de 2016 nos cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio de Química nas turmas de 4º ano vespertino e 3º ano matutino, sequencialmente. Foram ministrados conteúdos das disciplinas de Mineralogia e Química dos Solos e Sementes e Viveiros Florestais. As aulas experimentais foram realizadas conjuntamente pelos alunos dos dois cursos, sendo divididas em cinco etapas, conforme descrição a seguir.

2.1 FORMAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS

Na etapa inicial, os compostos orgânicos foram formados seguindo o método de saco de nylon descrito por Oliveira (2008). Foram instalados seis tratamentos, distribuídos ao acaso com quatro repetições (Quadro 1).

Os materiais utilizados nas pilhas de compostagem por tratamento foram: casca da mandioca + folha da leucena (T₃); palha de café + folha da leucena (T₄); casca da mandioca + palha de café + folha da leucena (T₅); bagaço de cana-de-açúcar + folha da leucena (T₆); casca da mandioca + bagaço da cana-de-açúcar (T₇) e testemunha contendo apenas a casca da mandioca (T₈).

Quadro 1. Descrição dos substratos usados na produção de mudas de canafístula.

Tratamentos	Descrição dos substratos
T ₁	Solo+areia (1:1)
T ₂	Substrato comercial
T ₃	Substrato resultado compostagem de casca de mandioca +leucena
T ₄	Substrato resultado compostagem de palha de café + leucena
T ₅	Substrato resultado compostagem de palha de café+cascamandioca+leucena
T ₆	Substrato resultado compostagem de bagaço de cana +leucena
T ₇	Substrato resultado compostagem de bagaço de cana + casca de mandioca + leucena
T ₈	Substrato resultado compostagem de casca de mandioca + leucena + areia +solo

A casca da mandioca, o bagaço de cana e a palha de café foram utilizados como bases de carbono, e como base de nitrogênio foi utilizada a folha da leucena (*Leucaena leucocephala*), tendo como relação C/N de 3:1.

Os tratamentos da compostagem diariamente foram revolvidos para oxigenação e umedecidos, quando necessário. Além disso, a temperatura das pilhas foi verificada durante todo processo de compostagem, que corresponde a noventa (90) dias. A seguir, na segunda fase, será descrito a Análise dos substratos.

2.2 ANÁLISE DOS SUBSTRATOS

Na segunda fase, após a produção dos compostos orgânicos, realizou-se a metodologia de análises de cor a partir do uso da carta de Musell, pH, alumínio potencial (Al^{3+}) e potássio (K^+) de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (1997).

A quantidade de composto formado foi avaliada por meio da diferença de peso inicial e final das pilhas formadas nos sacos de nylon. Ao término desta fase, realizou-se a formação e avaliação biométrica das mudas de canafístula, conforme descrito a seguir.

2.3 FORMAÇÃO E AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA DAS MUDAS DE CANAFÍSTULA

Para esta fase, foram coletadas sementes de Canafístula. As sementes foram coletadas de árvores matrizes em áreas circunvizinhas ao município de Ji-Paraná, Rondônia. Em seguida, foram beneficiadas manualmente e a dormência superada por meio de desponte. A semeadura foi realizada em areia lavada.

Após o surgimento de um par de folhas verdadeiras, as plântulas foram transplantadas para sacos plásticos de polietileno de 17 x 22 cm cheios com diferentes substratos formados a partir da compostagem (Quadro 1).

O desenvolvimento das mudas foi acompanhado no viveiro a 50% de sombreamento. Para avaliar a influência do substrato no desenvolvimento das mudas de canafístula, durante os períodos de 30, 60 e 90 dias, usando 10 mudas e considerando cada muda uma unidade amostral, foram avaliados os seguintes parâmetros:

Comprimento da parte aérea: considerando da superfície do solo do recipiente até gema apical. A medição será realizada com auxílio de uma régua graduada;

Diâmetro altura do colo: medido a 1 cm acima do nó formado logo acima da superfície do solo do recipiente, com auxílio de um paquímetro digital.

A seguir apresenta-se a quarta etapa que apresenta como se deu o processo de análise dos dados nas turmas.

2.4 ANÁLISES DOS DADOS NAS TURMAS

Para analisar os dados, os alunos da disciplina de Sementes e Viveiro Florestais realizaram as etapas de formação, acompanhamento e avaliação biométrica das mudas de canafístula e os alunos da disciplina de Mineralogia e Química dos Solos formaram os compostos orgânicos e realizaram as análises físico-químicas dos substratos.

Embora cada turma tenha ficado responsável pela realização de etapas específicas, todos os alunos participaram do processo como um todo, inclusive da apresentação e a análise dos dados, conforme descrito a seguir, na quinta etapa.

2.5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS EM ATIVIDADES DE EXTENSÃO

Os resultados obtidos por meio das aulas experimentais foram divulgados pelos alunos participantes (Técnico em Química e Florestas) em eventos de natureza interna (institucionais) e eventos externos ao campus, nestes, o IFRO participou como instituição parceira. Dessa breve descrição de como se deu o processo interdisciplinar em um trabalho com aulas experimentais, descreve-se a seguir os resultados e discussões.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A integração de cursos e/ou conteúdos pode ser melhor visualizada e compreendida a partir da utilização de metodologias alternativas durante o ensino. Nesse sentido, a escolha da experimentação como meio se deu por ser considerada uma estratégia atrativa e eficiente, posto que trabalha com a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação (GUIMARÃES, 2009).

O processo de experimentação em sala de aula melhora na dinâmica da sala de aula, promove a interação e a relação aluno-aluno e aluno-professor, fatores relevantes para o processo de ensino e aprendizagem (APFELGRÜN, 2014).

Além disso, durante as aulas experimentais, foram utilizados métodos simples e materiais acessíveis, o que tornou as práticas mais atrativas e instrutivas, ou seja, o aluno, pode perceber que se tratava de algo mais próximo a sua realidade (VALADARES, 2001).

Andrade e Massabnim (2011) ressaltam que a prática permite também explorar outros conceitos envolvidos nos fenômenos naturais estudados, assim como relacionar diversas áreas do conhecimento, promovendo a interdisciplinaridade.

Nesta perspectiva, para relacionar as disciplinas Mineralogia e Química dos Solos e de Sementes e Viveiros Florestais com os respectivos cursos Técnicos em Química e Florestas, adotou-se atividades experimentais por meio de produções e medições biométricas de mudas. Vale ressaltar que, para o desenvolvimento interdisciplinar, utilizando como recurso aulas experimentais, voltadas para a correlação teoria e prática, é importante planejamento.

O planejamento das aulas experimentais que integraram ambas as disciplinas, teve início no ano letivo de 2014 com a instalação de experimentos na produção de compostos orgânicos a partir do uso do método de sacos de nylon (OLIVEIRA, 2008), e testando diferentes materiais orgânicos disponíveis na região, bem como substratos na formação de mudas florestais.

Já em 2015 observou-se que os materiais bagaço de cana, casca de mandioca, palha de café e folhas de leucena deram resultados satisfatórios na formação de compostos. Notou-se ainda nas aulas práticas, que o método de saco de nylon era mais eficiente que as pilhas convencionais.

Em 2016, as professoras envolvidas no projeto planejaram as aulas integrando os conteúdos das disciplinas, o que possibilitou o trabalho conjunto das turmas e a obtenção de resultados a partir da interação teoria e prática. Deste modo, as aulas práticas foram divididas em etapas, conforme serão relatadas adiante.

3.1 FORMAÇÃO DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Na realização das aulas práticas, a primeira etapa se deu com a formação dos compostos orgânicos, coleta dos materiais e a instalação da compostagem. Tais atividades foram realizadas pelas duas turmas (4º ano Técnico em Química e 3º ano Técnico em

Florestas), sendo que o acompanhamento da formação do composto, foi de responsabilidade dos discentes da disciplina de Mineralogia e Química dos Solos (Figura 1).



Figura 1. Formação das pilhas de compostagem realizada pelos discentes

A partir da imagem percebe-se que o uso do método de saco de nylon possibilitou o desenvolvimento da aula prática em um espaço físico menor se comparado com as tradicionais pilhas de compostagem. Além disso, os sacos de nylon foram um facilitador no revolvimento dos materiais, nas medições diárias de temperatura por serem maleáveis e na relação C:N (3:1) necessária para que aconteça a decomposição, visto que as marcações eram realizadas no próprio saco.

Além disso, o uso de diferentes materiais como base de carbono permitiu visualizar sobre o tempo de decomposição, mineralização dos nutrientes e ainda produção dos compostos. Outro fator positivo se deu pelo fato de o saco de nylon ser feito da junção de fibras, possuindo fendas entre elas, o que permite maior aeração, fazendo com que o composto orgânico não fique totalmente isolado e sem ar, possibilitando assim a proliferação de microorganismos que atuam na decomposição.

De acordo com Pereira Neto (1996), o mecanismo básico ocorrente durante a compostagem é a composição ou estabilização da matéria orgânica, conduzida por uma população diversificada de bactérias, fungos e actinomicetos. Nesse sentido, Gomes e

Pacheco (1988) relatam que as bactérias e fungos são os principais grupos de microrganismos que fazem a decomposição da matéria orgânica.

A seguir, na segunda etapa, será descrito como se deu a análise dos substratos formados com a compostagem orgânica.

3.2 ANÁLISE DOS SUBSTRATOS FORMADOS COM A COMPOSTAGEM ORGÂNICA

Finalizado o processo de compostagem, verificou-se uma redução do peso das pilhas de 46% (Tabela 1), exceção aos tratamentos com palha de café (T₂) e bagaço de cana (T₄). Resultados semelhantes também foram observados por Inácio e Miller (2009), os autores descrevem que condições favoráveis (oxigênio, temperatura e umidade) influenciam na biodegradação dos resíduos.

Observou-se que, nos primeiros 20 dias, a temperatura esteve acima de 50°C, depois estabilizou em cerca de 35°C. O processo de compostagem permite a redução do volume e do peso do material original, algo importante considerando o tratamento de resíduos orgânicos. A perda de carbono, através do CO₂, e a intensa perda de vapor (umidade) são responsáveis por reduções de 25-50% no volume de 40-80% no peso total (INÁCIO e MILLER, 2009).

Todos os tratamentos tiveram o pH em água variando de 7,11 a 8,59. O pH exerce efeitos indiretos na nutrição vegetal, influenciando na concentração de íons (H⁺ ou OH⁻), na absorção e disponibilidade de nutrientes, como também através da diminuição geral ou aumento dos nutrientes do meio (MALAVOLTA, 1980).

A coloração de todos os tratamentos foi escura (7,5YR 2,5/1; 3/2; 3/3) de acordo com a carta de cores de solos de Munsell. Os solos com coloração mais escura tendem a terem maior fertilidade. Os teores de potássio (5,27 a 5,55 cmolc dm⁻³) foram semelhantes em todos os tratamentos (Tabela 1). Não houve presença de alumínio nos tratamentos avaliados.

As análises feitas pelos alunos do curso Técnico em Química possibilitaram aos discentes do curso Técnico em Florestas visualizar a importância da mineralização dos nutrientes para que possam ser absorvidos pelas plantas.

Sobre a matéria orgânica, afirma-se que ela induz resultados significativos para a qualidade do solo, pois relaciona-se com sua alta capacidade em reter cátions, fornecendo-os às plantas quando estas os necessitam e melhora a estrutura do solo, aumentando a infiltração da água (CORDELL; FILLER JR., 1984; DAVEY, 1984).

Tabela 1 - Características físicas e químicas dos seis tratamentos para formação de composto orgânico em Ji-Paraná, Rondônia.

Tratamento	Pesagem inicial (kg)	Pesagem final (kg)	pH	K Cmolc dm ⁻³
T ₃	16,64	7,56	8,42	5,35
T ₄	11,92	10,89	7,11	5,27
T ₅	11,34	8,82	7,28	5,35
T ₆	3,71	3,07	8,42	5,31
T ₇	12,33	6,04	8,55	5,55
T ₈	10,84	3,57	8,59	5,32

3.3 FORMAÇÃO E AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA DAS MUDAS DE CANAFÍSTULA

Nesta etapa, descreve-se como se deu a formação e avaliação biométrica das mudas de canafístula. Desta, os alunos do curso Técnico em Florestas realizaram desde a semeadura das sementes até avaliação mensal da altura (Figura 2) e diâmetro a altura do colo (Figura 3), apresentando os resultados do crescimento das mudas aos alunos do curso Técnico em Química.



Figura 2. Processo de medição de Altura (cm) das mudas de canafístulas sob diferentes substratos com auxílio de uma régua graduada.

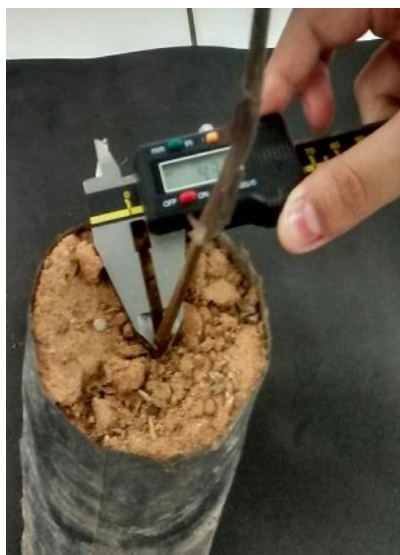


Figura 3. Processo de medição de Diâmetro a Altura do Colo (DAC) das mudas de canafístulas sob diferentes substratos com auxílio de um paquímetro digital

Constatou-se que as mudas que estavam no substrato que tinham palha de café morreram após 60 dias, possivelmente tal composto precisaria ficar mais tempo decompondo. Os diferentes substratos avaliados proporcionaram diferença na produção de mudas de canafístula após 90 dias.

Os valores médios para altura variaram de 12,11 a 26,6 cm (Figura 4) e para o diâmetro do colo de 1,52 a 3,20 mm (Figura 5), sendo a menor relação entre essas variáveis (6,51) obtidas com o uso de substrato areia + solo e a maior (9,81) composto formado de bagaço de cana + mandioca + leucena. O intervalo de 5,4 a 8,1 entre altura e diâmetro do colo é indicativo de crescimento balanceado para as plantas (CARNEIRO, 1995).

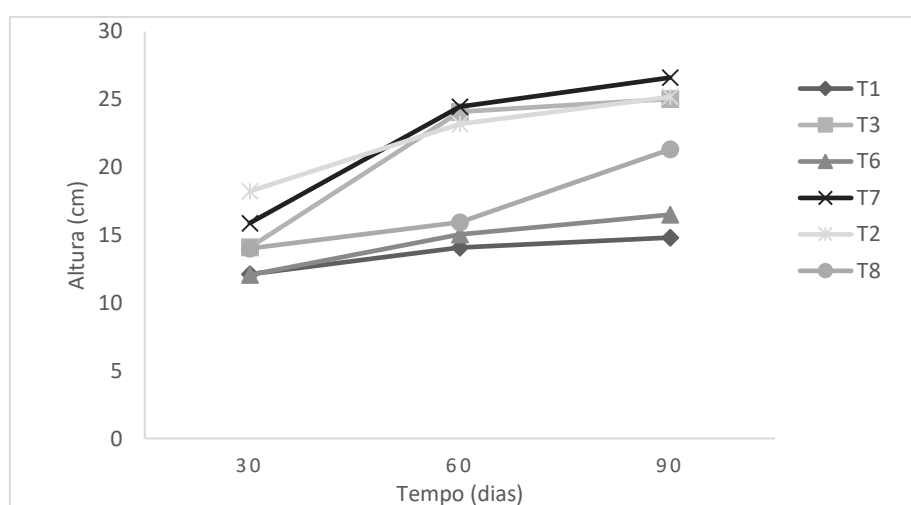


Figura 4. Crescimento em altura das mudas de canafístulas após 30, 60 e 90 dias no viveiro sob 50% de sombreamento.

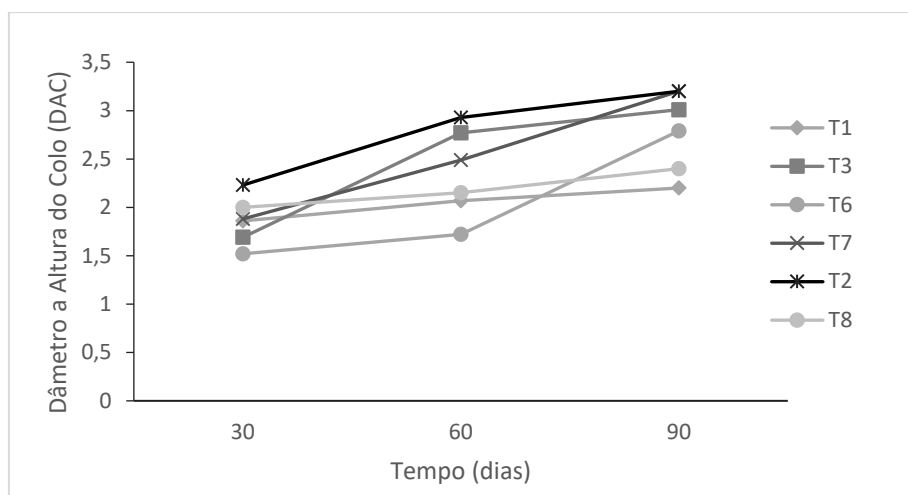


Figura 5. Crescimento em Diâmetro a Altura do Colo (DAC) das mudas de canafístulas após 30, 60 e 90 dias no viveiro sob 50% de sombreamento.

Comparativamente, o uso de compostos orgânicos em relação ao substrato comercial apresentou resultados positivos, possivelmente, pela maior disponibilidade de nutrientes associada às características físicas do substrato. A seguir, será apresentado como se deu a apresentação e avaliação dos dados nas turmas participantes.

3.4 AVALIAÇÃO DOS DADOS NAS TURMAS

Nesta etapa, utilizou-se uma aula expositiva e dialogada para a apresentação dos dados gerados para os alunos das turmas participantes. Nela, foi abordado a formação de compostos orgânicos, a produção de substratos, a influência dos nutrientes no crescimento das mudas e o uso de mudas na recuperação de áreas degradadas.

Os resultados positivos do trabalho integrado realizado com os cursos técnicos de Química e Florestas, corroboram com a descrição de Salvador e Toassi (2013) quando afirmam que o trabalho com Projeto Integrador constitui como um instrumento fundamental à prática educacional, não vendo o conhecimento como algo estático e segregado, mas como um processo dinâmico, complexo e abrangente.

Nesta perspectiva, a atividade proporcionou relacionar as disciplinas envolvidas, uma maior integração entre cursos Técnicos em Química e Florestas. Também, promoveu o entendimento das disciplinas a partir da relação que estabelecem com as mais variadas áreas, em que foi possível abranger temáticas e conteúdos através de recursos inovadores e dinâmicos, ampliando o processo de ensino e aprendizagem (BONATTO, 2012).

Ao desenvolver esse projeto, Verificou-se que a interdisciplinaridade não é uma mera justaposição das disciplinas, tão pouco a diluição delas, o que as tornariam generalizadas, mas permite trabalhar com as disciplinas de modo a correlacioná-las, adequando-as aos objetivos do Ensino Médio, especificamente no que tange ao Ensino Médio Técnico Integrado (BRASIL, 1999).

3.5 DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS EM ATIVIDADES DE EXTENSÃO

Os resultados obtidos durante as aulas experimentais foram difundidos em eventos institucionais realizados nos anos de 2017 e 2018, dentre eles, destacaram-se o Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão e o IFRO Profissões.

O objetivo da exposição dos resultados nos eventos foi divulgar para a comunidade externa, especialmente para alunos regularmente matriculados no 9º ano do ensino fundamental de escolas públicas da região, uma amostra do perfil profissional do técnico em Química e de Florestas, contribuindo com a escolha profissional e um possível ingresso no IFRO.

A exposição dos resultados também foi realizada em eventos externos nos quais o IFRO participou como instituição parceira. Desse modo, além da divulgação do perfil profissional dos cursos Técnico em Química e Técnico em Florestas, a apresentação das atividades propostas nas disciplinas de Mineralogia e Química dos Solos e de Sementes e Viveiros Florestais ainda possibilitou o trabalho interdisciplinar.

4. CONCLUSÃO

As aulas experimentais sobre formação de compostos orgânicos possibilitaram, principalmente, a interação dos cursos, uma aprendizagem integrada dos conteúdos sobre as propriedades físicas dos solos e sobre a formação da matéria orgânica e os fenômenos de superfícies. Já as aulas práticas sobre produção de mudas de canafístulas em diferentes substratos permitiram aos alunos visualizarem a influência da fertilidade no crescimento das mudas florestais.

A integração dos conteúdos das disciplinas de Mineralogia e Química dos Solos e Sementes e Viveiros Florestais estimularam os alunos na realização das atividades

experimentais, na apresentação oral dos resultados alcançados, bem como leitura de artigos científicos relacionados ao tema.

Além disso, os resultados obtidos no decorrer dessas atividades permitiram uma divulgação do perfil profissional dos cursos Técnico em Química e Técnico em Florestas para a comunidade interna e externa durante a realização de eventos institucionais, bem como nos eventos externos.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq por meio do edital nº 35 de 2016 e ao Laboratório de Sementes e Produtos Não Madeireiros do *Campus* Ji-Paraná do Instituto Federal de Rondônia.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. L. F. de; MASSABNIM, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

APFELGRÜN. C. **Avaliação do uso de atividades experimentais simples no Ensino de Ciências**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná: Medianeira, 2014.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **B. Tec. Senac**, v.39, n.2, p.48-67, 2013.

BONATTO, A. et al. **Interdisciplinaridade no Ambiente Escolar**. In: IX ANPED SUL. Caxias do Sul: EDUCS, 2012.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Vol. 1. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1999.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos, UENF, 1995. 451p.

CORDELL, C. E.; FILLER, Jr. T.H. **Integrated pest management**. In: Southern pine nursery handbook. (S.I): USDA. For. Serv., Southern Region, 1984.

DAVEY, C.B. **Nurse soil organic matter: Management and Importance**. In: Duryea, Mary L., Landis, Thomas D. eds. *Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings*. Corvallis: Nursery Technology Cooperative/USDA For. Serv.; 1984.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2 Ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997.

GADOTTI, Moacir. **Interdisciplinaridade – atitude e método**. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 1999.

GOMES, W. R. da; PACHECO, E. **Composto orgânico**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 11p. (Boletim Técnico, 11), 1988.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, n. 31, p. 198-202, 2009.

INÁCIO, C. de T. e MILLER, P. R. M. **Compostagem ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Embrapa. 2009.

MALAVOLTA, E. 1980. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, São Paulo, 253p.

OLIVEIRA, L.H. da S. de. **Processo de compostagem e qualidade dos compostos produzidos a partir de diferentes resíduos orgânicos**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2008.

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de Compostagem – processo de baixo custo**. Belo Horizonte: UNICEF, 56p. 1996.

PROJETO PEDAGÓGICO: **Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio (PPC Química)**. Resolução aprovada nº 53/2010. 2010.

SALVADOR, A. R.; TOASSI, A. J. **Projeto Integrador: uma ferramenta de ensino/aprendizagem em cursos técnicos**. E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial, Florianópolis, n. especial, Educação, p. 69-102, 2ª Ed, 2013.

VALADARES, E.C. Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. **Química Nova na Escola**, n. 13, p. 38-40, 2001.



INFLUÊNCIA DOS SUBSTRATOS FORMULADOS COM RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE JATOBÁ

William Souza Neimog¹, Andreza Mendonça¹, Érica Patrícia Navarro¹, Rosália Maria Ribeiro de Aragão^{2†}, Maria Elessandra Rodrigues Araújo¹, Matheus Favaro Moreira¹, Marta Betânia Ferreira Carvalho¹

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Ji-Paraná, Rondônia, Brasil.

2. Universidade Federal do Pará (*in memorian*).

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento de mudas de jatobá formadas a partir do uso de substratos formulados com diferentes resíduos agroindustriais. As sementes foram coletadas de árvores matrizes em propriedade rural no Urupá, RO. Após a coleta, as sementes foram beneficiadas manualmente e a dormência superada por meio de lixa dos dois lados da semente, seguida de imersão em água por 48 horas. Em seguida, realizou-se a semeadura em caixotes cheio de areia lavada, sendo regadas duas vezes ao dia. Após o 30º dia, realizou-se a repicagem das plântulas normais para os sacos plásticos de polietileno de tamanho de 12x17 cm cheios de substratos formulados com resíduos agroindustriais (palha de arroz, palha de café, bagaço de cana, casca de castanha e casca de mandioca) e transferidas para o viveiro a 50% de sombreamento, pelo período de 90 dias. Ao final, foram realizadas avaliações biométricas: altura, diâmetro altura do colo, peso da matéria seca, área foliar e índice de qualidade de Dickson. As mudas de jatobá demonstraram ser uma espécie de baixa exigência nutricional. Verificou-se que as características nutricionais dos substratos formulados com resíduos agroindustriais não afetaram o desenvolvimento das mudas. Os valores médios para o diâmetro a altura do colo, peso da matéria seca das folhas e raízes não diferiram entre os tratamentos avaliados. Já o índice de qualidade de Dickson (IQD) variou de 0,31 a 0,43, demonstrando que na produção de mudas de jatobá pode ser utilizado quaisquer resíduos agroindustriais testado na composição do substrato para mudas com 90 dias no viveiro.

Palavras-chave: *Hymenaea courbaril*, essências florestais e viveiro florestal.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the development of jatobá seedlings formed from the use of substrates formulated with different agroindustrial residues. The seeds were collected from mother trees in rural property in Urupá, RO. After collection, the seeds were manually benefited and the dormancy was overcome by sandpaper on both sides of the seed, followed by immersion in water for 48 hours. Then, sowing was carried out in crates filled with washed sand and watered twice a day. After the 30th day, normal seedlings were subcultured to 12x17 cm polyethylene plastic bags filled with substrates formulated with

agro-industrial residues (rice straw, coffee straw, sugarcane bagasse, chestnut bark and bark). cassava) and transferred to the nursery at 50% shade for a period of 90 days. At the end, biometric evaluations were performed: height, neck height diameter, dry matter weight, leaf area and Dickson quality index. Jatoba seedlings have been shown to be a species of low nutritional requirement. It was found that the nutritional characteristics of substrates formulated with agroindustrial residues did not affect seedling development. The mean values for diameter, neck height, weight of dry matter of leaves and roots did not differ among the evaluated treatments. The Dickson Quality Index (IQD) ranged from 0.31 to 0.43, demonstrating that in the production of jatobá seedlings can be used any agroindustrial residues tested in the substrate composition for seedlings with 90 days in the nursery.

Keywords: *Hymenaea courbaril*, forest essences and forest nursery.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Hymenaea courbaril* L., popularmente conhecida como jatobá é uma espécie com potencial para programas de recuperação de áreas degradadas, de ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o México até grande parte da América do Sul (COSTA et al., 2011).

Essa espécie é de grande importância econômica por ser fornecedora de madeira de alta qualidade, por possuir características farmacológicas, além de ser empregada na alimentação humana e animal (LORENZI, 2008), sendo utilizada em plantio, sistemas agroflorestais e programas de reflorestamento (COSTA et al., 2011). De acordo com Lorenzi (2002) o jatobá é uma espécie pouco exigente em relação à fertilidade do solo. Já estudo realizado por Matheus et al (2011) evidenciaram sintomas de deficiência e distúrbios no crescimento de mudas de jatobá quando faltam os nutrientes: Mo, N, S ou Ca no substrato.

O substrato é o meio adequado para sustentação e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes para as plantas bem como para a formação do sistema radicular (CALDEIRA et al., 2008), podendo inferir na qualidade das mudas (MACEDO et al., 2011). A utilização de resíduos agroindustriais é uma fonte de nutrientes, além de ser uma interessante solução para destinação dos resíduos, podendo ser também uma saída efetiva para a redução dos custos com insumos necessários para a produção de mudas florestais (TRAZZI et al., 2013).

Entretanto, pouco se sabe sobre a necessidade nutricional da espécie para produção de mudas em grande escala, nem tão pouco sobre formulação ideal utilizando resíduos agroindustriais que garanta o desenvolvimento inicial das mudas e diminua os custos de

produção. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento de mudas de jatobá formadas a partir do uso de substratos formulados com diferentes resíduos agroindustriais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro florestal do Instituto Federal de Rondônia, campus Ji-Paraná a 50% de sombreamento, no período de março a junho de 2018. O clima local é Equatorial – tropical, e de acordo com a CEPLAC, Comissão Executiva da Lavoura Cacaueira, Ouro Preto do Oeste, RO (2018), a média da temperatura máxima anual é de 31,2°C e mínima de 21,8°C, a precipitação média anual é de 524 mm, sendo junho e julho os meses mais secos e os mais chuvosos, janeiro a maio e outubro a dezembro.

A espécie utilizada no experimento foi o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), as sementes foram coletadas de árvores matrizes em propriedade rural no município Urupá, RO (latitude 11°06'26" S e longitude 62°31'85" W). Após a coleta, as sementes foram separadas dos frutos com o auxílio de um martelo e trituradas contra a tela de uma peneira de 5,00 mm sob água corrente, a fim de retirar o mesocarpo.

A dormência das sementes foi superada por meio de escarificação mecânica com auxílio de lixa nº 120 dos dois lados das sementes e imersas em água fria por 48 horas. Em seguida, realizou-se a semeadura em caixotes de madeira (2 x 2 x 0,2 m) cheio de areia lavada, sendo regadas duas vezes ao dia durante o período de 30 dias, cessando a rega de acordo com a umidade da areia.

Após o 30º dia de germinação realizou-se a repicagem das plântulas normais com tamanhos uniformes para os sacos plásticos de polietileno de tamanho de 12x17 cm cheios de substratos e permaneceram no pátio durante 15 dias no período de pega, neste intervalo mantiveram-se as regas diárias até serem transferidas para o viveiro a 50% de sombreamento com uso de tela de sombrite, pelo período de 90 dias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e 13 repetições, sendo a unidade experimental constituída por uma planta.

Os substratos utilizados foram formulados combinando areia e subsolo peneirados em malha de 5,00 mm com resíduos das agroindústrias circunvizinhas a Ji-Paraná (Tabela 1). O subsolo (solo de horizonte B) foi coletado a 20 centímetros abaixo do horizonte A.

Tabela 1. Descrição dos substratos avaliados na produção de mudas de jatobá.

Tratamentos	Descrição dos substratos
T ₁	solo + areia (2:1)
T ₂	comercial
T ₃	solo + areia + bagaço de cana (2:1:1)
T ₄	solo + areia + casca de café (2:1:1)
T ₅	solo + areia + casca de castanha-do-brasil (2:1:1)
T ₆	solo + areia + casca de mandioca (2:1:1)
T ₇	solo + areia + bagaço de cana + casca de mandioca (2:1:1:1)
T ₈	solo + areia + palha de arroz (2:1:1)

No viveiro, as regas foram controladas diariamente no período da manhã e da tarde por um sistema de irrigação de baixo custo, cada rega consistiu em 10 minutos de microaspersão. Após 90 dias, as mudas foram retiradas do viveiro e levadas ao laboratório para realização das avaliações biométricas.

As análises de solo foram conduzidas no Departamento de Solos (Centro de Ciências Agrárias) da Universidade Federal de Viçosa, de acordo com a metodologia da EMBRAPA (2009). Foram realizadas amostras compostas por tratamento avaliado.

Os parâmetros biométricos avaliados foram: Altura da Planta (ALT): considerando da superfície do solo do recipiente até gema apical. A medição foi realizada com auxílio de uma régua graduada em cm; Diâmetro Altura do colo (DAC): medido a 1 cm acima da superfície do solo do recipiente, com auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01mm; Altura da Planta/Diâmetro Altura do colo (ALT/DAC): relação entre ALT/DAC; Comprimento das Raízes (CR): A medição foi realizada com auxílio de uma régua graduada, considerando da parte do coleto ao ápice da raiz principal.

Na determinação do peso seco, as mudas foram acondicionadas em saco de papel Kraft e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C, até atingir peso constante e pesadas com auxílio de uma balança eletrônica semi-analítica com precisão de 0,01g, com o peso da matéria seca foram avaliados: Massa seca do caule (MSC), Massa seca das

folhas (MSF), Massa seca do sistema radicular (MSR), Massa seca total (MST): soma da MSF, MSC e MSR e Matéria Seca Aérea (MSA): soma da MSF e do MSC.

A área foliar foi determinada com o auxílio do medidor portátil de área foliar CI-202 incluindo as nervuras. Foi realizada a contagem do número de folhas por muda (NF) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) seguindo a metodologia de Dickson (1960). Equação 1.

Eq.1

$$IQD = \frac{PMST (g)}{\frac{Alt (cm)}{DAC (mm)} + \frac{PMSA (g)}{PMSR (g)}}$$

Em que: PMST: Peso da Massa Seca Total (g); Alt/DAC: Relação da Altura pelo Diâmetro do Colo; e PMSA/MSR: Relação do Peso da Matéria Seca Aérea pela Massa Seca da Raiz (g).

O software utilizado foi o Assistat versão 7.7 beta e as médias após análise de variância (ANOVA) comparada pelo teste de probabilidade de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características de crescimento em altura das mudas de jatobá demonstraram ser uma espécie de baixa exigência nutricional (Tabela 2). Verificou-se que as características nutricionais dos substratos formulados com resíduos agroindustriais não afetaram o desenvolvimento das mudas, embora tenham valores menores para os macro e micronutrientes em relação ao substrato comercial (Tabela 3). Os resultados corroboram com Clarkson (1985) as plantas de crescimento lento, são menos sensíveis as mudanças no ambiente nutricional, refletindo em uma taxa menos flexível de crescimento. Resultados semelhantes também foram observados por Duboc et al (1994) e por Vieira et al (2015) ao avaliarem os efeitos da nutrição no crescimento das mudas de jatobá. Segundo Paiva e Gomes (2000) as mudas de espécies florestais estão aptas para serem levadas a campo quando atingem entre 15 a 30 cm de altura, logo todas as mudas dos tratamentos avaliados estariam aptas ao plantio (Tabela 2).

Os valores médios para o DAC não diferiram entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). Carneiro (1995) relata que quanto maior esta variável melhor será o equilíbrio do crescimento da parte aérea, sendo que pesquisadores indicam como ideais os valores superiores a 6,4 mm (GOMES, 2001). As mudas de jatobá foram indiferentes aos baixos

valores de P, K, Ca e Mg no solo para crescimento em altura e diâmetro a altura do colo (Tabela 3), o que evidencia baixo requerimento das mudas por esses nutrientes.

Já a relação entre altura e diâmetro altura do colo as mudas submetidas ao tratamento T6 tiveram maior valor diferindo dos demais tratamentos testados (Tabela 1), o que acarreta baixo nível de robustez da muda e, conseqüentemente, poderá diminuir a capacidade de sobrevivência no campo (MENDONÇA et al., 2014), visto que as mudas com o intervalo de 5,4 a 8,1 entre altura e diâmetro do colo é indicativo de crescimento balanceado para as plantas (CARNEIRO, 1995). Estudo semelhante realizado por Gonzaga et al. (2016) com mudas de jatobá cultivadas com diferentes misturas de substrato tiveram relação ALT:DAC variando entre 5,95 a 7,16.

A produção de biomassa das mudas de jatobá foi pouco influenciada pelos nutrientes disponíveis nos substratos (Tabela 2 e 3), não houve diferença na matéria seca foliar e das raízes das mudas nos diferentes substratos avaliados (Tabela 2), o que permite inferir que as plantas de jatobá tem alta capacidade de extrair nutrientes disponíveis nos substratos. Resultados semelhantes foram observados por Duboc et al (1996) e Vieira et al (2015) com a mesma espécie.

Tabela 2. Índice de qualidade de Dickson de mudas de *Hymenaea courbaril* L. produzidas em diferentes substratos aos 90 dias em viveiro a 50% de sombreamento.

Variáveis biométricas	Tratamentos								CV(%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
ALT	37,33 bcd	41,27 ab	39,02 abc	34,08 d	36,95 cd	41,77 a	33,56 d	37,24 bcd	9,79
DAC	5,47 a	5,30 a	5,39 a	5,12 a	5,37 a	5,14 a	5,04 a	5,47 a	8,24
ALT/DAC	6,83 bc	7,82 ab	7,29 abc	6,66 c	6,90 bc	8,16 a	6,76 c	6,80 bc	12,30
CR (cm)	18,90 bc	38,63 a	18,06 bc	17,04 bc	14,80c	22,28b	20,95 bc	24,20b	28,10
MSF (g)	0,67 a	0,84 a	0,71 a	0,63 a	0,73 a	0,89 a	0,63 a	0,88 a	29,77
MSC (g)	1,72 abc	1,71 abc	1,85 ab	1,89 ab	1,57 bc	1,68 abc	1,39 c	2,03 a	22,42
MSA (g)	2,39 ab	2,55 ab	2,56 ab	2,53 ab	2,31 ab	2,58 ab	2,03 b	2,91 a	22,17
MSR (g)	1,09 a	1,09 a	0,94 a	0,82 a	0,80 a	0,97 a	1,03 a	1,14 a	30,93
MSA/MSR (g)	2,23 b	2,51 ab	2,78 ab	3,15 a	3,10 ab	2,75 ab	2,30 ab	2,60 ab	28,20
MST (g)	3,49 ab	3,65 ab	3,50 ab	3,35 ab	3,11 b	3,55 ab	3,06 b	4,05 a	18,79
NF	3,00 ab	3,42 a	2,78 ab	2,57 b	2,85 ab	3,35 ab	2,78 ab	3,42 a	23,79
AF	43, 11 a	46,69 a	47, 03 a	40,96 a	48,34 a	51,13 a	40,32 a	44,87 a	22,26
IQD	0,38 ab	0,35 ab	0,35 ab	0,34 ab	0,31 b	0,32 b	0,35 ab	0,43 a	22,58

ALT - Altura da Planta, DAC - Diâmetro na Altura do Colo, ALT/DAC - Relação da Altura Planta pelo Diâmetro na Altura do Colo, CR - Comprimento da Raiz, MSF - Massa Seca da Folha, MSC - Massa Seca do Caule, MSA - Massa Seca Aérea, MSR - Massa Seca da Raiz, MSA/MSR - Relação da Massa Seca Aérea pela Massa seca da raiz, MST - Massa Seca Total, NF - Número de Folhas, AF - Área Foliar e IQD.

Tabela 3. Análise química e física dos substratos formulados com resíduos agroindústrias para produção de mudas de jatobá.

Descrição	Tratamentos							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
pH (água)	7,19	6,21	7,28	7,00	6,66	7,44	6,81	7,50
P mg/dm ³	3	477,3	3,2	5,3	9,1	5,1	5,6	5,9
K mg/dm ³	7	383	13	39	160	141	41	25
Ca ²⁺ cmolc/dm ³	1,34	7,47	1,51	2,01	1,46	1,88	2,06	1,7
Mg ²⁺ cmolc/dm ³	0,11	2,88	0,15	0,4	0,36	0,45	0,46	0,13
Al ³⁺ cmolc/dm ³	0	0	0	0	0	0	0	0
H + Al cmolc/dm ³	0	7,3	0	0,5	1,4	0,5	0,8	0
SB cmolc/dm ³	1,47	11,33	1,69	2,51	2,23	2,69	2,63	1,89
t cmolc/dm ³	1,47	11,33	1,69	2,51	2,23	2,69	2,63	1,89
T cmolc/dm ³	1,47	18,63	1,69	3,01	3,63	3,19	3,43	1,89
V%	100	60,8	100	83,4	61,4	84,3	76,7	100
m%	0	0	0	0	0	0	0	0
MO dag/kg	0,27	33,58	0,81	0,94	2,02	1,21	2,02	0,4
P-Rem mg/L	41,6	42,1	45,9	43,5	47,8	43,2	43,4	51,7
S mg/dm ³	10	13	9,5	6,6	8,7	2,6	5,9	12,5
B mg/dm ³	0,16	2,36	0,27	0,15	2,36	0,4	0,28	0,19
Cu mg/dm ³	0,9	0,71	0,71	1,11	0,71	0,78	0,95	0,79
Mn mg/dm ³	28,5	62,2	80,6	51,8	62,2	75,4	97	60,8
Fe mg/dm ³	55,2	77,7	57,1	65,5	77,7	71	147,6	87,5
Zn mg/dm ³	1,57	25,96	3,2	1,91	25,96	2,77	3,57	1,65

M.O. = matéria orgânica; t = capacidade efetiva de troca de cátions; T = capacidade de troca de cátions; SB = soma de bases; m = saturação por alumínio; V = saturação por bases; P-rem = Fósforo Remanescente.

A área foliar das mudas nos diferentes tratamentos tiveram o mesmo padrão (Tabela 2), o que possibilita uma maior e eficiente absorção de luz para realização de fotossíntese (TATAGIBA et al., 2015). O índice de qualidade de Dickson (IQD) variou de 0,31 a 0,43,

tendo o tratamento T8 maior valor em relação aos demais tratamentos avaliados (Tabela 2), tais valores são superiores ao recomendado por Hunt (1990) como ideal, 0,20 ao estudar mudas de coníferas. O IQD pode variar em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do tipo e proporção do substrato, do volume e recipiente e, principalmente, de acordo com a idade da muda (GOMES et al., 2013). Quanto maior for o valor deste índice, melhor será o padrão de qualidade das mudas (GOMES, 2001), visto que é um indicador que considera a robustez (ALT/DAC) e o equilíbrio da distribuição da biomassa das mudas (MSA, MSR e MST) (ROS et al., 2018).

4. CONCLUSÃO

Na produção de mudas de jatobá pode ser utilizado quaisquer resíduos agroindustriais testado na composição do substrato para mudas com 90 dias no viveiro.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Rondônia, campus Ji-Paraná e ao CNPq pelo financiamento do projeto de iniciação científica por meio do Edital nº 88/2017.

6. REFERÊNCIAS

CALDEIRA, M. V. W., ROSA, G. N., FENILLI, T. A. B., HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná / FUPEF; Campos: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1995. 451p.

CLARKSON, D.T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, Ilhéus, 1984. **Anais. Ilhéus**: CEPLAC/SBCS, p.45-75, 1985.

CEPLAC - Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **Arquivo interno de dados Climáticos da estação meteorológica de Ouro Preto do Oeste, Rondônia – Brasil**. Arquivo tabulado em Excel, 2018.

COSTA, E., LEAL, P. A. M., REGO, N. H., BENATTI, J. Desenvolvimento inicial de mudas de jatobazeiro do cerrado em Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 215-226, 2011.

DICKSON, A., LEAF, A. L., HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DUBOC, E. **Requerimentos nutricionais de espécies florestais nativas: *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Haynee) Lee et Lang (Jatobá), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Óleo copaíba) e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. (Canafístula)**. 1994. 68f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DUBOC, E., VENTORIM, N., VALE, F. R.; DAVIDE, A. C. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Lee et Lang.). **Cerne**, v. 2, n. 1, p. 138-152, 1996.

EMBRAPA - Embrapa Solos. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Brasília, DF: Embrapa Solos, 2009. 627p.

GOMES, D. R., CALDEIRA, M. V. W., DELARMELINA, W. M., GONÇALVES, E. O., TRAZZI, P. A. Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Cerne**, v. 19, n. 1, p. 123-131, 2013.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2001. 126f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GONZAGA, L. M., SILVA, S. S., CAMPOS, S. A., FERREIRA, R. P., CAMPOS, A. N. R., CUNHA, A. C. M. C. M. Recipientes e substratos para a produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 6, n. 1, p.64-73, 2016.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990. Roseburg: Proceedings... Fort Collins: United States Department of Agriculture, **Forest Service**, p.218-222, 1990.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, v.1. 2002. 368p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1. 368p.

MACEDO, M. C., ROSA, Y. B. C. J., ROSA JUNIOR, E. J., SCALON, S. P. Q., TATARA, M. B. Produção de mudas de ipê-branco em diferentes substratos. **Cerne**, v. 17, n. 1, p.95-102, 2011.

MATHEUS, M. T., AMARAL, J. A. T., SILVA, D. G. G., NEVES, D. M., PIZZOL, E. C. S., SOUSA, F. C., SANTI, G. C., GUARIZ, H. R., LIMA, K. A., HOFFMANN, R. G., Sintomas de deficiência nutricional em Jatobá. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 17, n. 1, p. 89 – 97, 2011.

MENDONÇA, A., FERREIRA, R.F., PINHEIRO, G.G., ROSA, J.C., STACHIW, R., FERREIRA, E. Palha de café e de arroz na produção de mudas de Freijó. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia, Rondônia**, v.3, n.1, p.105-112, 2014.

PAIVA, H. N., GOMES, J. M. **Viveiros Florestais**. Viçosa: UFV, 2000. 69p.

TATAGIBA, S. D., XAVIER, T. M. T., TORRES, H., PEZZOPANE, J. E. M., CECÍLIO, R. A., ZANETTI, S. S. Determinação da máxima capacidade de retenção de água no substrato para produção de mudas de eucalipto em viveiro. **Floresta**, v. 45, n. 4, p.745-754, 2015.

TRAZZI, P. A., CALDEIRA, M. V. W., PASSOS, R. R., GONÇALVES, E. O. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, 23(3): 401-409, 2013.

VIEIRA, C. R., WEBER, O. L. S., SCARAMUZZA, J. F. Efeitos da saturação por bases no crescimento e na nutrição de mudas de jatobá. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 1, p.7-17. 2015.



FUNÇÃO SECRETA: O JOGO COMO RECURSO METODOLÓGICO NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Érica Patrícia Navarro¹, Rosália Maria Ribeiro de Aragão^{1†}, Andreza Mendonça¹, Josefa Aparecida Pereira de Andrade¹, Jones Fernando Giacón¹, Maria Elessandra Rodrigues Araújo¹

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Ji-Paraná, Rondônia, Brasil.

2. Universidade Federal do Pará (*in memorian*).

RESUMO

Este trabalho apresenta a elaboração e utilização de um jogo pedagógico cujo objetivo foi de melhorar a aprendizagem a respeito do conteúdo Funções Quadráticas por alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Para exemplificar como se deu o processo do jogo, apresentamos as ações desenvolvidas com alunos do curso técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Rondônia – IFRO Campus Ji-Paraná. Para desenvolver, a partir do jogo, o conteúdo Funções Quadráticas e suas características, bem como as relações dos seus coeficientes e a representação gráfica da função, foram ministradas para o 1º ano do período matutino do curso Técnico em Química, aulas expositivas com resolução de problemas envolvendo o conteúdo. Após este primeiro trabalho, foi aplicado o jogo, a partir do qual se buscou aprimorar a compreensão e a fixação dos conceitos acerca das funções quadráticas e sua representação gráfica. Além desse objetivo, o jogo nomeado como “Função Secreta” foi elaborado e desenvolvido com o objetivo de trazer ludicidade para as aulas de matemática relacionadas ao conteúdo Função Quadrática. Por ter sido idealizado, desenvolvido e utilizado pelo grupo de pesquisa do qual a professora de matemática é membro, o jogo constitui-se como um material inédito em seu segmento. E além de ser direcionado, especialmente, para os alunos do 1º ano do Ensino Médio, pode ser também aplicado para alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental e como meio de recordar o conteúdo Função quadrática no curso de graduação, principalmente nas licenciaturas.

Palavras-chave: Função Quadrática, Jogos e Atividade Lúdica.

ABSTRACT

This paper presents the elaboration and use of a pedagogical game whose objective was to improve the learning about the Quadratic Functions content by first year high school students. To illustrate how the game process took place, we present the actions developed with students of the technical course in Integrated High School Chemistry at the Federal Institute of Rondônia - IFRO Campus Ji-Paraná. To develop, from the game, the Quadratic Functions content and its characteristics, as well as the ratios of its coefficients and the graphical representation of the function, were taught for the 1st year of the morning period of the Chemistry Technician course, lectures with resolution of problems involving the content. After this first work, the game was applied, from which we sought to improve the understanding and fixation of the concepts about quadratic functions and their graphical

representation. In addition to this goal, the game named "Secret Function" was designed and developed with the aim of bringing playfulness to math classes related to Quadratic Function content. Because it was conceived, developed and used by the research group of which the math teacher is a member, the game is an unprecedented material in its segment. In addition to being aimed especially at students in the first year of high school, it can also be applied to students in the 9th grade of elementary school and as a means of remembering the content Quadratic function in the undergraduate course, especially in undergraduate degrees.

Keywords: Quadratic Function, Games and Play Activity.

1. INTRODUÇÃO

Não é de hoje que a matemática é tida por muitos como uma disciplina rígida e de difícil aprendizagem. Essa teoria é reforçada pelos índices que demonstram a ineficiência do ensino no Ensino Médio e na forma como tem sido estruturada na rede Nacional de Educação. Isto pode ser observado no gráfico a seguir que mostra o baixo índice de proficiência em Matemática das escolas das redes pública e privada no Brasil (Figura 1).

Os resultados apresentados nos gráficos nos mostram, claramente, a necessidade de uma mudança estrutural, não apenas no currículo da disciplina Matemática, mas na estrutura das aulas. Isso implica na necessidade de buscar por metodologias mais atrativas e eficientes para o processo de ensino-aprendizagem, sendo o trabalho lúdico, especificamente, o jogo pedagógico, uma ferramenta importante para melhorar a aprendizagem significativa dos alunos.

Neste contexto, é sabido que os jogos educacionais são ferramentas que auxiliam positivamente no processo de ensino-aprendizagem da matemática, posto que atuem como objeto concreto o que incide em uma aprendizagem, de fato, significativa. Por isso, as experiências utilizando o lúdico, ou seja, o jogo, como forma de abordagem ou de fixação de certos conteúdos matemáticos, são vistas de modo promissor quando se procura por metodologias pedagógicas eficazes e de abordagem significativa.

As atividades lúdicas, inclusive as que se utilizam de jogos pedagógicos, são geralmente utilizadas com alunos dos primeiros anos do Ensino Fundamental e são praticamente abandonadas no Ensino Médio. Sobre a ludicidade, o jogo e a matemática, Gardner (1961, p.11 apud GRANDO, 2000, p.2) diz que “[...] os jogos matemáticos ou “as matemáticas recreativas” são matemáticas – não importa de que tipo – carregado de um forte componente lúdico”.

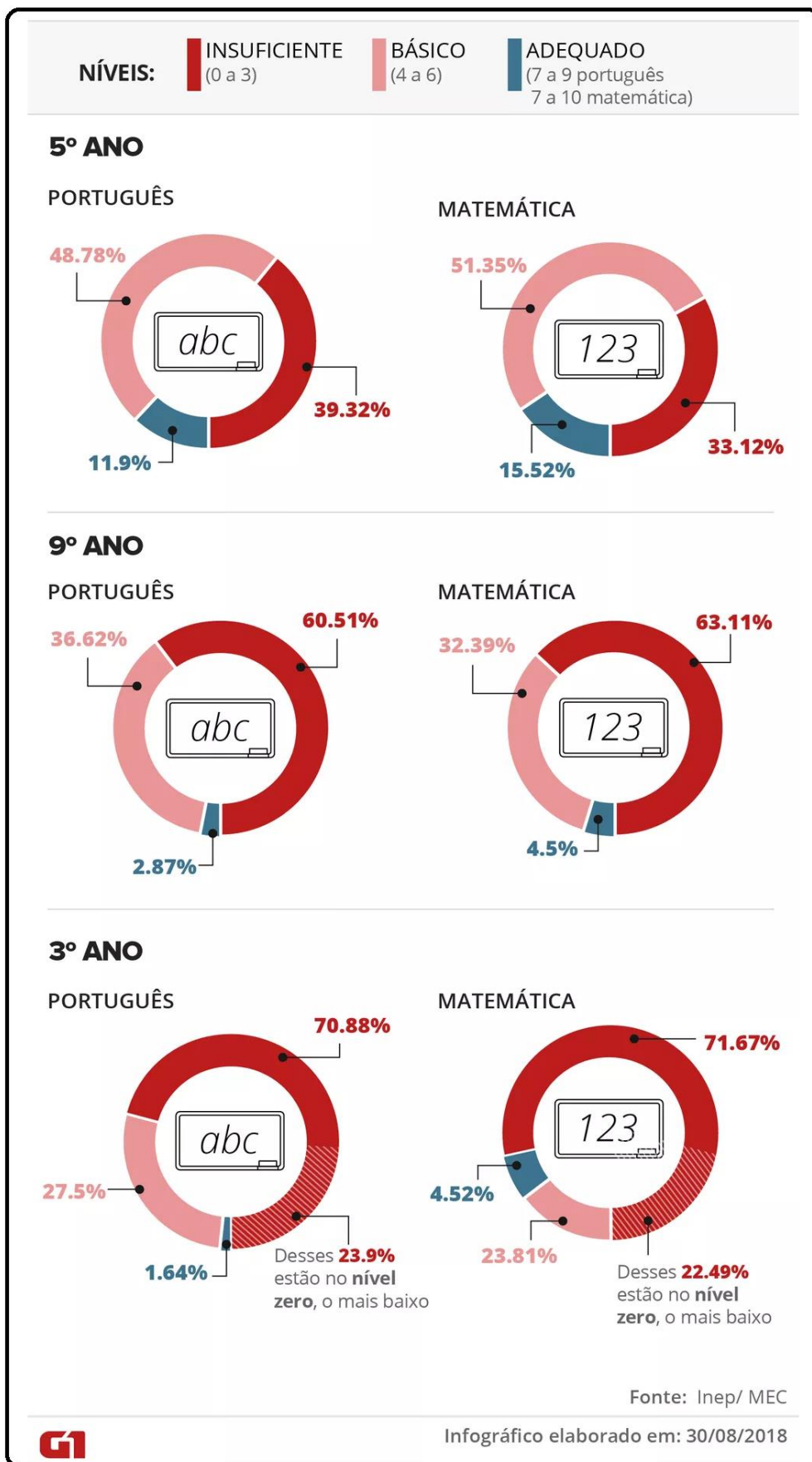


Figura 1. Percentuais em nível de proficiência em Português e Matemática

No entanto, trabalhar a matemática de forma lúdica, utilizando-se de jogos, por exemplo, é um desafio. No que tange a essa utilização, muitos docentes afirmam que o tempo é insuficiente para todos os assuntos que dizem respeito ao conteúdo base de Matemática do Ensino Médio, outros defendem a idéia de que o ensino médio é a fase do abstrato, e assim sendo, exige apenas esse pensamento para a resolução de problemas, não havendo a necessidade do concreto para que o aluno venha a avançar para conceitos mais complexos.

Por outro lado, temos um público vindo do ensino fundamental II (do 6º ao 9º ano) que infelizmente, ainda, não alcançou a independência do concreto para construir o pensamento de forma abstrata. O concreto ainda é necessário como forma de conduzir o aluno para a formação do pensamento abstrato e deve ser utilizado no Ensino Médio para que haja essa transição e que o aluno seja capaz de construir um conhecimento matemático sólido e bem estruturado. Pois apenas com conhecimentos matemáticos consolidados é possível alcançar níveis de compreensão mais complexos.

Levar os alunos a essa construção abstrata é torná-los capazes de resolver situações problema, ligando conceitos e ferramentas matemáticas, aplicando-os na resolução e soluções de problemas. E este é o objetivo da matemática, torna-se agente emancipatório do raciocínio lógico.

Diante do exposto, é nessa vertente que o jogo Função Secreta tem por finalidade melhorar a compreensão a respeito da função quadrática, sua estrutura e elementos. Além disso, potencializa a socialização de conhecimentos matemáticos e outros e melhora a interação social entre os alunos. A seguir, no tópico dois (2), apresentaremos o jogo Função Secreta, sua estrutura e regras serão apresentadas. Posteriormente, tópico três (3), será apresentado como se deu a sua aplicação e os resultados obtidos.

2. RELATO DE EXPERIÊNCIA

2.1 ESTRUTURA DO JOGO: FUNÇÃO SECRETA

O jogo Função Secreta trabalha conceitos de Função Quadrática e sua representação gráfica, visando relacionar as características das funções aos seus gráficos. É constituído por quarenta e uma (41) cartas, sendo dois grupos de quinze (15) cartas

iguais, apenas marcadas em cores diferentes para diferenciar os dois grupos. Temos também onze (11) cartas que servem como pistas para orientar as perguntas dos jogadores aos seus oponentes.

De acordo com a proposta do jogo, é recomendado o número de dois (02) jogadores ou duas duplas, 04 (quatro) jogadores. Sobre os materiais necessários, o jogo conta com dois conjuntos contendo 15 cartas cada um, com funções quadráticas variadas em sua representação gráfica. Os dois conjuntos de cartas são formados por cartas exatamente iguais, e cada jogador (ou dupla) recebe um grupo dessas cartas (figura 2).

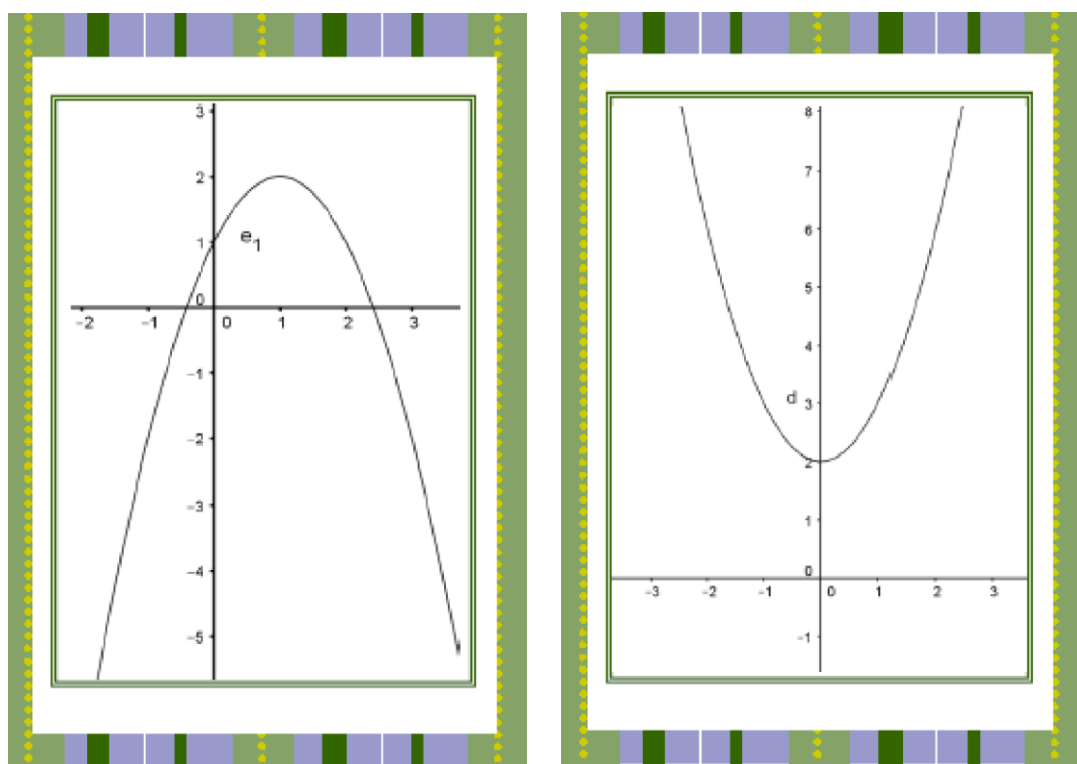


Figura 2. Modelo demonstrativo de conjunto de cartas do jogo Função Secreta

Além dos dois conjuntos de quinze (15) cartas, o jogo conta com Um conjunto com onze (11) cartas com perguntas que orientarão as perguntas do jogador (da dupla) para o jogador (ou dupla) oponente, conforme a figura 3 a seguir.

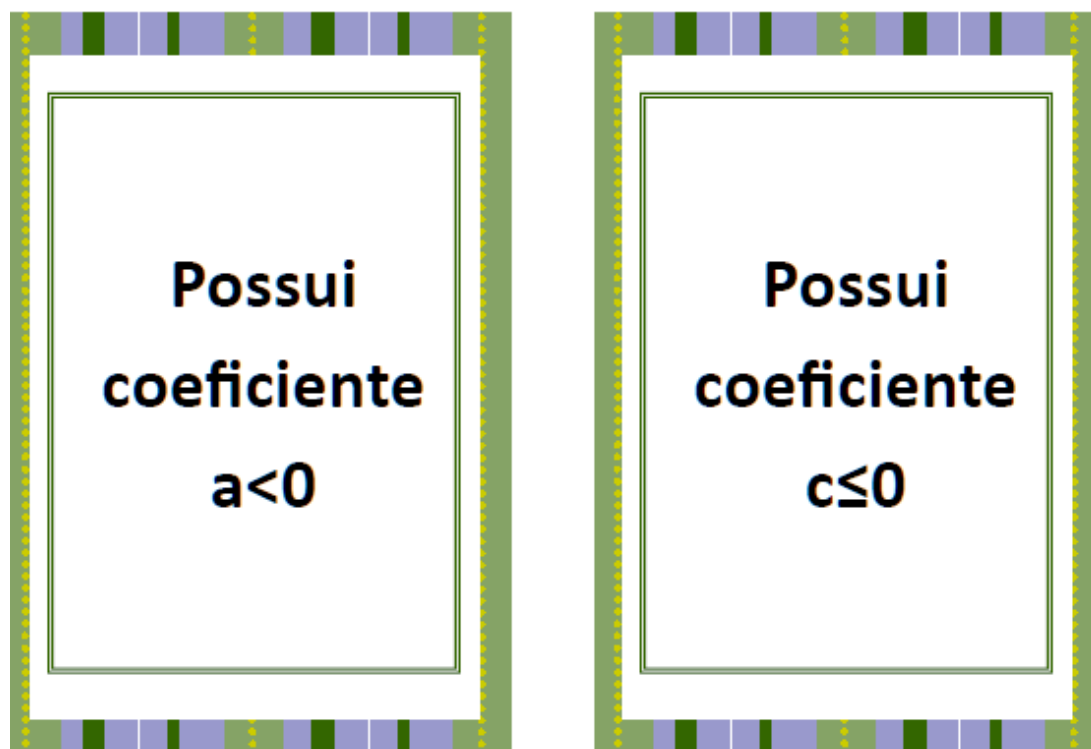


Figura 3. Modelo demonstrativo de cartas orientadoras do jogo Função Secreta.

Dadas às informações sobre como o jogo Função Secreta deve ser organizado, a seguir apresentamos, em seis etapas, o modo de jogar:

Etapa 1: Os conjuntos de cartas iguais são distribuídos para os jogadores, de forma que eles tenham as mesmas cartas;

Etapa 2: O conjunto de cartas com as perguntas ficam viradas para baixo em região central da mesa de preferência de forma equidistante dos jogadores.

Etapa 3: Cada jogador (ou dupla) escolhe de forma secreta sua função (pode ser solicitado que o aluno ou dupla escreva em um cartão qual foi a função de sua escolha).

Etapa 4: As cartas com os gráficos das funções de cada dupla são deixadas expostas sobre a mesa de forma que todos vejam as cartas (misturadas a elas está a função secreta escolhida pelo jogador).

Etapa 5: Os jogadores decidem quem inicia o jogo, a partir de então o jogador (ou dupla) utilizando o monte das cartas com as perguntas retira uma das cartas e faz a pergunta que ela sugere ao seu oponente. As perguntas devem ser sempre visando respostas de sim ou não.

Etapa 6: Ao efetuar a pergunta e de acordo com a resposta do seu oponente o jogador retira do seu grupo de funções todas as que não estão de acordo com a informação recebida.

A seguir, para melhor compreensão exemplificaremos como o jogo pode ser realizado:

Considere dois jogadores A e B. Digamos que o jogador B escolheu uma função quadrática com coeficiente a positivo, logo com concavidade da parábola voltada para cima. O jogador A pergunta para seu oponente: Possui valor máximo? O jogador B responde que não. Como consequência dessa resposta o jogador A retira do seu grupo de funções todas aquelas que contêm concavidade voltada para baixo, pois estas têm valor máximo. Sendo assim ele elimina várias funções que ele sabe não representarem a função secreta do seu oponente.

Ganha a rodada o jogador (ou dupla) que descobrir primeiro qual é a função secreta do seu oponente.

Por ser flexível, de acordo com a necessidade percebida pelo professor, o jogo Função Secreta suporta a criação de novas regras. É interessante que haja uma penalidade ao jogador (ou dupla) que identificar a função secreta do seu oponente de forma errada. Uma sugestão é que o jogador como penalidade fique uma rodada de perguntas sem jogar.

É importante salientar que para participar do jogo, como requisito básico, o aluno conheça a função quadrática e suas estruturas. Se o professor perceber a necessidade da criação de uma ficha de auxílio é interessante que seja feita, sempre buscando que o aluno tenha autonomia na execução das suas ações durante o jogo. Uma revisão elaborada em uma pequena ficha também pode ser muito útil em situações onde o jogo é utilizado como revisão de conceitos, ou seja, na ocasião onde seja aplicado para alunos de graduação na disciplina de Matemática I.

A seguir, no tópico 3, apresentaremos como se deu o processo de Aplicação do jogo em uma turma de alunos de um curso Técnico Integrado ao Ensino Médio do IFRO.

2.2 APLICAÇÃO DO JOGO

Com o objetivo de verificar a aplicabilidade e eficiência do jogo Função Secreta, foi aplicado para a turma do primeiro ano A do curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Rondônia – IFRO Campus Ji-Paraná. A prática ocorreu após quatro aulas presenciais, sendo dois momentos de duas aulas cada. Em um primeiro momento ocorreu a apresentação da função quadrática, exemplos de sua aplicação, dos

seus elementos e da sua estrutura. Também suas raízes reais, seu vértice, a sua representação gráfica e sua relação com os elementos.

Já no segundo momento, os alunos resolveram situações problema envolvendo as funções quadráticas, aplicando os conhecimentos sobre seus elementos, esboçando, graficamente a função quadrática e relacionando a representação algébrica e geométrica da função.

No terceiro momento, aplicação do jogo, os alunos foram convidados a irem para o laboratório de matemática do Campus. Chegando lá foram divididos em duplas, cada dupla recebeu um conjunto de cartas. Os conjuntos de cartas eram exatamente iguais. Eles foram orientados a organizar suas cartas de forma que todos os gráficos ficassem virados para cima. Na sequência cada dupla escolheu de forma sigilosa sua função secreta, conforme demonstra a figura 4.



Figura 4. Alunos do 1º ano Técnico em Química jogando

O início do jogo se deu com a escolha de quem iria iniciar, em um simples “par ou ímpar”, forma escolhida pelos próprios alunos para decidir a dupla que faria a primeira pergunta ao seu oponente. A dupla escolhida retira do monte de cartas uma pergunta, lê em voz alta e aguarda a resposta da dupla oponente. Sempre respostas de sim ou não.

De acordo com a resposta a dupla que fez a pergunta retira do seu grupo de funções as que não atendiam a resposta dada pela outra dupla. Assim, a carta pergunta volta para o monte das perguntas, colocada ou na parte de baixo do monte ou embaralhada com as demais cartas. A vez passa para a outra dupla e o processo se repete.

Assim sucessivamente as duplas vão se alternando até que uma das duplas consiga descobrir por eliminação qual é a função secreta da dupla oponente.

Durante a aplicação do jogo Função Secreta, muitas vezes, as duplas pediram o auxílio da professora, pois em alguns momentos eles se sentiram confusos com os termos utilizados nas cartas. E após a primeira rodada, trocaram as duplas e o jogo reiniciou. A partir dessa rodada as dúvidas ficaram cada vez mais raras, alguns alunos esboçaram poucas dúvidas que eram imediatamente sanadas pelos colegas que estavam ao lado, muitas vezes, até pela dupla oponente.

Ao final da atividade, os alunos foram convidados para falar sobre suas impressões a respeito do jogo, avaliando oralmente a atividade desenvolvida. No geral, todos os alunos que participaram, sinalizaram de forma positiva. Uma das alunas falou “Consegui jogar! Foi muito legal, quando eu não sabia minha colega me ajudava e quando ela não sabia eu ajudava. Até a outra dupla às vezes nos ajudou. Muito legal”. Outros alunos falaram que conseguiram “enxergar” o que a professora havia explicado em sala sobre o conteúdo. Assim, todos os alunos consideraram que o jogo, em algum aspecto, auxiliou na aprendizagem significativa do conteúdo Função Quadrática.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os jogos são ferramentas educacionais de fundamental importância para tornar o processo de ensino aprendizagem mais atrativo e instigante. Ao utilizar ferramentas educacionais variadas, o professor motiva o aluno e o instiga a participar e, de forma autônoma, aprender significativamente.

A partir da aplicação, o jogo Função Secreta mostrou-se eficiente ao ser aplicado para alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Essa aplicação foi significativa e produziu avanços nas concepções que os discentes possuíam em relação às funções quadráticas. Tais resultados mostram o quanto é importante possibilitar um ensino de matemática que considere, principalmente, a disposição e interesse do aluno para aprender determinado conteúdo, também que leve em consideração o quanto este conteúdo precisa ser significativo para ele. Levando em consideração estes dois fatores, que são à base da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, claramente discutida por Pelizzari et al.

(2002), o jogo mostrou-se como um importante instrumento de facilitação da aprendizagem significativa.

Após a aplicação do jogo “Função Secreta” que teve como turma experimental o primeiro ano Técnico em Química, a partir das discussões posteriores com os alunos, é possível inferir que houve uma melhor compreensão dos conceitos relacionados ao conteúdo Funções Quadráticas, de modo que os alunos puderam, na prática, perceber as relações entre a representação algébrica da função, seus elementos e sua representação geométrica. Dessa forma, percebeu-se a partir da avaliação dos discentes, um significativo avanço na aprendizagem do conteúdo proposto.

Assim sendo o jogo Função Secreta mostrou-se uma ferramenta válida para auxiliar na aprendizagem referente às funções quadráticas, podendo ser utilizada, inclusive, como atividade complementar às abordagens usuais feitas pelos professores de matemática em suas salas de aulas.

4. REFERÊNCIAS

Grando, R.C. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula**. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, SP, 2000.

PELIZZARI, Adriana et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.



POSSIBILIDADES METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA EXPERIÊNCIA NO PIBID

Érica Patrícia Navarro¹, Andreza Mendonça¹, Rosália Maria Ribeiro de Aragão^{1†}, Josefa Aparecida Pereira de Andrade¹, Jones Fernando Giaccon¹, Maria Elessandra Rodrigues Araújo¹

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Ji-Paraná, Rondônia, Brasil.

2. Universidade Federal do Pará (*in memoriam*).

RESUMO

Este trabalho descreve uma proposta metodológica em formato de oficinas, aplicada para alunos do curso de licenciatura em Matemática e participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). O principal objetivo foi, a partir da ludicidade, divulgar ideias de atividades e jogos adaptados para serem trabalhadas por professores de matemática em sala de aula. Enquanto professores em formação, os alunos puderam experienciar ora como jogador, ora como mediador de todas as atividades propostas. Nesse sentido, puderam perceber as reações positivas que a atividade lúdica proporciona e sua eficiência enquanto suporte metodológico nos processos de ensino e aprendizagem da matemática. Os futuros professores mostraram-se extremamente envolvidos com as atividades propostas, avaliando-as de forma muito positiva. Acreditamos que por meio de ações como a apresentada, a formação inicial de professores possibilita um novo olhar desses profissionais para o ensino da matemática, instigando a busca por metodologias que levem em consideração, entre outros suportes pedagógicos, o jogo e a ludicidade, a fim de agregar em sua prática, tanto na abordagem, fixação ou mesmo na revisão de conteúdos fundamentais da matemática.

Palavras-chave: Jogos Didáticos, Formação de Professores e Oficina.

ABSTRACT

This paper describes a methodological proposal in the format of workshops, applied to undergraduate students in Mathematics and participants of the Institutional Teaching Initiation Scholarship Program (PIBID). The main objective was, based on playfulness, to disseminate ideas of activities and games adapted to be worked by math teachers in the classroom. As teachers in training, students were able to experience sometimes as a player, sometimes as a mediator of all proposed activities. In this sense, they could perceive the positive reactions that playful activity provides and its efficiency as a methodological support in the teaching and learning processes of mathematics. The future teachers were extremely involved with the proposed activities, evaluating them in a very positive way. We believe that through actions such as the one presented, the initial formation of teachers enables a new look of these professionals for the teaching of mathematics, stimulating the search for methodologies that take into consideration, among other pedagogical supports, the game

and playfulness, in order to to aggregate in their practice, either in approaching, fixing or even reviewing fundamental math contents.

Keywords: Teaching Games, Teacher Training and Workshop.

1. INTRODUÇÃO

A formação inicial de professores no geral, e no Brasil perpassa por vários e necessários momentos, e com relação à formação de professores de matemática para atuação no ensino básico não é diferente. Além da formação teórica, essencial e relevante para a formação profissional, outros aspectos devem ser levados em consideração. Tardif (2014), ao tratar dos saberes necessários ao professor diz que “[...] o saber profissional está, de certo modo, na confluência de vários saberes oriundos da sociedade, da instituição escolar, dos outros atores educacionais, das universidades, etc” (p.19).

Nesse sentido, é que se estabelece a necessidade de uma formação sólida, embasada, especialmente, na apreensão de saberes do núcleo específico, formação essa que precisa mostrar-se sólida e epistemologicamente constituída. É necessário que o professor saiba matemática de forma coesa para assim tratar da matemática no ensino. No entanto, a formação inicial do professor, nesse caso de professores de matemática, deve considerar que, para ensinar, é necessário a mobilização de outros saberes conforme nos aponta Gauthier (2006) quando diz que é importante “[...] conceber o ensino como a mobilização de vários saberes que formam uma espécie de reservatório no qual o professor se abastece para responder a exigências específicas de sua situação concreta de ensino” (p. 28).

Desta compreensão, se supõe que a docência em matemática, vai além do domínio teórico e dos conteúdos, é necessário também desenvolver habilidades para a mobilização didático-metodológica desses conteúdos para se ensinar. Assim, há uma necessidade emergente de profissionais na área de ensino, que não apenas consigam dominar a matemática de modo exímio, mas que, de igual modo, saibam ensinar. E essa competência é necessária para a profissionalização da carreira docente, indo ao encontro de Tardif (2019) quando diz que os saberes dos professores são plurais, ao mesmo tempo, são temporais, construídos ao longo da sua história de vida e de profissão, inclusive durante a formação inicial.

A formação inicial de professores de matemática, nesse contexto, deve agregar conhecimentos matemáticos e pedagógicos, o que o coloca numa posição de sabedor dos conhecimentos mais profundo da matemática, mas também o habilita para aquilo que denomina-se de transposição didática, ou seja, a capacidade técnica e pedagógica de levar os alunos a descoberta de suas potencialidades na ciência matemática, no desenvolvimento do raciocínio lógico e na capacidade de resolver problemas cotidianos, aplicando a matemática de forma dinâmica às diversas situações que a vida requer.

Para que o futuro professor em formação inicial se torne capaz de fazer intervenções lúdicas em suas aulas de matemática, existe a necessidade de levá-lo a experienciar essas situações curso de seu processo de formação. Atendendo a esta necessidade, a proposta do trabalho com as oficinas, buscou, principalmente, oferecer experiências lúdicas relacionadas a temas que compõem o currículo do ensino básico de matemática, para o qual os professores estão sendo preparados para atuar enquanto docentes.

Tendo esse cenário em vista, foram elaborados alguns jogos para serem trabalhados com alunos do programa PIBID em Matemática do Instituto Federal de Rondônia. A seguir, o tópico dois (2), apresenta como se deu o processo de recepção e prática da oficina proposta para os alunos do curso de Licenciatura em Matemática, participantes do PIBID. A oficina foi oferecida no IFRO- Campus Ji-Paraná.

2. RELATO DE EXPERIÊNCIA

2.1 OFICINA: MOMENTO DE INTERAÇÃO, CONHECIMENTO E DESCONTRAÇÃO

Os alunos do PIBID foram recebidos por professores e alunos monitores do IFRO Campus Ji-Paraná. Iniciamos as atividades apresentando os jogos como ferramentas educacionais. Foram apresentados jogos que foram desenvolvidos por um grupo de professores e alunos do curso técnico em Química Integrado ao Ensino Médio e curso técnico em Florestas Integrado ao Ensino Médio, ambos do IFRO Campus Ji-Paraná. A seguir apresentam-se as atividades propostas durante a realização da oficina, a começar pelo jogo “Carta na Testa”

2.1.1 Carta na Testa

Este jogo tem o objetivo de desenvolver a noção de multiplicidade e divisibilidade de maneira divertida. A seguir estão as regras do jogo:

- Faixa etária: a partir de 10 anos.
- Número de jogadores: 3 (dois jogadores e um juiz).
- Inicialmente, o juiz embaralha as cartas (enumeradas de 1 a 10).
- Em seguida, os dois jogadores retiram uma carta cada um e, sem tomar conhecimento do número de sua carta, a coloca na própria testa, de modo que os outros participantes vejam o número.
- Então o juiz fala o produto dos dois números e os jogadores deverão falar em voz alta o número de sua carta.
- O jogador que disser o número de sua carta corretamente é o vencedor da partida.
- O jogo pode ter o número de partidas que os jogadores quiserem.
- O jogador que vencer o maior número de partidas ganha o jogo.

Esse jogo foi muito exitoso e os acadêmicos ficaram empolgados com a atividade, se envolvendo com o jogo e a brincadeira. Ao serem questionados sobre a atividade, todos, de forma unânime, avaliaram como muito positiva, destacaram ainda que além de ser muito divertida, estimulou o raciocínio lógico e a agilidade ao realizar as operações (Figura 1).



Figura 1. Momento de prática do jogo “carta na testa”.

Ao serem questionados se eles consideravam essa atividade como uma possibilidade metodológica para ser utilizada em sala de aula, eles sinalizaram de forma positiva. Alguns já anunciaram que não iriam aguardar tanto tempo, já iriam confeccionar o material e utilizar nas atividades que eles estavam realizando nas escolas atendidas pelo programa.

2.1.2 Dominó das Igualdades

Este jogo foi resultado da incorporação de produtos notáveis, representação decimal e fracionária de números racionais, potenciação e radiciação de números racionais ao dominó clássico. Com ele, o futuro professor pode experimentar uma possibilidade metodológica para desenvolver algumas habilidades e, com sorte e agilidade dos seus alunos, motivando-os assim a vencer a partida. As regras do jogo são:

- Faixa etária: a partir de 14 anos (alunos do 8º Ano).
- Número de jogadores: 2 a 4.
- Primeiramente, os jogadores deverão sortear a ordem de jogada por meio do “ímpar ou par”.
- Ao iniciar a partida, as peças deverão ser embaralhadas e cada jogador deverá escolher 7 peças.
- O primeiro a jogar poderá iniciar a partida com qualquer uma de suas peças. Então, seguindo a ordem de jogada, os demais jogadores deverão encaixar suas peças de acordo com o modelo abaixo:

...	$x^2 + x + 1$	$x^2 + 2x + 1$	$(x+1)^2$	0,5	$1/2$	8	...
-----	---------------	----------------	-----------	-----	-------	---	-----

- O jogador que jogar todas as suas peças primeiro, ganha a partida.

Embora o dominó seja um jogo clássico essa nova versão trás consigo uma revisão de conceitos fundamentais a alunos do 8º Ano do Ensino Fundamental II. De forma bem dinâmica o aluno pode rever tópicos já estudados e assim melhorar sua aprendizagem.

A experiência do dominó foi muito exitosa, os acadêmicos consideraram alguns elementos ali presentes traziam consigo certo grau de dificuldade, relatando que para uma revisão seria uma atividade muito interessante conforme figura a seguir.



Figura 2. Aplicação do jogo “Dominó das igualdades”.

Alguns acadêmicos sinalizaram que já estavam considerando fazer algumas adaptações para diferentes situações, mostrando assim interesse na aplicação e na remodelação da mesma para atingir públicos mais variados.

2.1.3 Jogo da Velha

Este jogo buscou levar o futuro professor a experienciar uma possibilidade metodológica, para revisar os conteúdos de porcentagem, razão, proporção, regra de três simples e composta. A seguir, serão apresentadas as regras do jogo:

- Faixa etária: a partir de 12 anos (Sétimo ano).
- Número de jogadores: Toda a turma.
- Inicialmente, o professor organiza a turma em dois grupos, os alunos são dispostos em duas filas, uma das filas usará o marcador X e a outra O.

- Os dois primeiros jogadores de cada time decidem no par ou ímpar qual será o time que irá iniciar as atividades e os marcadores de cada um, em seguida o vencedor escolhe um lugar no tabuleiro.
- O professor retira uma pergunta que está no número escolhido pelo aluno, e ele deverá resolver e responder corretamente a questão, (com ou sem o auxílio do grupo, isso fica a cargo do professor).
- Se o jogador acertar marca o campo para o seu time, vai para o final da fila e a vez passa para o outro grupo.
- Se o jogador errar ele não marca o campo, vai para o final da fila e a vez passa para o outro grupo.
- O jogo segue até que um grupo consiga marcar uma linha, coluna ou diagonal completa, esse grupo será o vencedor.

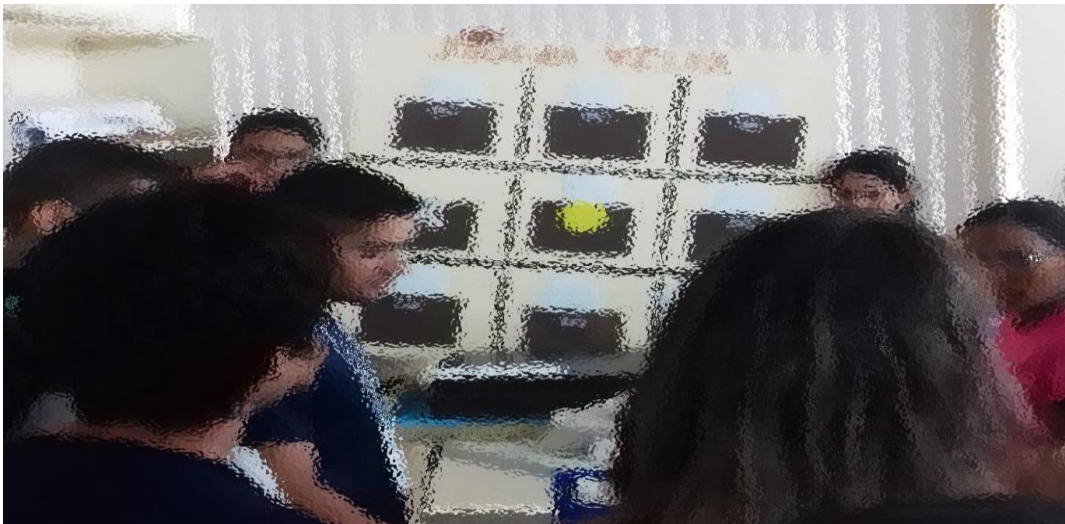


Figura 3. Aplicação do jogo “Jogo da velha”

Ao tratarmos que jogos que motivaram o grupo é necessário dar destaque o jogo da velha, toda a turma de acadêmicos ficou extremamente envolvida, quando um dos membros da equipe estava na vez de responder todos ficavam atentos e tentavam ajudar o colega, vários buscavam meios de resolver o problema e assim contribuir para que o colega acertasse.

Essa atividade trabalhou muito além da matemática, uniu os grupos, desenvolveu o espírito de equipe. Estimulou o trabalho coletivo para um bem comum. Os acadêmicos perceberam essa interação sinalizaram que para trabalhar com alunos adolescentes seria

muito interessante, pois nessa fase o aluno acaba sendo muito seletivo com suas amizades, formando pequenos grupos que não confraternizam com os demais.

Os alunos do PIBID perceberam como uma excelente forma de melhorar não só o conhecimento a respeito de regra de três e porcentagens mas também os relacionamentos interpessoais dos alunos.

2.1.4 Flores Pentagonais

Iniciamos essa atividade recordando aos acadêmicos a respeito dos poliedros convexos, chamados regulares. Trouxemos um pouco de história mostrando as razões pelas quais esses poliedros são chamados de Sólidos de Platão. Essa etapa buscou levar o futuro professor a valorar a contextualização histórica da matemática, mostrando que as origens da matemática estão alicerçadas nas necessidades da humanidade para resolver problemas ou mesmo eu sua curiosidade e tentativas de explicar os mistérios da vida e do universo.

Na sequência foram apresentadas as regras do jogo aos alunos:

- Faixa etária: a partir de 16 anos (Segundo ano do ensino médio)
- Número de jogadores: Trinta alunos devem ser divididos em cinco grupos.
- Dois locais, uma mesa para a montagem das flores e a mesa das pétalas, onde as peças ficam dispostas para que os alunos encontrem a pétala correspondente ao sólido de Platão do seu grupo.
- Inicialmente, o professor organiza a turma em cinco grupos, os alunos são dispostos em cinco filas, cada uma das filas receberá um poliedro de Platão.
- O professor dá início a um sorteio onde o primeiro aluno de cada fila retira um pentágono que representa a parte central de uma flor de pétalas pentagonais.
- O jogador deve se dirigir a uma bancada, colocada que forma equidistante dos grupos, colocando na bancada a parte central da flor.
- O jogador que coloca a parte central da flor volta para o fim da fila. O próximo jogador localiza entre os pentágonos existentes na mesa das pétalas um que tenha uma característica pertencente ao Sólido de Platão que ficou destinado ao grupo.
- Ele corre e coloca a pétala, volta para o fim da fila. E assim o jogo segue.

- O jogo segue até que um grupo consiga colocar todas as pétalas da sua flor pentagonal de forma correta. Ganha o grupo que montar primeiro.

A seguir (figura 4) temos um exemplo de uma flor pentagonal montada de forma correta, a parte central da flor trás o nome do Poliedro, suas pétalas representam sua forma tridimensional, sua planificação, número de faces, vértices e arestas.

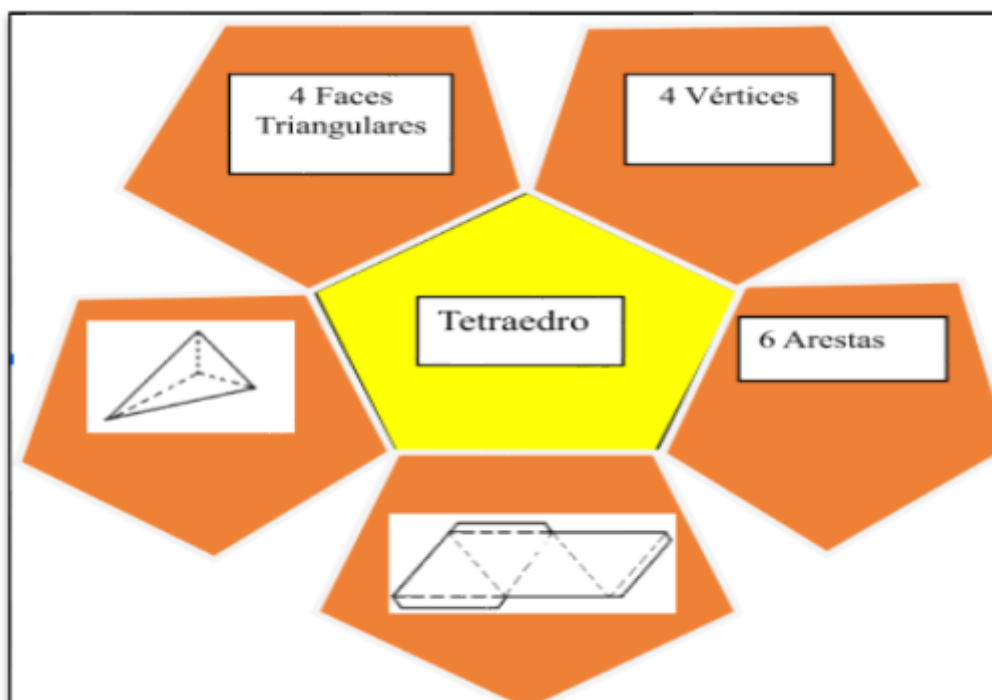


Figura 4. Aplicação do jogo “Flores pentagonais”.

Essa atividade mostrou-se muito dinâmica, os acadêmicos ficaram muito envolvidos. Mostraram-se competitivos e atraídos com a ideia de participar de uma atividade que exige agilidade, e conhecimento. Os elementos do grupo tentavam sempre ajudar membro que estava buscando entre tantas pétalas a pétala correta.

Ao serem questionados sobre o jogo, eles sinalizaram de forma muito positiva, afirmando que atividade é um recurso fantástico para fixar características dos Sólidos de Platão. Alguns chegaram a confessar que não se lembravam de algumas dessas características, mas que durante a brincadeira e com o auxílio dos colegas eles conseguiram aprender (Figura 5).



Figura 5. Aplicação do jogo “Flores pentagonais”

Um dos acadêmicos chegou a falar: “Nunca mais esqueço como é e qual o número de faces de um Icosaedro”.

A atividade mostrou-se muito instigante, desenvolvendo o espírito de equipe dos participantes e relembrando características dos Sólidos de Platão. Percebemos que os futuros professores consideram que essa atividade como forma metodológica para trabalhar dentro da geometria espacial com os Sólidos de Platão.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa experiência mostrou-se extremamente proveitosa e foi possível perceber que os futuros professores de matemática sentiram-se motivados a utilizar as ideias apresentadas em suas aulas.

Acreditamos que o futuro da educação perpassa pela formação inicial dos professores, não só por ela, mas temos convicção que a formação inicial é de extrema importância para que o futuro professor sinta-se motivado a buscar sempre novas formas de tornar a aprendizagem dos seus alunos prazerosa e eficaz.

Formar um profissional competente e comprometido com o futuro da educação faz-se necessário cada dia mais. As experiências como essa oficina afloram nos acadêmicos as emoções que os jogos podem gerar nos jogadores. Colocados na posição de jogadores

eles puderam perceber o quanto é possível aprender e se divertir nesse processo. Esperamos com essa experiência ter contribuído com a formação desses futuros professores.

4. REFERÊNCIAS

GAUTHIER, Clermont et al. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. 2ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2006.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 17ª ed.-Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.



COLETE E APLIQUE: UM APLICATIVO PARA TRABALHAR COLETA SELETIVA

Érica Patrícia Navarro¹, Rosália Maria Ribeiro de Aragão^{1†}, Andreza Mendonça¹,
Josefa Aparecida Pereira de Andrade¹, Jones Fernando Giacón¹, Maria Elessandra
Rodrigues Araújo¹, Maicon Gonzaga da Silva¹

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Ji-Paraná, Rondônia, Brasil.

2. Universidade Federal do Pará (*in memorian*).

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com alunos dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do Instituto Federal de Rondônia - IFRO. O objetivo é descrever como se deu o processo de criação, desenvolvimento e aplicação de um programa para dispositivos móveis com sistema operacional Android, usando a plataforma de desenvolvimento Unity, escrito na linguagem de programação C#. O aplicativo foi desenvolvido com o objetivo de orientar as crianças, de forma lúdica, a respeito da forma correta de utilização das lixeiras de coleta seletiva e como fazer o descarte correto de seus resíduos. Para o desenvolvimento do programa, foi importante fazer um projeto e para isso, contou-se com a participação de alunos do IFRO em todas as etapas de criação do aplicativo, desde a escolha das ferramentas de desenvolvimento até o leiaute do jogo. Todo o processo de desenvolvimento do projeto pautou-se em princípios da formação humana integral, o que exigiu dos alunos colaboradores muitas ações, reuniões para discussão das etapas do projeto, participação em cursos específicos para melhor conhecer a linguagem, leitura a respeito da temática coleta seletiva, também a conscientização sobre a necessidade de tratar essa temática desde a infância. Como resultado final desse trabalho, surgiu o aplicativo que, em sua versão final, foi desenvolvido para crianças em faixa etária de 7 aos 11 anos de idade. O objetivo maior da ferramenta é, além de orientar as crianças sobre o descarte correto dos resíduos, busca auxiliar pais e professores nesse processo de conscientização e educação ambiental responsável. Por isso, além de contribuir com uma educação ambiental de qualidade, o trabalho contribuiu com o crescimento profissional dos alunos participantes e com a sua consciência cidadã, alcançando o objetivo fim da formação humana integral, formação para o trabalho, para as relações humanas e para a vida.

Palavras-chave: Educação Ambiental, Jogos eletrônicos e Formação Profissional.

ABSTRACT

This work was developed with students of the technical courses integrated to the high school of the Federal Institute of Rondônia - IFRO. The objective is to describe how the process of creating, developing and applying a program for mobile devices with Android operating system, using the Unity development platform, written in the C # programming language. The application was developed with the objective of guiding the children, in a playful way, about the correct way of using the selective collection bins and how to make the correct disposal of their waste. For the development of the program, it was important to make a project and for this, IFRO students were

involved in all stages of the application creation, from the choice of development tools to the layout of the game. The entire development process of the project was based on principles of integral human formation, which required collaborating students many actions, meetings to discuss project stages, participation in specific courses to better understand the language, reading about the theme collection selective, also the awareness about the need to treat this theme since childhood. As a final result of this work came the application that, in its final version, was developed for children aged 7 to 11 years old. The main objective of the tool is, in addition to guiding children about the correct disposal of waste, seeks to assist parents and teachers in this process of awareness and responsible environmental education. Therefore, in addition to contributing to a quality environmental education, the work contributed to the professional growth of the participating students and their citizen awareness, achieving the end goal of integral human formation, training for work, for human relations and for life.

Keywords: Environmental Education, Electronic Games and Professional Training.

1. INTRODUÇÃO

A educação voltada para a preservação do ambiente é uma necessidade emergente da sociedade como um todo. O indivíduo deve ser instigado desde a mais tenra idade a agir de forma consciente e buscando sempre formas de minimizar os impactos provocados ao solo, a água, ao ar, enfim, agindo sempre para proteger o mundo que vivemos.

Educar a criança é necessário para que tenhamos cidadãos responsáveis no futuro. Pessoas comprometidas com o bem comum, com a ética e com respeito ao próximo. A educação para atingir tal excelência deve ser direcionada para esse objetivo desde cedo. Tendo esse objetivo em mente essa proposta foi criada, aqui apresentamos o processo de formação de capital humano realizado nesse processo de criação e execução da proposta.

Quando se observa o percurso das tecnologias digitais até os dias de hoje, é possível perceber o quanto elas evoluíram e como se tornaram cada vez mais essenciais para a vida das pessoas. Atualmente, elas estão inseridas nas mais diversificadas áreas, contribuindo para solucionar inúmeras problemáticas que vão desde o entretenimento até questões mais complexas, envolvendo a medicina, por exemplo. Como afirma Uliano (2016), é possível notar a sua presença praticamente em todos os ambientes em que se possa ir.

Paralelo a isso, outra temática em evidência está inserida no contexto da Educação e diz respeito a como torná-la mais significativa, ou seja, possibilitar aos alunos melhores condições e ambientes mais propícios para a construção do conhecimento, contribuindo, dessa forma, para que se obtenha maior sucesso no processo de ensino-aprendizagem. Diante dessa necessidade, muitos educadores têm buscado metodologias de ensino alternativas ao processo dito tradicional.

É nesse cenário de busca por formas e/ou recursos diferenciados de se ensinar e aprender que as temáticas “Tecnologias digitais” e “Metodologias alternativas de ensino” se interceptam, suscitando indagações sobre como dar aulas utilizando os recursos digitais e quais as implicações do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no ambiente escolar. Com isso, surgem os jogos educativos, cujos objetivos vão para além do lúdico, visando, também, contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

Dessa forma, a necessidade de recursos educacionais diferenciados, acima justificados, e o fato de que as tecnologias digitais se tornaram parte fundamental do cotidiano das pessoas foram elementos importantíssimos na concepção da ideia que se concretizou através do presente projeto, que direcionado pelo objetivo principal de trabalhar o tema “Coleta seletiva”, visou a criação de um jogo educacional para smartphone, através do qual, alunos das séries iniciais do ensino fundamental poderão aprender e/ou aprimorar suas habilidades com relação ao descarte dos resíduos gerados através do consumo humano.

No IFRO – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Campus de Ji-Paraná temos um curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, neste curso os alunos recebem formação básica do ensino médio convencional e formação técnica na área de informática. O objetivo geral do curso é oferecer habilitação técnica de nível médio que capacite para a atuação profissional no âmbito da programação em informática (IFRO, 2010).

Assim sendo essa proposta foi elaborada, buscamos por meio de este projeto atender a necessidade e contribuir com a formação ambiental dos alunos da rede pública de ensino do nosso município e muitas outras unidades, mas também formar capital humano, levar nossos alunos a consolidar conhecimentos já adquiridos com novas técnicas a serem aprendidas e assim elaborar um aplicativo para dispositivos móveis que atendessem a essa demanda da educação ambiental para as séries iniciais.

Assim sendo o IFRO – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia que sempre busca motivar seus professores e alunos a pensar formas de contribuir para a melhoria da qualidade da educação e da vida da comunidade como um todo, através do edital 87/2017 CNPQ e IFRO desenvolveu-se o projeto “Desenvolvimento de aplicativo móvel para ensino-aprendizagem de educação ambiental”.

Este projeto contou com a participação de dois alunos bolsistas (um aluno do ensino médio e um aluna do curso superior em Analista de Desenvolvimento de Sistemas - ADS) e três alunos colaboradores curso superior ADS.

Iniciamos esse desafio formativo com a necessidade de capacitação dos alunos quanto a linguagem a ser utilizada para realizar a programação. Foi pago com recursos do projeto o curso

da Unity para que todos os alunos pudessem contribuir para a construção da ferramenta educacional, formando assim capital humano não só para o projeto, mas para a formação dos alunos.

2. RELATO DE EXPERIÊNCIA

O processo de escolha da temática e do jogo utilizado como base para criação do protótipo para smartphone se deu a partir das dificuldades identificadas nas vivências proporcionadas pelo projeto “Sensibilização socioambiental do antigo ponto de disposição de lixo do município de Ji-Paraná/Rondônia”, coordenado pela professora Érica Patrícia Navarro, vinculado ao edital 01 de 10 de setembro de 2015, do DEPEX, que trazia entre seus objetivos a sensibilização ambiental da comunidade através de jogos elaborados envolvendo a temática de descarte de resíduos.

O tema trabalhado no projeto acima citado foi escolhido através de um problema identificado por meio de estudo bibliográfico minucioso, no qual se constatou a relevância de se saber realizar a coleta seletiva adequadamente. Os jogos confeccionados foram validados a partir do envolvimento de 1.220 alunos, sendo 720 do Instituto Federal de Rondônia (IFRO), campus de Ji-Paraná, e 500 das escolas Celso Rocco e Silvio Micheluzzi, ambas situadas na periferia da cidade já citada. A partir de então, visou-se a criação de um jogo para smartphones para se trabalhar a coleta seletiva com alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental.

Decidida a temática a ser trabalhado, o jogo foi construído com a plataforma de desenvolvimento Unity que é uma *Engine* própria para a criação de jogos eletrônicos. Nessa Engine é possível utilizar as linguagens de programação C# e Java Script. Na construção do jogo foi utilizada a linguagem C# pelo fato de ser a linguagem de melhor afinidade com os desenvolvedores.

Cumpridas as fases anteriores, após a etapa de desenvolvimento do jogo para smartphone com sistema operacional Android, já em posse do protótipo, a validação deste se deu a partir de uma experiência prática realizada durante o evento institucional “Feira de Empreendedorismo” do IFRO Campus Ji-Paraná, com aproximadamente 40 participantes.

Cumpridas as fases anteriores, após a etapa de desenvolvimento do jogo para smartphone com sistema operacional Android, já em posse do protótipo, a validação deste se deu a partir de uma experiência prática realizada durante o evento institucional “Feira de Empreendedorismo” do IFRO Campus Ji-Paraná, com aproximadamente 40 participantes.

Durante o evento, ao perceberem que a proposta, como recurso metodológico de ensino, havia contribuído de modo significativo com a aprendizagem e motivação das crianças participantes, os alunos que contribuíram com a criação do aplicativo se sentiram partícipes do processo e agentes de construção do conhecimento delas e de muitas outras crianças, estudantes do ensino fundamental de escolas locais.

A utilização do jogo desenvolvido como auxílio no processo de construção e exercício dos conhecimentos referentes à Educação Ambiental, possibilita a apropriação das contribuições tanto das tecnologias enquanto ferramentas de ensino, quanto da ludicidade associada às práticas em sala de aula, através dos jogos educacionais.

O uso da tecnologia, segundo Otto (2016), quando de forma bem planejada, pode contribuir, entre outras coisas, para que haja maior interesse dos alunos em aprender os conteúdos propostos, por isso é importante que os professores estejam cientes das possibilidades ocasionadas por esse recurso e saibam como utilizá-los de forma apropriada, seguindo o conselho de Almeida (2000, apud OTTO, 2016) quando afirma que o professor deve tomar parte no processo de preparo do aluno para explorar as tecnologias disponíveis.

Leal (2011) afirma que, embora alguns professores tenham dificuldade em enxergar a ludicidade e o ensino como elementos colaboradores entre si, a inclusão de jogos no planejamento escolar não apenas possibilita, mas também contribui para a propagação de uma nova visão educacional, flexível, que tem como foco a melhoria da qualidade e a construção de conhecimentos com significado. Com isso, cabe ao professor pensar suas práticas considerando o leque de possibilidades disponíveis.

Os jogos são recursos que podem contribuir significativamente para o processo de ensino-aprendizagem, visto que possibilita que os conteúdos sejam estudados de forma divertida e prazerosa, e como consequência, há um enriquecimento no processo de busca pelo saber e maior envolvimento na exploração daquilo que outrora talvez foi visto como tedioso e desinteressante. Além disso, processos cognitivos, sociais e motores também podem ser estimulados. Essa é uma realidade possível de alcançar quando há uma mediação estratégica por parte do professor (FERNANDES, 2010).

É importante ressaltar, também, a relevância de um planejamento bem realizado, pois, de acordo com Oliveira et al. (2013), é nesse momento que serão pontuados os objetivos que se deseja alcançar com determinada prática e traçadas as ações que contribuirão, uma a uma, para o alcance deles. É nessa hora que, também, são feitas as estimativas referentes aos riscos resultantes das dificuldades que poderão ser encontradas. Ciente dessas possíveis dificuldades, o professor poderá mobilizar outros recursos a fim de minimizá-las.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista essa experiência formativa, o protótipo desenvolvido no presente projeto contribuiu de maneira efetiva para a formação dos nossos alunos. Enquanto trabalhavam como bolsistas e voluntários eles foram capacitados de forma exímia. A capacitação para a área de programação de games abriu ainda mais os horizontes dos alunos quanto à necessidade do profissional da área de informática em manter-se atualizado e conectado com o novo.

Do trabalho desenvolvido pelos alunos, podemos perceber muitos ganhos, como futuros profissionais, ao ingressarem no mercado de trabalho após essa formação, eles estarão muito mais aptos para enfrentar os desafios de um mercado de trabalho competitivo e dinâmico. Podemos dizer que além dos conhecimentos adquiridos na área específica do seu curso, foram trabalhadas questões ambientais, como o uso e descarte consciente de resíduos. Diante disso, essa experiência formativa foi muito além da simples construção do aplicativo, desenvolveu valores morais e éticos aos nossos alunos participantes.

Ao pensarem no aplicativo não trataram apenas da parte lógica da programação, mas precisaram pensar nas necessidades educacionais e valores a serem trabalhados pelos jogos. Sendo assim, eles precisaram ir além de suas áreas de formação técnica, necessitaram alçar vôos mais altos em prol de uma formação ambiental para as crianças que utilizarão esse aplicativo e poderão com ele aprender enquanto se divertem.

A qualidade do trabalho desenvolvido nos leva a concluir que o caminho para a formação profissional perpassa pela experiência e por práticas como essa. Formar o profissional implica em impor a ele desafios e auxiliá-lo nos percursos formativos. Assim a formação profissional estará cumprindo seu papel social de formar com excelência e ética, levando indivíduos aptos a pensar e trabalhar por uma sociedade mais justa e consciente.

Destacamos também que esse aplicativo educacional poderá perfeitamente ser utilizado como recurso didático-metodológico no processo de ensino-aprendizagem de alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental, contribuindo para a conscientização destes com relação à problemática do descarte indevido de resíduos no meio ambiente e para o cultivo de boas práticas como a da coleta seletiva, por exemplo.

4. REFERÊNCIA

ALMEIDA, M. E. **Informática e formação de professores**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

FERNANDES, N. A. **Uso de jogos educacionais no processo de ensino e de aprendizagem.** 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Alegrete, 2010.

LEAL, F. L. **A importância do Lúdico na Educação Infantil.** 2011. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2011.

OLIVEIRA, D. C. et al. Algumas contribuições e dificuldades do uso de jogos como recurso didático-metodológico no ensino-aprendizagem da Matemática. 2013. In: ZIBETTI, M. L. T.; OLENKA, L.; ALVES, F. (Orgs.). **Diálogos sobre a iniciação à docência: a formação de professores no PIBID da Universidade Federal de Rondônia.** São Carlos: Pedro & João Editores, 2013. P. 227-247.

OTTO, P. A. **A importância do uso das tecnologias nas salas de aula nas séries iniciais do ensino fundamental I.** 2016. 18f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

ULIANO, K. C. M. L. **Tecnologia digital de informação e comunicação (TDIC) na educação: aplicativos e o mundo tecnológico no contexto escolar.** 2016. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

IFRO - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia Campus Ji-Paraná. **Projeto Pedagógico Curso (PPC) de Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio.** Disponível em www.ifro.edu.br/images/Campi/ji-parana/PPC_-_Informática_Integrado_Ji-Paraná_REFORMULADO_Oficial_dezembro_2010_-_TURMA_20111.pdf. Acesso em: 20/04/19.

ORGANIZADORES

Clarice Maia Carvalho



Possui graduação em Farmácia pela Universidade Federal do Amazonas (2000), Mestrado em Biotecnologia pela Universidade de São Paulo (2005) e doutorado em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (2010). É docente da Universidade Federal do Acre (UFAC) e professor permanente e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia. É coordenadora do Laboratório de Microbiologia da Ufac, onde desenvolve pesquisas principalmente do potencial biotecnológico de microrganismos da Amazônia.

Cydia de Menezes Furtado



Possui graduação em Biologia pela Universidade Federal do Acre (1993), Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Acre (2006) e doutorado em Biotecnologia e Bioconservação pela Rede Bionorte pela Universidade Federal do Acre (2017). É docente da Universidade Federal do Acre (UFAC). Desenvolve pesquisas nas áreas de tecnologia de alimentos, ecologia de ecossistemas, microbiologia aplicada e biologia e fisiologia dos microorganismos da Amazônia.

Renato André Zan



Possui graduação em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (2000), Mestrado em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (2002), e Doutorado em andamento em Química de Produtos Naturais pelo IPPN da Universidade Federal do Rio de Janeiro. É docente do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia, Instituto Federal de Rondônia (IFRO), onde desenvolve pesquisas na área de Química, com ênfase em síntese inorgânica e orgânica, fitoquímica e ensino de química.

Sergio Luiz Prolo Júnior



Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), especialista em Educação e Gestão Ambiental pela Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal. Mestrando em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia pela Universidade Federal do Acre (UFAC). É docente da Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, Cruzeiro do Sul. Atuante principalmente nos seguintes temas: Biologia Celular e Histologia.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-65-80261-09-3



9 786580 261093

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261093