

 **Stricto
ensu**
Editora

Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia: Oportunidades e Desafios

ISBN N° 978-65-80261-26-0

Organizadores:

Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti

Rodrigo Otávio Peréa Serrano

José Genivaldo do Vale Moreira

2024

Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti

Rodrigo Otávio Peréa Serrano

José Genivaldo do Vale Moreira

(Organizadores)



II WORKSHOP

CITA

**Oportunidades e Desafios
para a Amazônia**

Rio Branco, Acre

Stricto Sensu Editora

CNPJ: 32.249.055/001-26

Prefixos Editorial: ISBN: 80261 – 86283 / DOI: 10.35170

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

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

Bibliotecária: Tábata Nunes Tavares Bonin – CRB 11/935

Capa: Elaborada por Led Camargo dos Santos (ledcamargo.s@gmail.com)

Avaliação: Foi realizada avaliação por pares, por pareceristas *ad hoc*

Revisão: Realizada pelos autores e organizadores

Conselho Editorial

Prof^a. Dr^a. 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. Benedito Rodrigues da Silva Neto (Universidade Federal de Goiás – UFG)

Prof. Dr. Edson da Silva (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri)

Prof^a. Dr^a. Denise Jovê Cesar (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina)

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

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

Prof. Msc. Herley da Luz Brasil (Juiz Federal – Acre)

Prof. Dr. Jader de Oliveira (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Araraquara)

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos (Universidade Federal do Piauí – UFPI)

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

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

Prof. Dr. 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 de Goiás)

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

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 para a Amazônia : oportunidades e desafios / Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti, Rodrigo Otávio Peréa Serrano, José Genivaldo do Vale Moreira (org.). – Rio Branco : Stricto Sensu, 2024.

98 p. : il.

ISBN: 978-65-80261-26-0

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261260

1. Biodiversidade. 2. Tecnologia 3. Inovação. 4. Amazônia
I. Meneguetti, Dionatas Ulises de Oliveira. II. Serrano, Rodrigo Otávio Peréa. III. Moreira, José Genivaldo do Vale. IV. Título.

CDD 22. ed. 577.91811

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 à alteração em nenhuma forma ou utilizá-lo para fins comerciais.

www.sseditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O II Workshop em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia com o tema “Oportunidades e Desafios para a Amazônia” é um evento que teve como objetivo promover discussões e troca de conhecimentos sobre os desafios e oportunidades relacionados à ciência, inovação e tecnologia na região amazônica.

Nesse workshop, pesquisadores, acadêmicos, profissionais e representantes de instituições públicas e privadas se reuniram para compartilhar suas experiências e pesquisas, além de discutir estratégias e soluções para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. O evento abordou uma ampla gama de temas interdisciplinares, incluindo conservação ambiental, biotecnologia, energias renováveis, tecnologias digitais, uso sustentável dos recursos naturais, entre outros. Além disso, foram realizadas palestras, oficinas práticas, apresentação de trabalhos científicos e exposições de projetos e produtos inovadores voltados para a região amazônica. Os trabalhos apresentados no evento estão sendo publicados neste livro.

O workshop buscou promover o diálogo entre diferentes atores, como cientistas, empresários, governantes e comunidades locais, visando o fortalecimento da pesquisa científica, o estímulo à inovação e o desenvolvimento de tecnologias que possam contribuir para a proteção e o uso sustentável da Amazônia. Esse tipo de evento desempenha um papel importante na criação de redes de colaboração, no estímulo ao desenvolvimento regional, visando o fortalecimento socioeconômico da região amazônica de forma sustentável e responsável.

SUMÁRIO

CAPÍTULO. 1.....07

PRODUÇÃO DE CONÍDIOS DO ENDOFÍTICO *Trichoderma tawa* 2.6182 EM ARROZ

Fernando José Fernandes Martins Junior (Universidade Federal do Acre)

Shara Dias de Amorim (Universidade Federal do Acre)

Iris Izabel da Silva Cavalcante (Universidade Federal do Acre)

Clarice Maia Carvalho (Universidade Federal do Acre)

Leila Priscila Peters (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261260.01

CAPÍTULO. 2.....16

USO E A OCUPAÇÃO DA TERRA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ SÃO FRANCISCO, RIO BRANCO, AC

Girlene Lima de Araújo (Universidade Federal do Acre)

Beatriz Silva Nascimento (Universidade Federal do Acre)

José Genivaldo do Vale Moreira (Universidade Federal do Acre)

Rodrigo Otávio Peréa Serrano (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261260.02

CAPÍTULO. 3.....25

CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO E MONITORAMENTO DO DESMATAMENTO NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ SÃO FRANCISCO COM GOOGLE EARTH ENGINE

Rodrigo Rummenige Ribeiro de Araújo (Universidade Federal do Acre)

Ana Pâmela Tavares Mendonça (Universidade Federal do Acre)

Symone Maria de Melo Figueiredo (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261260.03

CAPÍTULO. 4.....35

RELAÇÃO DA DEMANDA POR ÁGUA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO RIO ACRE FRENTE AO CRESCIMENTO POPULACIONAL DO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO, ACRE, BRASIL

Carolina de Lima Accorsi Montefusco (Universidade Federal do Acre)

Wilians Montefusco da Cruz (Instituto Federal do Acre)

Rodrigo Otávio Peréa Serrano (Universidade Federal do Acre)

José Genivaldo do Vale Moreira (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261260.04

CAPÍTULO. 5.....57

AVALIAÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS DE CRESCIMENTO NATURAL NA FITORREMEDIAÇÃO DO ANTIGO “LIXÃO” DE RIO BRANCO/AC

Gabriela Soares Solá (Universidade Federal do Acre)

Erlangela Rocha Viga (Universidade Federal do Acre)

Berenice Kussumoto Alcântara da Silva (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261260.05

RESUMOS.....77

ORGANIZADORES.....95

ÍNDICE REMISSIVO96

PRODUÇÃO DE CONÍDIOS DO ENDOFÍTICO *Trichoderma tawa* 2.6182 EM ARROZ

Fernando José Fernandes Martins Junior¹, Shara Dias de Amorim², Iris Izabel da Silva Cavalcante², Clarice Maia Carvalho¹ e Leila Priscila Peters¹

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia (PPGCITA) da Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

Patógenos de plantas como vírus, bactérias e fungos causam importantes perdas na produção de plantas agrícolas e florestais. O uso do controle biológico é uma abordagem promissora para o manejo de doenças de plantas. Fungos do gênero *Trichoderma* têm se destacado devido a sua rápida capacidade de crescimento e esporulação, tornando-se propícios para cultivo em fermentação sólida, uma técnica eficiente na produção de insumos biológicos. Este estudo teve como objetivo estabelecer um protocolo para a produção do fungo endofítico *Trichoderma tawa* 2.6182 em arroz parboilizado. O fungo foi reativado em meio BDA e cultivado em meio BD para obtenção do pré-inóculo, o qual foi inoculado em 300 g de arroz parboilizado e incubado a 28 °C por 14 dias. O produto resultante da fermentação sólida foi transferido para sacos de papel, mantido em incubadora até atingir peso constante, processado, avaliado quanto à pureza e armazenado. Testes de pureza antes do processamento confirmaram a ausência de contaminações. A média do produto antes do processamento foi de 183,6 g e, após foi de 136,3 g. A taxa de germinação de conídios do fungo *T. tawa* 2.6182 foi de 92%, superando o limiar de 85% estabelecido pela literatura. A concentração de conídios por mL foi de 10⁸, evidenciando a eficácia do arroz como substrato na produção de conídios do fungo endofítico *T. tawa* 2.6182. Esses resultados ressaltam o potencial do protocolo para a produção desse fungo endofítico em arroz, e futuramente poderá ser utilizado para a produção de bioinsumos.

Palavras-chave: Fermentação sólida, Bioinsumo e Biocontrole.

ABSTRACT

Plant pathogens such as viruses, bacteria and fungi cause important losses in the production of agricultural and forestry plants. The use of biological control is a promising approach for managing plant diseases. Fungi of the genus *Trichoderma* have stood out due to their rapid growth and sporulation capacity, making them suitable for cultivation in solid fermentation, an efficient technique in the production of biological inputs. This study aimed to establish a protocol for the production of the endophytic fungus *Trichoderma tawa* 2.6182 in parboiled rice. The fungus was reactivated in BDA medium and cultivated in BD medium to obtain the pre-inoculum, which was inoculated into 300 g of parboiled rice and incubated at 28°C for 14 days. The resulting product from solid-state fermentation was transferred to paper bags, kept in an incubator until reaching constant weight, processed, assessed for purity, and stored.

Purity tests before processing confirmed the absence of contaminations. The average product weight before processing was 183.6 g and after processing was 136.3 g. The conidial germination rate of the fungus *T. tawa* 2.6182 was 92%, surpassing the threshold of 85% established by the literature. The conidial concentration per mL was 10^8 , demonstrating the efficacy of rice as a substrate in conidial production of the endophytic fungus *T. tawa* 2.6182. These results highlight the potential of the protocol for the production of this endophytic fungus in rice, and in the future, it could be used for bioinput production.

Keywords: Solid-state fermentation, Bioinput and Biocontrol.

1. INTRODUÇÃO

Os bioinsumos são uma tecnologia emergente no setor agropecuário, oferecendo abordagens inovadoras para enfrentar a demanda crescente por defensivos agrícolas. A busca por alternativas ao uso excessivo de agrotóxicos aumenta anualmente, considerando os altos custos econômicos, ambientais e de saúde associados aos pesticidas sintéticos (VIDAL et al., 2020).

Os bioinsumos estão presentes em todos os sistemas produtivos ao longo da rede agropecuária, indo desde a produção animal e vegetal até os processos de pós-colheita e processamento (DE SOUZA et al., 2021). Entre eles estão os produtos biológicos à base de microrganismos, como: vírus, bactérias e fungos (VIDAL et al., 2021). Entre os insumos biológicos, destaque-se os produtos a base de fungos do gênero *Trichoderma*, por apresentarem versatilidade e potencial para o controle de fitopatógenos, além de atuarem na promoção do crescimento vegetal (ZIN; BADALUDDIN, 2020).

Algumas linhagens de *Trichoderma* são empregadas no controle de fitopatógenos e na promoção do crescimento vegetal, devido a sua capacidade de ação, que engloba mecanismos como parasitismo, antibiose, competição, e atuam como indutores de resistência nas plantas contra doenças. Diante disso, o gênero *Trichoderma* torna-se objeto de extensa pesquisa em condições de laboratório, em casa de vegetação e em campo (MACHADO et al., 2012).

A produção de bioinsumo pode ser realizado por meio da fermentação sólida, cuja base é o uso de cereais ou grãos pré-cozidos como substrato, e consiste em uma técnica simples, pouco automatizada, mas de boa eficiência para obtenção de propágulos (AGUILERA et al., 2020). No Brasil, os resíduos servem como matéria-prima para produção de biofertilizantes comercializados, sendo 60% oriundos da agricultura, 30 % do extrativismo e 10% da indústria urbana, destacando os resíduos sólidos para essa produção (AGRONALYSIS, 2021).

Um meio sólido, de fácil empregabilidade é o arroz para a produção de bioinsumos, uma vez que possibilita uma máxima otimização da produção e é favorável para o rápido crescimento do microrganismo, desde que seja atendida a sua necessidade de oxigenação (AGUILERA et al., 2020).

Além de uma produção eficaz, para o sucesso de um biofungicida é importante o conhecimento de como aplicar o produto, sendo necessária pouca informação sobre a ecologia e a fisiologia de espécies, interações biológicas, ecologia de sistemas e ciclagem de nutrientes, para facilitar a compreensão do agricultor a essa simplificação que afetará a comercialização do bioinsumo (MORANDI; BETTIOL, 2009).

O presente trabalho teve como objetivo a elaboração de um protocolo para a produção de *Trichoderma tawa* 2.6182 em arroz parboilizado.

2. MÉTODOS

A metodologia consiste em quatro etapas, para que ao final seja avaliado o desenvolvimento da esporulação e a viabilidade dos conídios do fungo *T. tawa* 2.6182 em arroz. O arroz utilizado foi do tipo parboilizado comercial, tipo: 1; classe: longo fino; subgrupo: parboilizado polido, podendo ser utilizado como padrão para a produção de conídios fúngicos em larga escala a fim de comparação com os outros substratos. Na 1ª etapa foi realizada a ativação do fungo, na 2ª etapa a esterilização do arroz, na 3ª etapa a inoculação do fungo no arroz e na última etapa a obtenção da concentração e da viabilidade dos conídios. Essa última etapa foi subdividida em quatro etapas, sendo que a 1ª consiste no rendimento, a 2ª na pureza do material, a 3ª no teste de viabilidade e a 4ª na concentração de conídios.

2.1. REATIVAÇÃO DO FUNGO

O fungo utilizado na pesquisa (*Trichoderma tawa* 2.6182) é um endofítico isolado do alburno de *Theobroma grandiflorum* (cupuaçuzeiro) e foi reativado da coleção de microrganismos do Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Acre. O fungo foi reativado utilizando o meio BDA (Batata, Dextrose, Ágar) nas seguintes quantidades: 200g de extrato de batata, 20g de dextrose e 15g de ágar, para 1L de água destilada sem ajuste de pH, e foi mantido durante 7 dias a uma temperatura de 28 °C (AZEVEDO et al., 2010).

2.2. ESTERILIZAÇÃO DO ARROZ

Para a esterilização do arroz utilizou-se 300g de arroz parboilizado, o qual foi submetido ao processo de umidificação em água destilada por um período de 30 minutos e peneirado para a remoção do excesso de água. Posteriormente, o substrato foi acondicionado em sacos plásticos e esterilizado em autoclave a 121 °C por uma hora seguido por dois dias consecutivos.

2.3. INOCULAÇÃO DO FUNGO ENDOFÍTICO NO ARROZ

O pré-inóculo contendo o fungo (Figura 1A) foi preparado em 30ml meio Batata-Dextrose (BD), utilizando frascos Erlenmeyer de 125 ml e logo após incubado em shaker a 100 rotações por minutos (rpm) (Figura 1C) por um período de 72 horas. O fungo foi inoculado nos substratos esterilizados (Figura 1D), e para permitir as trocas gasosas, um filtro composto por um tampão feito de algodão e gaze foi fixado na parte superior dos sacos, com o auxílio de elásticos. O material foi mantido a 28°C por um período de 14 dias. Após o crescimento, os substratos foram transferidos para sacos de papel, selados com grampeadores, e mantidos a 28°C para desidratação. Após esse período, os substratos foram processados em liquidificador industrial. O produto resultante foi submetido ao peneiramento utilizando duas malhas com dimensões diferentes e, posteriormente, pesado (MASCARIN et al., 2019).



Figura 1. Etapas para a inoculação do fungo endofítico no arroz.

Pré-inóculo (A), 30 ml de meio Batata-Dextrose com o fungo endofítico (B), fungo no agitador para ser incubado a 100 (rpm) por 72 horas (C) e sacos contendo o substrato com a solução fúngica (D).

2.5. RENDIMENTO

Para avaliar o rendimento, realizaram-se duas aferições do peso do produto. Primeiramente, registrou-se o peso antes do processamento de cada saco e, em seguida, após o processamento em liquidificador industrial, na qual realizou-se a segunda pesagem do material.

2.6. PUREZA DO MATERIAL

Com o propósito de avaliar potenciais contaminações durante a produção do bioinsumo, procedeu-se a coleta de um grão de arroz de cada saco, os quais foram inoculados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA e as placas foram incubadas a 28 °C por um período de 7 dias (AZEVEDO et al., 2010).

2.7. TESTE DE VIABILIDADE DOS CONÍDIOS

Para avaliar a viabilidade dos conídios, uma solução foi preparada utilizando 2 mL de água destilada e 1 g do produto. Em seguida, a solução de esporos foi homogeneizada em um agitador vortex por 1 minuto. Posteriormente, 30 µL da solução foi inoculada em três pontos da placas de Petri contendo meio BDA, sendo as placas incubadas por um período de 8 horas a 28 °C. Para interromper a germinação e facilitar a observação, uma gota do corante azul de lactofenol foi aplicada em cada ponto de inoculação, seguida pela inserção de uma lamínula. Por fim, procedeu-se à contagem de 100 esporos para avaliação da taxa de germinação (SILVA, 2019). Teste feito em duplicata.

2.8. CONCENTRAÇÃO DE ESPOROS

A determinação da concentração de esporos foi realizada por meio de uma solução, composta por 9 mL de solução Tween 80 (0,01%) e 1 g do produto. Posteriormente, 10 µL dessa solução foi aplicada na câmara de Neubauer e contados para a obtenção da concentração de esporos (EMBRAPA, 2012). Teste feito em triplicata.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. RENDIMENTO

Em média, a cada 300 g de arroz, obteve-se 183,7 g do produto antes do processamento. Após a etapa de processamento, o rendimento médio foi de 136,3 g do bioproduto na forma de pó fino (Tabela 1).

Tabela 1. Rendimento na produção de conídios de *Trichoderma tawa* em arroz antes e após o processamento.

Repetição	Rendimento antes do processamento (g)	Rendimento após o processamento (g)
Saco 1	119	130
Saco 2	216	136
Saco 3	216	143
Média	183,7	136,3

3.2. PUREZA

Com o propósito de verificar a pureza do material, procedeu-se a coleta de um grão de arroz de cada saco antes do processamento, os quais foram inoculados em meio BDA. Este procedimento permitiu a verificação de ausência de contaminação no bioproduto, uma vez que apenas o fungo *Trichoderma tawa* 2.6182 apresentou crescimento nas placas (Figura 2). Os resultados indicam que a fermentação sólida atendeu aos requisitos essenciais para o crescimento e esporulação do fungo, apresentando-se como uma alternativa viável para a produção de um bioinsumo estável e de longa duração (MASCARIN et al., 2019).

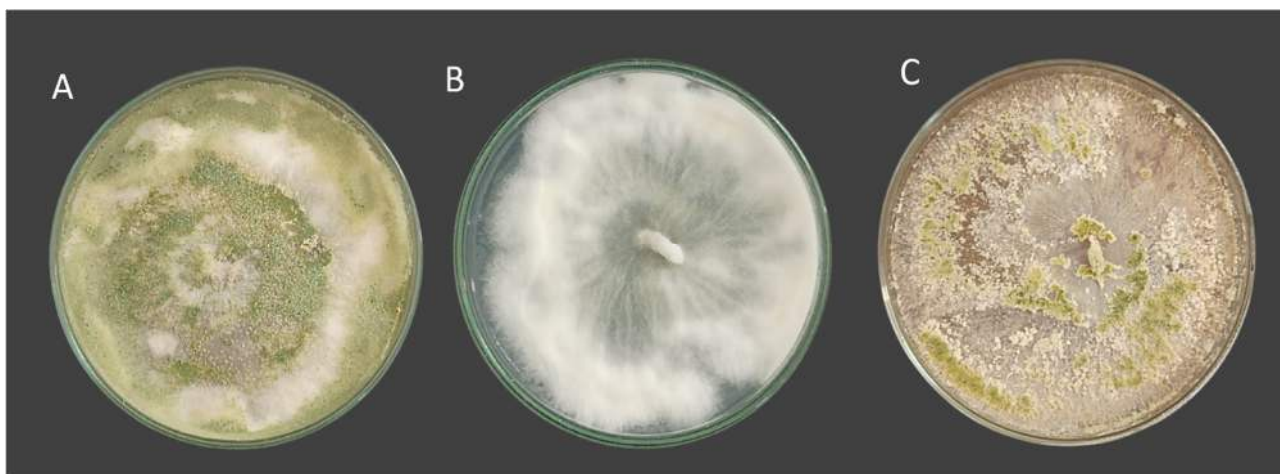


Figura 2. Teste de pureza do fungo *Trichoderma tawa* 2.6182 cultivado em arroz. A) B) e C) representam as três repetições do experimento.

3.3. TESTE DE VIABILIDADE DOS CONÍDIOS

A análise de viabilidade dos conídios do fungo endofítico *T. tawa* 2.6182 revelou uma taxa de germinação de 92% (Figura 3), indicando a estabilidade dos esporos durante todo o processo de produção massal desse fungo. A vida útil de um produto biológico de origem fúngica pode variar de 30 a 180 dias em temperatura ambiente e de 180 a 360 dias quando armazenado em geladeira ou câmara fria, conforme relatado por Morandi e Bettioli (2009). A viabilidade dos esporos fúngicos fundamenta a eficácia do bioinsumo, influenciando na durabilidade e potencial de ação dos produtos biológicos no campo (ROCHA et al., 2024).

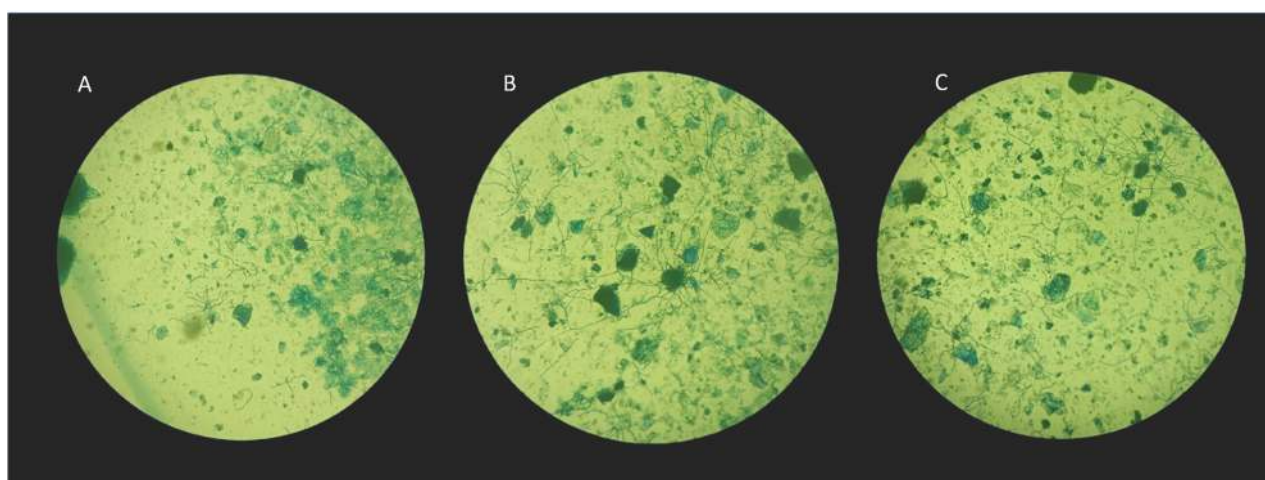


Figura 3. Avaliação da germinação dos conídios do fungo endofítico *Trichoderma tawa* 2.6182.

A) B) e C) representam as repetições 1, 2 e 3.

3.4. CONCENTRAÇÃO DOS CONÍDIOS

Por meio da quantificação de conídios presentes nas três amostras foi possível observar uma concentração em torno de 10^8 esporos por mL (Tabela 2). Resultados similares foram encontrados por Simões (2010), o qual buscou avaliar a produção de propágulos de *T. martiale* utilizando arroz como substrato, e constatou uma variação de 1,53 a $10,1 \times 10^7$ conídios por grama de arroz. Silva (2019) ao realizar a produção de fungos entomopatogênicos alcançou a concentração de 10^8 conídios, o que mostra a eficiência da fermentação sólida para a produção de fungos.

Tabela 2. Avaliação da concentração de conídios de *Trichoderma tawa* 2.6182 cultivados em arroz após o processamento.

Amostra	Concentração de conídios	Volume
Amostra 1	$1,0 \times 10^8$ c/mL	9 mL/Tween 0,01%
Amostra 2	$2,1 \times 10^8$ c/MI	9 mL/Tween 0,01%
Amostra 3	$1,7 \times 10^8$ c/mL	9 mL/Tween 0,01%

4. CONCLUSÃO

A aplicação da fermentação sólida utilizando arroz parboilizado foi eficaz no processo de produção massal dos esporos de *T. tawa* 2.6182. Essa abordagem demonstrou não apenas eficiência no cultivo do fungo, mas também evidenciou que o método empregado manteve viável os conídios fúngicos, bem como obteve-se ótima concentração de esporos para a produção de bioinsumos.

5. REFERÊNCIAS

AGUILERA, J. G. et al. Otimização do método de produção massal de *Trichoderma asperellum* (Ascomycota: Hypocreaceae) em arroz. **Acta biológica catarinense**, v. 7, n. 3, p. 46-58, 2020.

AGROANALYSIS, Equipe. Inovações tecnológicas e bioinsumos. **AgroANALYSIS**, v. 41, n. 7, p. 39-44, 2021.

AZEVEDO, J. L.; ARAÚJO, W. L.; LACAVA, P. T.; MARCO, J.; LIMA, A. O. S.; SOBRAL, J. K.; PIZZIRANI-KLEINER, A. A. Meios de cultura utilizados para o estudo de microrganismos, em: **Pizzirani-Kleiner, A.A. et al. (Eds.)**, Guia prático: isolamento e caracterização de microrganismos endofíticos. CALO, Piracicaba, p. 167, 2010.

DE SOUZA, E. P. et al. Bioinsumos no crescimento e produção de plantas de milho. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 9, p. 82-92, 2021.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **IV Curso Teórico e Prático: avaliação da qualidade de produtos à base de *Trichoderma***. Brasília; 2012, 46 p. Disponível em: http://www.cnpma.embrapa.br/down_site/forum/2012/trichoderma/Apostila_Trichoderma_2012.pdf.>Acesso em: 26/01/2024.

MASCARIN, G. M.; QUINTELA, E. D. Técnica de produção do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* para uso em controle biológico. Embrapa Arroz e Feijão- Documentos. **EMBRAPA**, p. 1-18, 2013.

MASCARIN, G. M. et al. Produção industrial de *Trichoderma*. ***Trichoderma***, p. 255, 2019.

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, Wagner. **Controle biológico de doenças de plantas no Brasil**. In: Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 7-14, 2009.

ROCHA, T. M, et al. Agricultural Bioinputs Obtained by Solid-State Fermentation: From Production in Biorefineries to Sustainable Agriculture. **Sustainability**, v. 16, n. 3, p. 1076, 2024.

SILVA, J. A. **Produção de fungos entomopatogênicos em resíduos da palma de óleo**. 2019.

SIMÕES, M. L. G. **Controle biológico de *Moniliophthora perniciosa*, agente causal da vassoura de bruxa do cacaueteiro, por diferentes espécies e linhagens de *Trichoderma spp.*** (Tese) Doutorado. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 2010.

VIDAL, M. C.; SALDANHA, R.; VERISSIMO, M. A. A. **Bioinsumos: o programa nacional e a sua relação com a produção sustentável**. in: GINDRI, Diego Medeiros; MOREIRA, Patrícia Almeida Barroso; VERISSIMO, Mario Alvaro Aloisio (Org.). Sanidade vegetal: uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável. 1. ed. Florianópolis: CIDASC, 2020. p. 382-409.

VIDAL, M. C. et al. **Bioinsumos: a construção de um Programa Nacional pela Sustentabilidade do Agro Brasileiro**. *Economic Analysis of Law Review*, v. 12, n. 3, p. 557-574, 2021.

ZIN, N. A.; BADALUDDIN, N. A. **Funções biológicas de *Trichoderma spp.* para aplicações agrícolas**. *Anais de Ciências Agrárias*, v. 65, n. 2, p. 168-178, 2020.

USO E A OCUPAÇÃO DA TERRA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ SÃO FRANCISCO, RIO BRANCO, AC

**Girlene Lima de Araújo¹, Beatriz Silva Nascimento¹, José Genivaldo do Vale Moreira¹,
Rodrigo Otávio Peréa Serrano¹**

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia (PPGCITA) da Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

As Áreas de Preservação Permanentes (APPs) desempenham papel fundamental para a manutenção dos recursos hídricos, cuja preservação é relevante. O objetivo do trabalho foi analisar o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, que é um dos principais cursos d'água na cidade de Rio Branco, com destaque às APPs. A bacia do Igarapé São Francisco foi delimitada através do Satélite SRTM 1, com a área total de 452,87 Km². As faixas de ocupação foram consideradas segundo a normativa constante no arcabouço do Novo Código Florestal (Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012). Para as faixas *non aedificandi*, definiu-se com 100 m no curso principal e de 30 m nos afluentes. A classificação dos usos foi realizada a partir do mapa bioma 2021, com as seguintes classes: Floresta, Formação Natural (não floresta), Agropecuária, Área não vegetada, Corpos d'água. Os resultados permitiram concluir que o uso destinado à Agropecuária está ocupando 58,58% da área total da bacia, com a área de floresta ocupando a segunda posição, com 30,79%. As demais formas perfazem 10,63%. Sendo assim, considera-se que, caso não haja intervenção, especialmente no tocante à recuperação das APPs, por exemplo, a bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco deve continuar sendo afetada com os impactos negativos da dinâmica de ocupação e outros fatores. A metodologia de delimitação automática utilizada no estudo mostrou-se eficaz, possibilitando a conformidade das propriedades com as diretrizes da legislação florestal em vigor de maneira precisa e ágil.

Palavras-chave: Áreas de preservação permanente, Dinâmica de ocupação e Impactos ambientais.

ABSTRACT

Permanent Preservation Areas (PPAs) play a fundamental role in maintaining water resources, and their preservation is important. The aim of this study was to analyse land use and occupation in the São Francisco Stream basin, which is one of the main watercourses in the city of Rio Branco, with an emphasis on PPAs. The São Francisco Stream basin was delimited using the SRTM 1 satellite, with a total area of 452.87 km². The occupation bands were considered in accordance with the regulations contained in the New Forest Code (Law No. 12,651 of 25 May 2012). The *non aedificandi* strips were defined as 100 metres on the

main course and 30 metres on the tributaries. Uses were classified using the 2021 biome map, with the following classes: Forest, Natural Formation (non-forest), Agriculture, Non-vegetated area, Bodies of water. The results show that agricultural use occupies 58.58% of the basin's total area, with forest occupying second place with 30.79%. The other forms make up 10.63%. It is therefore considered that if there is no intervention, especially with regard to the recovery of APPs, for example, the Stream São Francisco basin should continue to be affected by the negative impacts of occupation dynamics and other factors. The automatic delimitation methodology used in the study proved to be effective, enabling properties to comply with the guidelines of the forestry legislation in force in a precise and agile manner.

Keywords: Watershed management, Occupation dynamics and Environmental impacts.

1. INTRODUÇÃO

O processo de ocupação e urbanização às margens dos cursos d'água é capaz de promover significativas mudanças à dinâmica dos processos que atuam na bacia hidrográfica, potencializando instabilidade tanto de natureza social e ambiental quanto econômica (ALENCAR et al., 2023).

Entre muitos fatores, o processo de urbanização se destaca entre os contribuintes para mudanças nas condições físicas e hidrológicas da bacia hidrográfica. Adicionalmente, pode potencializar exposições e/ou vulnerabilidades, comprometendo os pilares da segurança hídrica e, por conseguinte, as métricas estabelecidas pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), incluídos na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU). Adicionalmente, pode comprometer o equilíbrio no que tange à oferta e a gestão dos recursos hídricos, sobretudo no contexto de mudanças climáticas, que exigem ações cada vez mais racionais frente aos impactos sobre as variáveis hidrológicas (COSTA et al., 2012; MONTEFUSCO et al., 2023; NASCIMENTO et al., 2023).

De acordo com Montefusco et al. (2023), a segurança hídrica envolve a garantia do acesso à água em quantidade e qualidade, satisfazendo a presente e futuras gerações, a manutenção dos ecossistemas, além incluir os efeitos das mudanças climáticas e dos eventos extremos.

Dessa forma, evidencia-se a necessidade de uma gestão racional dos recursos hídricos, especialmente no meio urbano, de modo a não comprometer o abastecimento, bem como outras atividades que demandam tal recurso. Neste contexto, as áreas de preservação permanente (APPs) desempenham papel fundamental para o equilíbrio hídrico bem como atenuam os impactos de ações como a ocupação desordenada (GARCIA; LONGO, 2020).

Nesta conformidade, o objetivo do trabalho foi analisar o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, que é um dos principais cursos d'água na cidade de Rio Branco, com destaque àquelas incluídas como APPs. O estudo se justifica porque, mesmo diante de inúmeros trabalhos voltados a analisar a dinâmica envolvida na bacia hidrográfica em questão, os resultados encontrados constituem elementos importantes à tomada de decisão, especialmente no que tange à gestão dos recursos hídricos em escala regional, bem como para a implementação de políticas habitacionais eficientes.

2. MÉTODOS

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, localizada entre os municípios de Bujari e Rio Branco. O Igarapé São Francisco é tributário à margem esquerda do Rio Acre que, por sua vez, compõe a bacia hidrográfica do Rio Purus, ambos incluídos na Bacia Amazônica (ARAÚJO et al., 2020; ANDRADE et al., 2022).

Nasce nos limites do município de Bujari e desagua no perímetro urbano de Rio Branco, percorrendo boa parte da cidade (ARAÚJO et al., 2020; ANDRADE et al., 2022).

A bacia do Igarapé São Francisco foi delimitada através do Satélite SRTM 1, com a área total de 452,87 Km². As faixas de ocupação foram consideradas segundo a normativa constante no arcabouço do Novo Código Florestal (Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012). Para as faixas *non aedificandi*, definiu-se com 100 m no curso principal e de 30 m nos afluentes. A classificação dos usos foi realizada a partir mapa bioma 2021, com as seguintes classes: Floresta, Formação Natural (não floresta), Agropecuária, Área não vegetada, Corpos d'água.

A figura 1 exibe um mapa de localização da bacia hidrográfica destacada no presente estudo.

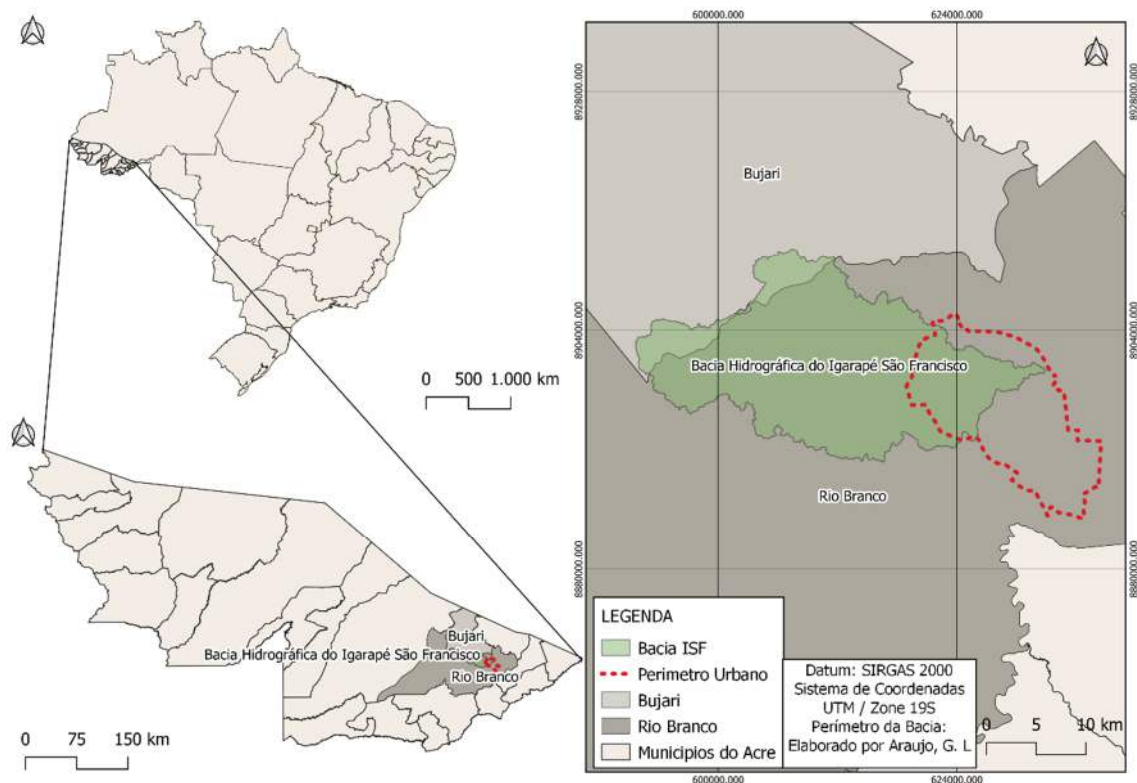


Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados permitiram concluir que, na bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, o uso destinado à Agropecuária está ocupando 58,58% da área total, com a área de floresta ocupando a segunda posição, com 30,79%. As demais formas perfazem 10,63%. Na Tabela 1 se exhibe o quantitativo proporcional para as classes de uso e ocupação do solo na bacia em estudo.

Tabela 1: Proporção do uso e ocupação na bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, em Rio Branco, Acre.

Classe	Descrição	Percentual da classificação
1	Floresta	30,79%
2	Formação Natural	1,13%
3	Agropecuária	58,58%
4	Área não vegetada	7,27%
5	Corpos d' água	2,23%
Total		100%

A figura 2 apresenta um mapa em que se destaca a área ocupada por cada classe de uso e ocupação do solo utilizada no presente estudo.

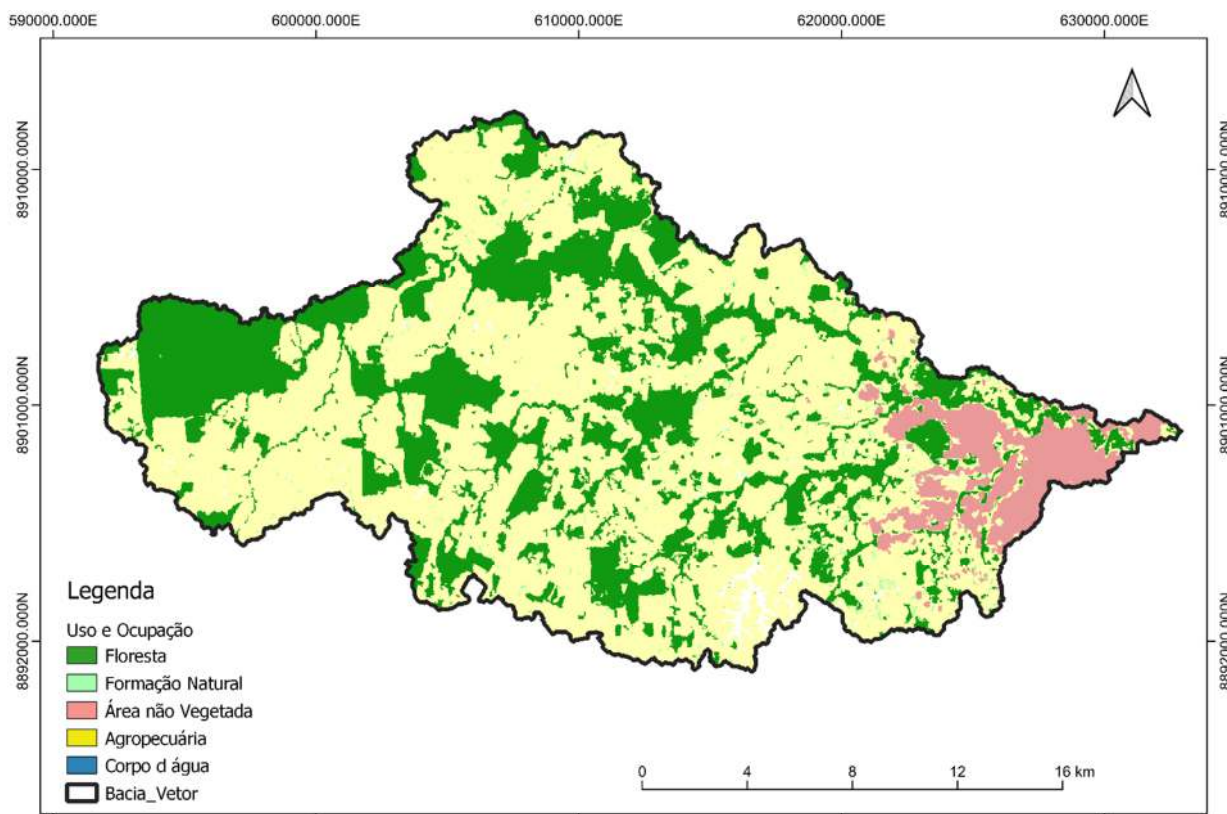


Figura 2. Mapa por classes de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, em Rio Branco, Acre.

Os resultados encontrados no presente estudo destacam que, na bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, o uso e ocupação do solo destinado a pastagem apresenta a maior proporção, os quais se assemelham àqueles estimados por Andrade et al. (2022). Os referidos autores destacam que a maior parte das mudanças ocorridas ao longo da bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco são provenientes de ações antrópicas.

Nesta perspectiva, o trabalho realizado por Dueti et al. (2023) apresenta como parte de suas conclusões que, na região do Acre, há uma tendência de conversão em grandes áreas de pastagens por efeito da venda de pequenos lotes. Dessa forma, tem-se como corolário uma das possíveis justificativas para que o uso destinado a agropecuária apresente maior proporção na bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco.

Voltando-se às APPs os resultados para as duas faixas analisadas apresentam proporções semelhantes àqueles encontrados para a área total da bacia hidrográfica em análise. Para o canal principal, considerando-se 100 m para a faixa *non aedificandi*, sua área corresponde a 22,6% da área total da bacia hidrográfica analisada, sendo que os usos destinados à agropecuária e floresta evidenciam as maiores proporções, com 54,99% e 33,05%, respectivamente (Tabela 2).

Resultados semelhantes foram encontrados para a faixa *non aedificandi* com 30 m, atribuída aos afluentes, que corresponde a 77,4% da área total da bacia. Nada obstante, o percentual destinado à agropecuária é próximo de 60% (Tabela 2).

Tabela 2. Proporção do uso e ocupação nas APPs da bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, em Rio Branco, Acre.

Classe	Descrição	100m	% classificação	30m	% classificação
1	Floresta	33,35	33,05%	104,29	30,13%
2	Formação Natural	0,24	0,23%	4,82	1,39%
3	Agropecuária	55,49	54,99%	206,40	59,63%
4	Área não vegetada	11,77	11,66%	20,73	5,99%
5	Corpos d' água	0,07	0,07%	9,89	2,86%
Total		100,92	100,0%	346,135	100,00%

Nas figuras 3A e 3B são exibidas as classes de uso e ocupação em APPs, na bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, tanto para o canal principal (A – faixa de 100 m) e para os afluentes (B – faixa de 30 m).

Nesta conformidade, verifica-se tendência semelhante para as APPs ao que se estimou para a área total da bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, evidenciando a carência de políticas voltada ao monitoramento quanto à destinação das áreas ocupadas na bacia em análise. Isso potencializa a instabilidade tanto de natureza social e ambiental quanto econômica (ALENCAR et al., 2023; DUETI et al., 2023).

Além disso, de acordo com Oliveira et al. (2016), o processo de urbanização implicada em alterações significativas no meio ambiente e, por conseguinte, nas vertentes social e econômica, mais claramente nas condições da bacia hidrográfica como um todo. Daí a promoção de alterações no processo de impermeabilização e consequente alteração na dinâmica do volume do escoamento superficial, podendo apresentar-se em excesso ou em déficit.

Neste contexto, pode-se favorecer à ocorrência de eventos extremos, cujos impactos podem ser danosos, sobretudo sobre as populações mais vulneráveis, indo de encontro às técnicas racionais de gestão e conservação dos recursos naturais, bem como às necessidades emergentes dos ODS.

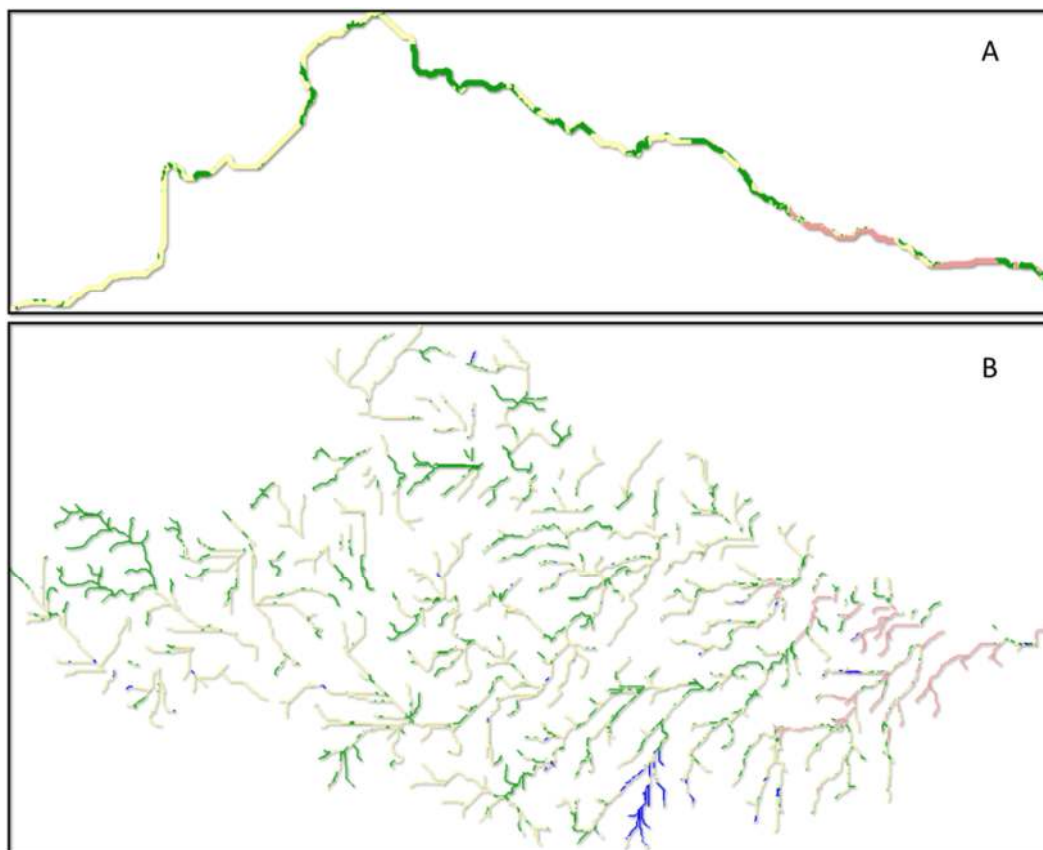


Figura 3: Classes de uso e ocupação do solo de APPs na bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, em Rio Branco, Acre.
A: faixa de 100 m; B: faixa de 30 m.

Sendo assim, considera-se que, caso não haja intervenção como recuperação das APPs, por exemplo, a bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco deve continuar sendo afetada com os impactos negativos da dinâmica de ocupação e outros fatores.

4. CONCLUSÃO

A consecução do presente estudo permitiu concluir que, na bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, o uso destinado à Agropecuária e de floresta apresentam as maiores proporções, tanto para a área geral quanto para as APPs.

Considera-se que, caso não haja intervenção, especialmente no tocante à política de recuperação e manutenção das APPs, por exemplo, a bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco deve continuar sendo afetada negativamente pelos efeitos da dinâmica de ocupação e outros fatores, potencializando os impactos decorrentes de eventos extremos, em especial os de natureza hidrológica.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPq pelo apoio a esta pesquisa. Agradecem ainda o Mapa Biomas pela disponibilização dos dados.

6. REFERÊNCIAS

ALENCAR, U. C.; NASCIMENTO, E. S.; VIEIRA JOSÉ, J.; MOREIRA, J. G. V.; OLIVEIRA, K. A.; LEITE, K. N. Dinâmica de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Juruá, Amazônia Ocidental. **Uáquiri**, v. 05, n. 01, p. 163-175, 2023.

ANDRADE, G. B.; ROCHA, K. S.; HID, A. R.; DUETI, L. S. M.; REIS, F. S. Análise espaço temporal das alterações de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, Rio Branco-Acre-Brasil (2001-2021). **Uáquiri**, v. 04, n. 02, p. 139-151, 2022.

ARAÚJO, R. M. G.; SANTOS, J. A. R.; GHIDINI, A. R.; SANTOS, L.; PEREIRA, P. P. S.; SANTOS, L. A. Diagnóstico da integridade ambiental de trechos de um igarapé por meio de protocolo de avaliação rápida – Rio Branco, AC. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 9, n. 4, p. 028-038, 2020.

COSTA, F. S.; ALONSO, J. M.; ARNAUD-FASSETA, G.; MARQUES, A. As grandes cheias de Ponte de Lima, uma abordagem metodológica à análise do risco de inundação na perspectiva da diretiva relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundação. **Revista Geonorte**, v. 1, n. 4, p. 487-500, 2012.

DUETI, L. S. M.; ROCHA, K. S.; ARAÚJO, A. A. Dinâmica de exploração da atividade agropecuária em assentamentos rurais: estudo de caso da gleba F do projeto de assentamento Pedro Peixoto – Acre. *In*: Simpósio brasileiro de Sensoriamento Remoto, 20., 2023, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: INPE-Florianópolis, abr. 2023.

GARCIA, J. M.; LONGO, R. M. Análise de impactos ambientais em área de preservação permanente (APP) como instrumento de gestão em rios urbanos. **Revista Cerrados**, v. 18, n. 1, p. 107-128, 2020.

MONTEFUSCO, C. L. A.; CRUZ, W. M.; TAMWING, D. S.; SERRANO, R. O. P.; MOREIRA, J. G. V. Relação da demanda por água e disponibilidade hídrica do rio Acre frente ao

crescimento populacional do município de Rio Branco, Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 05, p. 2920-2940, 2023.

NASCIMENTO, B. S.; ARAUJO, G. L.; MESQUITA, A. A.; SERRANO, R. O. P.; MOREIRA, J. G. V. Aproveitamento de água da chuva para fins potáveis e não potáveis: percepção dos usuários da Universidade Federal do Acre – UFAC. **Uáquiri**, v. 05, n. 02, p. 110-130, 2023.

OLIVEIRA, F. A.; ARANTES, C. Q.; OLIVEIRA, J. A.; PEREIRA, T. S. R.; FORMIGA, K. T. M. Determinação do limite da faixa de inundação com o uso do HEC-RAS para parque linear do córrego Macambira em Goiânia, Goiás. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 11, n. 1, p. 47-66, 2016.

CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO E MONITORAMENTO DO DESMATAMENTO NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ SÃO FRANCISCO COM GOOGLE EARTH ENGINE

Rodrigo Rummenige Ribeiro de Araújo¹, Ana Pâmela Tavares Mendonça¹ e Symone
Maria de Melo Figueiredo¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

As ações humanas geram impactos significativos no ambiente terrestre, desencadeando processos que frequentemente desequilibram ecossistemas. A utilização inadequada do solo tem o potencial de ocasionar uma variedade de problemas ambientais, incluindo mudanças climáticas, perturbações no ciclo hidrológico e erosão do solo. A classificação de imagens de sensoriamento remoto é crucial para interpretar, analisar e monitorar alterações na cobertura da Terra. Sendo assim, este trabalho objetivou caracterizar o uso e ocupação do solo na microbacia hidrográfica do igarapé São Francisco, através de algoritmos de classificação por intermédio da plataforma Google Earth Engine (GEE). A área de estudo possui aproximadamente 45.085,00 hectares, abrangendo dois municípios do Estado do Acre. A microbacia tem grande importância no contexto histórico e atual da região, sendo que quaisquer alterações nesse âmbito afetam direta e indiretamente a sociedade circunvizinha. Para a classificação, foram utilizadas imagens do sensor MSI do satélite Sentinel-2, coleção harmonizada. O algoritmo de classificação empregado foi o Random Forest. Foram mapeadas as seguintes classes: floresta, água, pastagem, solo exposto e área urbanizada. Os resultados indicaram que a paisagem é predominantemente ocupada por pastagem (42,88%) e floresta (38,18%), as áreas urbanizadas representam 9,80%, e as outras classes somaram aproximadamente 9,1% da área estudada. A expansão da atividade agropecuária foi identificada como precursora da conversão de florestas em áreas desflorestadas. A compreensão da dinâmica do uso e cobertura do solo é essencial para orientar políticas eficazes que busquem equilibrar o desenvolvimento humano e a conservação ambiental.

Palavras-chave: Dinâmica de Paisagens, Cobertura do Solo, Classificação Supervisionada, Sensoriamento Remoto e Amazônia.

ABSTRACT

Human actions generate significant impacts on the terrestrial environment, triggering processes that often unbalance ecosystems. Inappropriate land use has the potential to cause a variety of environmental problems, including climate change, disruptions in the hydrological cycle and soil erosion. Classifying remote sensing images is crucial for interpreting, analyzing and monitoring changes in Earth's coverage. Therefore, this work

aimed to characterize land use and occupation in the São Francisco igarapé watershed, using classification algorithms using the Google Earth Engine (GEE) platform. The study area has approximately 45,085.00 hectares, covering two municipalities in the State of Acre. The microbasin is of great importance in the historical and current context of the region, and any changes in this area directly and indirectly affect the surrounding society. For the classification, images from the MSI sensor of the Sentinel-2 satellite, harmonized collection, were used. The classification algorithm used was Random Forest. The following classes were mapped: forest, water, pasture, exposed soil and urbanized area. The results indicated that the landscape is predominantly occupied by pasture and forest, urbanized areas represent 9.80%, and the other classes account for approximately 9.1% of the scientific area. The expansion of agricultural activity was identified as a precursor to the conversion of forests into deforested areas. Understanding the dynamics of land use and land cover is essential to guide effective policies that seek to balance human development and environmental conservation.

Keywords: Landscape Dynamics, Soil Cover, Supervised Classification, Remote Sensing and Amazon.

1. INTRODUÇÃO

A Amazonia é o maior bioma brasileiro, com uma área de 5.015.067,86 km², ocupando cerca de 49,5% de todo o território nacional; é onde se situa a maior bacia hidrográfica, com o maior volume de água doce do planeta (SALGADO, 2019).

As mudanças na temperatura e na distribuição das chuvas na floresta Amazônica têm ocasionado preocupação em toda comunidade científica (MATRICARDI, 2013). Estudos relevam que as perdas de floresta possuem um forte impacto sobre os ciclos da água, a conversão de florestas em outras classes de cobertura do solo, ocasionam mudanças drásticas nos padrões pluviométricos, haja visto que mais da metade das chuvas da Amazônia são atribuídas a ciclagem da água através das florestas (MELO & ARTAXO, 2020).

O ciclo hidrológico é um sistema global praticamente autossuficiente, sendo influenciado pela radiação solar, força gravitacional e rotação terrestre. Contudo, as atividades humanas têm provocado alterações nesse ciclo, comprometendo assim, sua estabilidade (MANSANO & SERRANO, 2023).

Yang, Yang e Xia (2021) destacam que as atividades humanas, especialmente aquelas vinculadas aos processos de urbanização e desenvolvimento socioeconômico, estão intrinsecamente associadas ao desequilíbrio hidrológico. Contribuindo para a intensificação e ocorrência de eventos extremos como enchentes e secas.

Os estudos de uso e ocupação do solo desempenham um papel crucial na compreensão e identificação de mudanças ambientais decorridas em bacias hidrográficas. Nesse sentido, a classificação de imagens de sensoriamento remoto é uma ferramenta essencial para a interpretação, análise e monitoramento das alterações na cobertura da Terra (ANDRADE et al., 2022).

A plataforma de processamento em nuvem *Google Earth Engine* (GEE) utiliza recursos computacionais de alta performance, dispensando a necessidade de baixar os dados a serem processados, permitindo a análise de grandes regiões espaciais em larga escala, facilitando o monitoramento extensivo do desflorestamento e a compreensão da dinâmica da paisagem (FLOREANO; MORAES, 2021).

Diante do contexto, este trabalho objetiva caracterizar o uso e ocupação do solo na microbacia hidrográfica do igarapé São Francisco, através de algoritmos de classificação supervisionada por intermédio plataforma *Google Earth Engine* (GEE).

2. MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O igarapé São Francisco é um afluente do Rio Acre, com cerca de 53,5 km de extensão e uma área de aproximadamente 45.085 hectares. Sua nascente está localizada na divisa entre os municípios de Rio Branco e Bujari, desaguando no rio Acre a jusante da área urbana de Rio Branco. A microbacia (Figura 1) apresenta elevado grau de degradação devido aos processos de ocupação irregular em sua área de preservação permanente (APP), resultando na supressão da mata ciliar ao longo de seu curso d'água (NASCIMENTO et al., 2013).

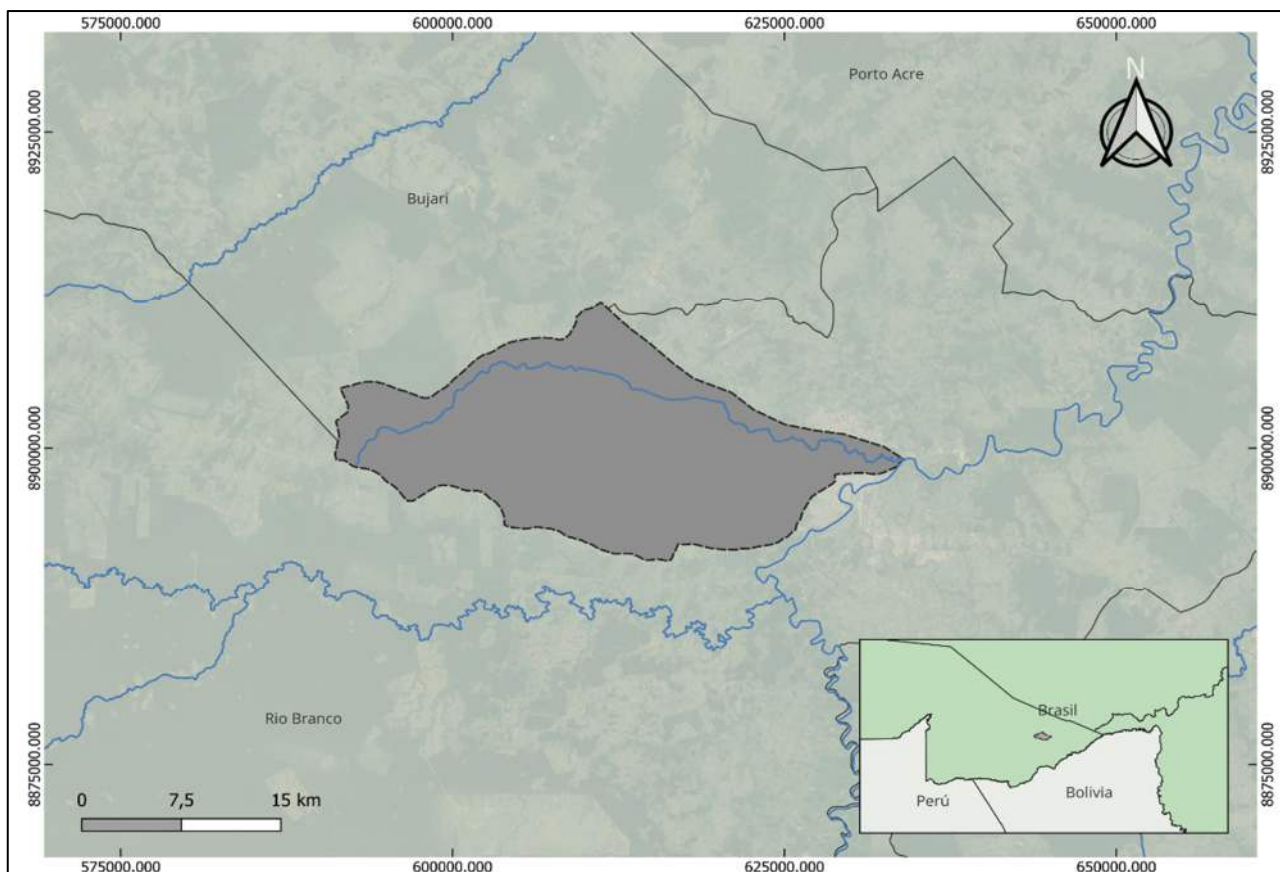


Figura 4. Mapa de localização da microbacia hidrográfica do Igarapé São Francisco.

2.2. AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DAS IMAGENS

Foram utilizadas imagens referentes ao período de janeiro a dezembro do ano de 2022, oriundas do satélite multibandas Sentinel 2. A aquisição de dados foi realizada por meio da plataforma de processamento em nuvem *Google Earth Engine* (GEE), coleção “*Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A*”, com cobertura de nuvens $\leq 10\%$, para a área de estudo previamente definida. O conjunto apresenta resolução espacial com bandas de 10 metros (visível e NIR: *near infrared*), 20 metros (*red edge* e SWIR: *short-wave infrared*), e 60 metros (atmosféricas). Nesse estudo foram utilizadas as bandas correspondentes a resolução espacial de 10 metros (bandas 2, 3, 4 e 8).

2.3. CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS MULTIESPECTRAIS

Com o objetivo de classificar a área de estudo, foram empregados procedimentos para uma classificação supervisionada. Conforme descrevem Richards e Jia (2006), a

classificação supervisionada é um mecanismo amplamente utilizado para análises quantitativas de dados de sensoriamento remoto. Essa técnica utiliza algoritmos de aprendizado de máquina para atribuir rótulos a regiões específicas de uma imagem, com o intuito de representar diferentes categorias de uso do solo.

Como algoritmo classificador, utilizou-se o *Random Forest*. Segundo Breiman (2001), este algoritmo de aprendizado de máquina, faz a predição de resultados tendo por base um conjunto de árvores de decisão criadas aleatoriamente com as informações relevantes para a classificação. Estas árvores são estruturadas fundamentando-se no melhor arranjo de decisão para a explicação de determinada informação. Após a estruturação de um número significativo de árvores, cada classificador gerado é empregado no processo de votação por meio da seleção da classe com a maior probabilidade de ocorrência (CERVANTES et al., 2020).

As classes de ocupação do solo foram definidas em função das suas características espectrais, são elas: (I) vegetação arbórea, (II) pastagem, (III) solo exposto, (IV) área urbanizada e (V) água.

A eficácia de um algoritmo de classificação depende da precisão da estimativa do vetor médio e da matriz de covariância de toda classe espectral, ou seja, a acurácia da classificação está relacionada à quantidade de pixels nas amostras de treinamento que abastecem a matriz de covariância (SHIBA et al., 2005). Portanto, utilizou-se 60 amostras de treinamento para cada classe de ocupação do solo, totalizando assim, 300 amostras de aprendizado.

2.4. AVALIAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO

Diferentes métricas de desempenho são utilizadas para avaliar algoritmos de classificação, medindo e comparando a sua performance de classificação em relação ao conjunto de dados de entrada (POWERS, 2011). Estas métricas permitem identificar os erros e inconsistências relacionadas a classificação, conferindo confiabilidade e precisão aos resultados.

Para validar a classificação, utilizou-se como verdade de campo imagens Planet NICFI com 4,77m de resolução espacial, objetivando o cálculo das seguintes métricas: acurácia e coeficiente de Kappa.

O índice de Kappa, utiliza uma técnica de estatística multivariada que considera todos os elementos da matriz de confusão (CONGALTON, 1991), avaliando a concordância entre

a classificação obtida e os dados de referência (verdade). Os valores de desempenho de classificação baseados nesta métrica variam de 0 (péssimo) a 1 (excelente) (Landis e Koch, 1977).

Tabela 1. Desempenho da classificação segundo o coeficiente Kappa.

Coeficiente Kappa	Desempenho
< 0%	Muito Fraco
0% - 20%	Fraco
21% - 40%	Razoável
41% - 60%	Moderado
61% - 80%	Considerável
81% - 100%	Muito bom

Fonte: Landis e Koch (1977)

Congalton e Green (2009) afirmam que a acurácia de uma classificação temática visa avaliar a qualidade da classificação em relação à rotulagem das classes, conferindo maior qualidade as informações constantes no mapa, possibilitando a detecção e correção de possíveis fontes de erros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que a paisagem é predominantemente ocupada por pastagem, abrangendo 19.331,30 hectares, cerca de 42,88% de toda a área mapeada (Figura 2 e Tabela 2). A classe de floresta é a segunda maior abrangente, correspondendo a 38,18% da cobertura. As áreas urbanizadas compreenderam 9,80% do mapeamento, tendo em vista a inserção da microbacia em ambiente urbano-antropizado. As demais classes corresponderam a aproximadamente 9,1% da área estudada.

A expansão descontrolada das atividades agropecuárias é desafio ambiental premente, podendo acelerar os processos de degradação ambiental e contribuir para a intensificação de eventos extremos no leito da microbacia. Neste sentido é fundamental a implementação de estratégias sustentáveis para a recuperação e preservação da integridade ecológica da microbacia.

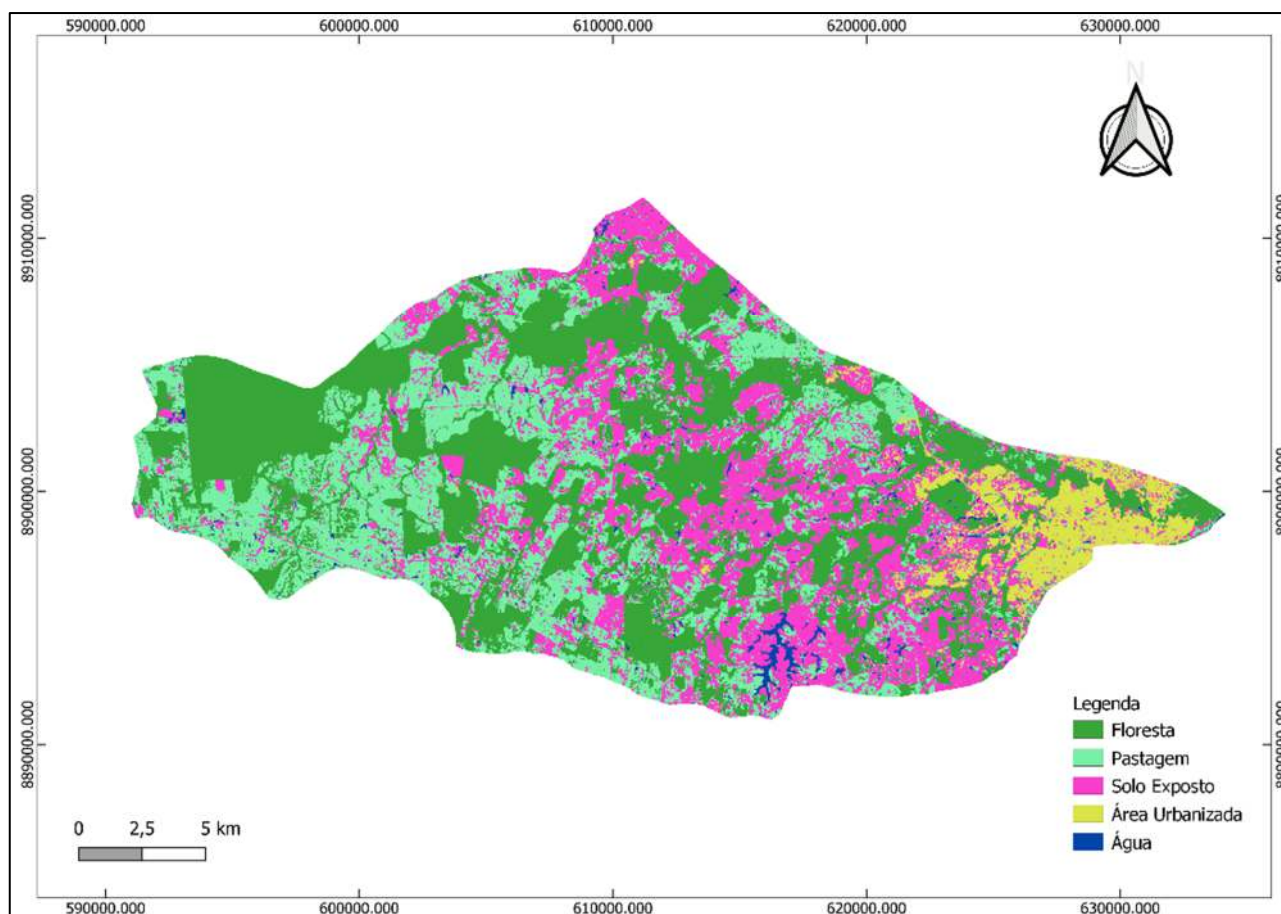


Figura 5. Classificação supervisionada do uso e cobertura do solo na microbacia hidrográfica do Igarapé São Francisco.

Tabela 2. Porcentagem das classes de mapeamento conforme classificação supervisionada.

Classes de mapeamento	Área (ha)	Percentual (%)
Vegetação Arbórea (Floresta)	17.199,00	38,15
Pastagem	19.331,30	42,88
Solo Exposto	3.516,84	7,80
Área Urbanizada	4.418,28	9,79
Água	620,37	1,38
Total	45.085,79	100

Para compreender a dinâmica da conversão de áreas florestadas em outras classes de ocupação do solo, foram utilizados dados da coleção *Hansen Global Forest Change*, também disponíveis no GEE. Esses dados revelaram um aumento nas taxas de perda de áreas de floresta, especialmente a partir do ano de 2019 (Figura 3). A expansão da atividade agropecuária foi identificada como um dos principais impulsionadores dessa conversão. Tal fato é resultado do aumento dos investimentos nesse setor e do grande número de estabelecimentos rurais na região.

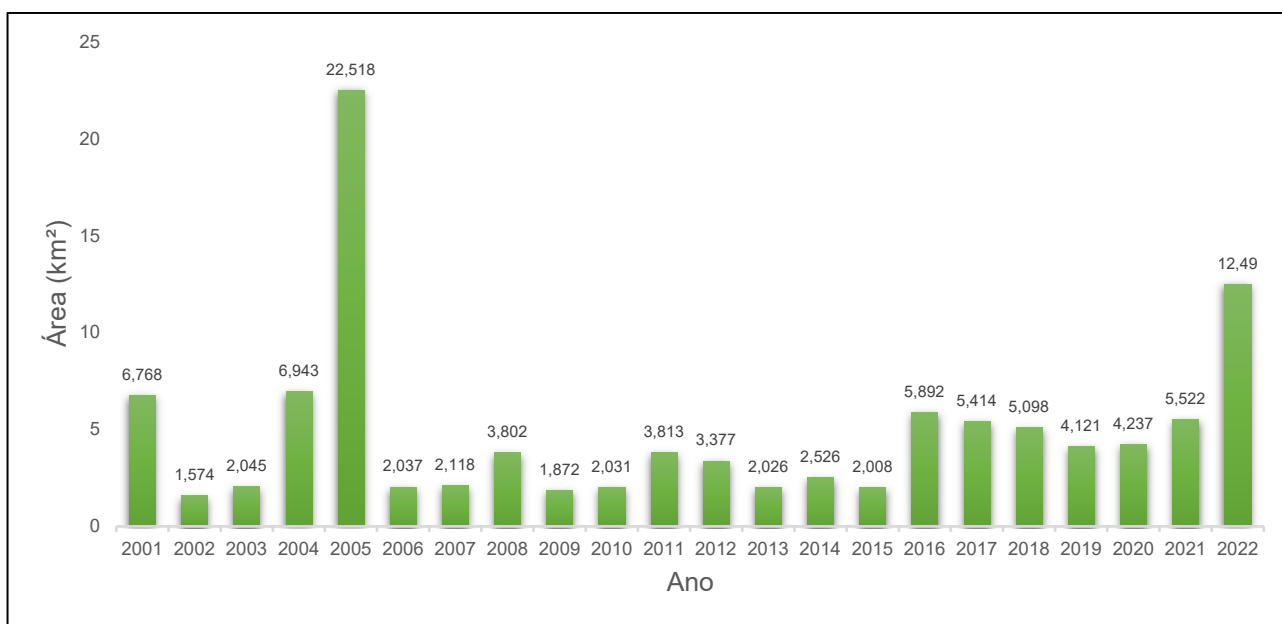


Figura 3. Perda de Área Florestal na Microbacia Hidrográfica do Igarapé São Francisco.
Fonte: coleção Hansen Global Forest Change

Para validação do mapeamento, utilizou-se as métricas de acurácia e índice Kappa. Os resultados revelaram uma acurácia de 93% e um índice de Kappa de 89%, demonstrando um bom desempenho do algoritmo na classificação das classes temáticas juntamente ao conjunto de amostras de treino.

4. CONCLUSÃO

Os resultados alcançados indicam que a metodologia proposta neste estudo, possui potencial efetivo para identificar, mapear e quantificar as áreas de conversão de florestas, consistindo assim, uma importante ferramenta para gestão e tomada de decisões por parte

os órgãos ambientais. Além de fornecer uma visão detalhada do panorama de uso e ocupação do solo resultante da complexa interação humana no ambiente da microbacia hidrográfica do igarapé São Francisco. A compreensão desses padrões de uso e ocupação do solo é essencial para orientar políticas eficazes que promovam um equilíbrio entre o desenvolvimento humano e a conservação ambiental.

5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, G. B.; ROCHA, K. S.; HID, A. R.; DUETI, L. S. M.; REIS, F. S. Análise Espaço Temporal das Alterações de Uso e Cobertura da Terra na Bacia do Igarapé São Francisco, Rio Branco – Acre - Brasil (2001 - 2021). **UÁQUIRI - PPGGEO**, v. 04, n. 02, p. 139-151, 2022.

BREIMAN, L. Random Forests. **Machine Learning**, v. 45, n. 1, p. 5-32, 2001.

CERVANTES, J. et al. A comprehensive Survey on Support Vector Machine Classification: Applications, challenges and trends. **Neurocomputing**, v. 408, p. 189-215, 2020.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices / Russell G. Congalton and Kass Green. 2ª ed., Boca Raton, FL, 2009. ISBN 978-1-4200-5512-2

CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v. 37, n. 1, p. 35-46, 1991. DOI: 10.1016/0034-4257(91)90048-b.

FLOREANO, I. X.; MORAES, L. A. F. Land use/land cover (LULC) analysis (2009-2019) with Google Earth Engine and 2030 prediction using Markov-CA in the Rondônia State, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 193, n. 4, p. 1-17, 2021.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

MANSANO, A. P.; SERRNO, R. O. P. Mapeamento da área de inundação da bacia do Igarapé São Francisco – AC em março de 2023 no contexto Agenda 2030. **Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável**, v. 2, n. 06, 2023. ISSN 2764-6769.

MATRICARDI, E. A. T. et al. Assessment of forest disturbances by selective logging and forest fires in the Brazilian Amazon using Landsat data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 34, p. 1057-1086, 2013.

MELLO, N. G. R. de; ARTAXO, P. Evolução do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal. **Revista Do Instituto de Estudos Brasileiros**, n. 66, p. 108, 2017. DOI: 10.11606. ISSN 2316-901x.v0i66p108-129.

NASCIMENTO, I. C.; SANTOS, W. L. S.; LIRA, E. M.; ARCOS, F. O. Caracterização Morfométrica como Base para o Manejo da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Acre. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.06, n.02 (2013) 170-183.

POWERS, D. M. Evaluation: from precision, recall and f-measure to roc, informedness, markedness and correlation. **Bioinfo Publications**, 2011.

RICHARDS, J. A.; JIA, X. **Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction**. 4ª edição, Springer, Berlim, Alemanha, 2006.

SALGADO, C. B. **Emprego de séries temporais na Amazônia: análise de imagens MODIS e RADAR para mapeamento de uso e ocupação do solo no Estado do Acre**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

YANG, D.; YANG, Y.; XIA, J. Hydrological cycle and water resources in a changing world: A review. **Geography and Sustainability**, v. 2, n. 02, 2021.

RELAÇÃO DA DEMANDA POR ÁGUA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO RIO ACRE FRENTE AO CRESCIMENTO POPULACIONAL DO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO, ACRE, BRASIL

Carolina de Lima Accorsi Montefusco¹, Wilians Montefusco da Cruz², Rodrigo Otávio Peréa Serrano³ e José Genivaldo do Vale Moreira³

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET), Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), Rio Branco, Acre, Brasil;
3. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia (PPGCITA) da Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

O rio Acre é um manancial de fundamental importância para a população de Rio Branco, pois é por meio dele que é realizada a captação de água para abastecimento da cidade. O presente estudo avaliou o comportamento da dinâmica entre a demanda e oferta hídrica frente ao crescimento populacional até o ano de 2040. Estimou-se a demanda por água com base em dados censitários do IBGE e do SNIS, utilizando respectivamente, a população futura, por meio de projeção aritmética, e o consumo *per capita* de água para a cidade com valor de 160 l/hab.dia. Quanto à disponibilidade hídrica, estimou-se as vazões mínimas entre 2020-2040 com base nos dados fluviométricos da ANA entre 1970-2020, em um modelo de regressão linear. Comparando-se a demanda com a disponibilidade hídrica, segundo a vazão de referência Q_{90} , observou-se que o manancial possui vazão suficiente para atender até 2040. Sendo assim, foi estudado o volume de captação pela concessionária a fim de compreender os problemas enfrentados pela população, principalmente na época de estiagem, como racionamento e desabastecimento. Verificou-se que o sistema capta baixos volumes de água, na ordem inferior a 8% da vazão disponível pelo manancial. Enquanto isso, em 2023, a demanda representa cerca de 50% do volume de água captado. Nesse contexto, o obstáculo presente se manifesta na etapa de distribuição de água, tornando-se relevante a proposição de aprimoramentos no sistema vigente de abastecimento urbano, trazendo à população um serviço de excelência, considerando sua natureza como recurso essencial à subsistência.

Palavras-chave: Segurança Hídrica, Recursos Hídricos e Abastecimento de Água.

ABSTRACT

The Acre River is a source of fundamental importance for the population of Rio Branco, as it is through it that water is collected to supply the city. The present study evaluated the behavior

of the dynamics between water demand and supply in relation to population growth until the year 2040. The demand for water was estimated based on census data from IBGE and SNIS, respectively using the future population, for means of arithmetic projection, and the per capita water consumption for the city with a value of 160 l/inhabitant.day. Regarding water availability, the minimum flows between 2020-2040 were estimated based on ANA fluviometric data between 1970-2020, in a linear regression model. Comparing demand with water availability, according to the Q90 reference flow, it was observed that the source has sufficient flow to meet the needs until 2040. Therefore, the volume of abstraction by the concessionaire was studied in order to understand the problems faced by the population, especially during the dry season, such as rationing and shortages. It was found that the system captures low volumes of water, in the order of less than 8% of the flow available through the spring. Meanwhile, in 2023, demand represents around 50% of the volume of water collected. In this context, the present obstacle manifests itself in the water distribution stage, making it relevant to propose improvements to the current urban supply system, providing the population with an excellent service, considering its nature as an essential resource for subsistence.

Keywords: Water Security, Water resources and Water supply.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso ambiental essencial para a vida e para a qualidade de vida da população e de todos os seres vivos; possui funções múltiplas, pois serve de insumo à produção, é recurso estratégico para o desenvolvimento econômico, é indispensável para a manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos que mantêm em equilíbrio os ecossistemas; além de funcionar como referência cultural (MOREIRA et al., 2021).

Damasceno (2023), nesse sentido então, afirma que a água potável deve ser prestada continuamente em quantidade mínima, indispensável à subsistência.

É ponto pacífico que o crescimento populacional, aliado à intensa urbanização, amplia as demandas em diversos setores e neste cenário, a quantidade de água disponível fica comprometida. Aliado a isto Venturi (2021) destaca que não existe crise hídrica no Brasil, mas, sim, crise de gerenciamento hídrico. Um gerenciamento negligente e ineficiente, que permite, por exemplo, que o menor índice de acesso à água potável ocorra na Região Amazônica, exatamente onde há mais água no mundo.

Em várias regiões do mundo a demanda por água tem superado a disponibilidade hídrica. A falta de água para atendimento às necessidades humanas e à prática das atividades econômicas tem se tornado cada vez mais recorrente em algumas regiões do Brasil (CARVALHO et al., 2021). Apesar da enorme reserva de água doce brasileira, o Brasil não garante, por uma série de motivos, o abastecimento de água potável para toda a

população e, com a crescente demanda, enfrenta desafios para equacionar um equilíbrio entre a disponibilidade hídrica existente e a procura por múltiplos usos (CASTRO, 2022).

Compreender o aumento do consumo de água e as tendências futuras é fundamental para um adequado planejamento dos serviços de infraestrutura urbana (ALMINO; RUFINO, 2021).

Em 2016, por exemplo, a cidade de Rio Branco, capital do Estado do Acre, vivenciou uma das piores secas já observadas, quando o rio Acre, manancial de onde se faz a captação de água para o abastecimento público da cidade, chegou à cota de 1,30 m, nível mais baixo já registrado (TAMWING et al., 2021). Naquela conjuntura, o abastecimento de água experimentou uma falência operacional, conduzindo o governo à declaração de estado de emergência, com o propósito de mobilizar recursos destinados às iniciativas de ajuda às pessoas impactadas pelo evento extremo e ao restabelecimento das atividades essenciais. Deu-se destaque às ações relacionadas às infraestruturas públicas associadas à implementação de medidas como racionamento e rodízio na distribuição de água (MONTEFUSCO, 2022).

A escassez é um desequilíbrio entre demanda e oferta. Para entender as causas de crise de oferta, precisa-se ir além da escassez de chuvas e compreender pontos que podem ser melhorados na gestão de recursos hídricos das cidades (THOMPSON, 2021). Pode-se afirmar que a situação atual, para melhor uso dos recursos hídricos, evidencia a necessidade de uma melhor gestão hídrica, conforme aponta o relatório “O Valor da Água” de autoria da UNESCO (2021). Nesse contexto, a expectativa é a busca constante pela conquista da sustentabilidade hídrica, que envolve, primordialmente, a preservação de um equilíbrio dinâmico entre a disponibilidade e a demanda por água.

Nesta conformidade, o presente estudo teve por objetivo analisar o comportamento da disponibilidade hídrica do rio Acre, através de suas vazões, comparando com a demanda de água futura para a cidade de Rio Branco, por meio da estimativa de volume esperado para o abastecimento da população ao longo dos próximos anos, no intervalo de 2020 – 2040. Tais resultados deverão indicar sobre as condições do atendimento à demanda de água na cidade de Rio Branco, tendo em vista o crescimento populacional.

Adicionalmente foram estudados a relação entre o volume de água captado e a disponibilidade hídrica do rio Acre, bem como a relação entre volume de água captado para abastecimento e volume de água demandado pela população, afim de verificar onde está o entrave com os problemas enfrentados pela população no seu abastecimento diário.

2. MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Rio Branco, capital do Estado do Acre, localiza-se na Amazônia Sul-Occidental, região Norte do Brasil e possui uma área total de 8.835,15 km² (IBGE, 2022), e área urbana de 87,42 km² sendo a 56.^a maior cidade do país entre os 5.570 municípios (IBGE, 2019). Rio Branco se localiza nas coordenadas 9°58'29" latitude sul e a 67°48'36" longitude oeste, numa altitude de 152,5 metros (OLIVEIRA et al., 2021) (Figura 1).

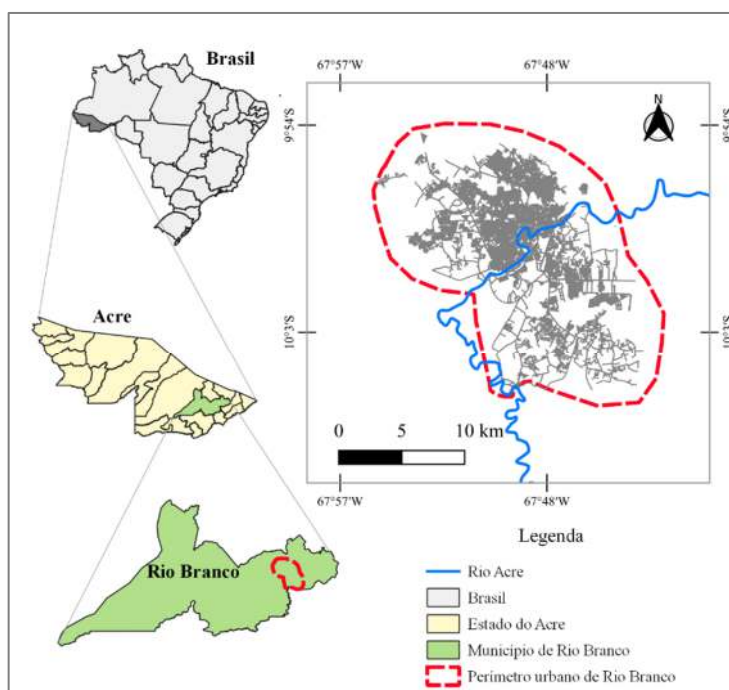


Figura 1. Identificação da área de estudo.

Rio Branco possui 364.756 habitantes, de acordo com o último censo populacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

No tocante à hidrografia, a cidade de Rio Branco possui o rio Acre como principal corpo hídrico. É um curso de água que possui extensão total de aproximadamente 1.190 km, tem sua nascente no Peru na cota na ordem entre 300 a 400 m de altitude e deságua no Brasil, na margem direita do rio Purus, junto à cidade amazonense de Boca do Acre, aproximadamente na cota de 130 m (BESER DE DEUS, 2013; ACCORSI, 2014; NETO et al., 2017; SILVA, 2015).

Na cidade de Rio Branco, o rio Acre, dentro do perímetro urbano (Figura 2a), tem extensão de 15,83 km de comprimento, perpassa na parte central da cidade, dividindo-a em dois distritos, referentes ao lado esquerdo, conhecido como primeiro distrito, e o lado direito, como segundo distrito (BONFANTI et al., 2020).



Figura 6. Vista aérea de Rio Branco e o Rio Acre durante eventos de seca e cheia.
Fonte: Montefusco 2022 – Adaptado pelos autores (2023).

Integrante da região amazônica, possui um clima equatorial quente e úmido, com duas estações bem definidas. Entre novembro e abril, ocorre a estação chuvosa, caracterizada por altos índices pluviométricos, atingindo seu pico de inundação entre janeiro e abril. Já de maio a outubro, tem-se a estação não chuvosa, marcada por menores cotas do rio Acre e baixos valores de vazão, o que pode resultar em situações de estresse no abastecimento de água (Figura 2b) (ACRE, 2010; MACÊDO et al., 2013; ACCORSI, 2014; ACRE, 2017; OLIVEIRA et al., 2021).

O rio Acre, um dos principais do estado, desempenha um papel crucial no abastecimento de água da cidade de Rio Branco, capital do Acre (SOUSA, 2011). A cidade realiza a captação de água por meio de duas torres (Figuras 3a e 3b), ETA I e ETA II, situadas no rio Acre. A gestão do sistema de abastecimento, sob responsabilidade da concessionária Departamento Estadual de Água e Saneamento (DEPASA), foi conduzida de 2012 a 2021 (MONTEFUSCO et al., 2021).

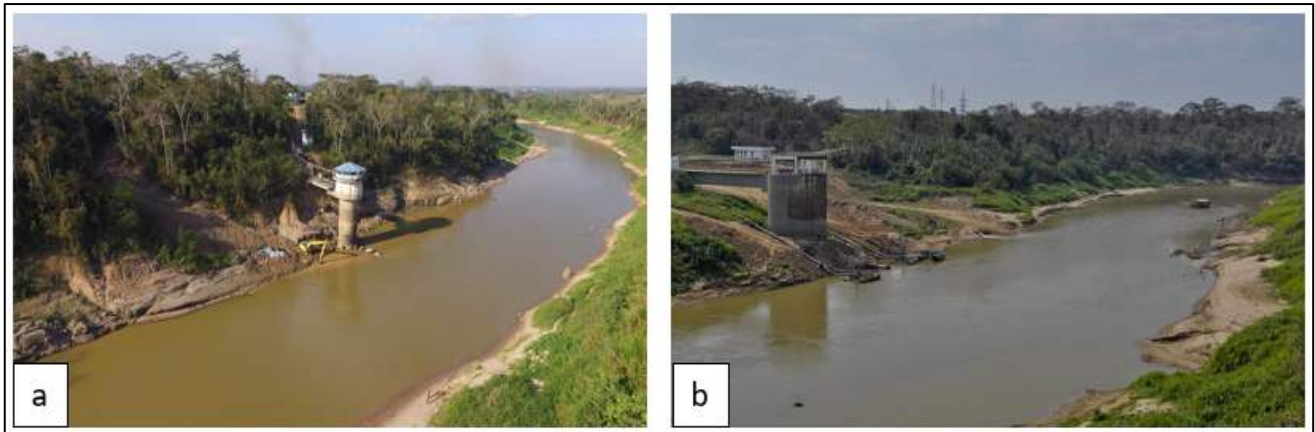


Figura 3. Torres de captação de água no rio Acre – ETA I e II.
 Fonte: Montefusco 2022 – Adaptado pelos autores (2023).

2.2. ESTIMATIVA CRESCIMENTO POPULACIONAL

A projeção da demanda de água para Rio Branco, no período de 2020 a 2040, fundamenta-se nos dados populacionais do IBGE (Tabela 1). Utilizando o método de projeção aritmética proposto por Sperling (2014) (Equações 1 e 2), a estimativa populacional foi realizada por meio da curva de crescimento, considerando uma taxa constante de crescimento.

Tabela 1. Dados censitários da cidade de Rio Branco para a projeção populacional.

Ano	Nomenclatura	População (hab.)	Nomenclatura
1991	t_0	196.871	P_0
2000	t_1	252.885	P_1
2010	t_2	336.038	P_2

Fonte: IBGE, Censos Demográficos (1991; 2000; 2010) – Adaptado pelos autores (2023).

$$P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0) \quad (\text{Eq. 1})$$

$$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0} \quad (\text{Eq. 2})$$

2.3. ESTIMATIVA DE DEMANDA FUTURA DE ÁGUA COM BASE NO CONSUMO PER CAPITA

De acordo com as séries históricas disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), foi possível obter o consumo *per capita* de água da cidade de Rio Branco, com o intuito de se estimar a quantidade de água exigida pela população. Estabeleceu-se então para utilização nos cálculos desse estudo a média dos últimos 10 anos (Tabela 2).

Tabela 2. Consumos per capita de água na cidade de Rio Branco com base no SNIS.

Ano de referência	Consumo <i>per capita</i> (l/hab.dia)
2021	166,64
2020	161,96
2019	167,71
2018	165,13
2017	169,21
2016	170,61
2015	172,50
2014	173,44
2013	122,03
2012	87,61
Média	155,68 ~ 160,00

2.4. VAZÃO CAPTADA PELA CONCESSIONÁRIA NO RIO ACRE

Na tabela 3 são apresentados os volumes captados de água entre 2017 e 2020, através das duas torres de captação, ETA I e ETA II, fornecidos pela concessionária DEPASA. Tais valores serão utilizados para a análise do volume captado em relação a disponibilidade hídrica do manancial, bem como em relação a demanda por água.

Observa-se que não há uma tendência de volumes de captação maiores no período de janeiro a abril, que é a ocorrência de altos índices pluviométricos e cotas maiores no rio Acre, bem como volumes de captação menores nos meses entre junho a outubro, justamente meses de estiagem e vazões menores no manancial.

Tabela 3. Vazão de captação de água do rio Acre (ETA I+II) por dia.

CAPTAÇÃO POR DIA (m ³ /s)					
ETA I+II	Mês	2017	2018	2019	2020
		Captado	Captado	Captado	Captado
	Janeiro	0,87	1,51	1,39	1,44
	Fevereiro	1,30	1,46	1,44	1,53
	Março	1,43	1,49	1,40	1,53
	Abril	0,86	0,95	1,41	1,33
	Mai	1,54	1,48	1,29	1,43
	Junho	1,53	1,41	1,33	1,48
	Julho	1,52	1,42	1,42	1,52
	Agosto	1,46	1,47	1,63	1,41
	Setembro	1,40	1,42	1,53	1,57
	Outubro	0,91	1,46	1,43	1,42
	Novembro	1,49	1,39	1,46	1,38
	Dezembro	1,47	1,44	1,47	1,51

Fonte: Dados fornecidos pelo Depasa – Adaptado pelos autores.

Pode ser observado em janeiro e abril de 2017 e em abril de 2018, destacados em vermelho, com os menores volume de captação do ano (justamente na estação chuvosa). Nos anos de 2019 e 2020 os maiores volumes de captação, destacados em verde, ocorreram nos meses de agosto e setembro (justamente na estação seca), respectivamente.

2.5. OFERTA HÍDRICA FUTURA PARA O RIO ACRE

A avaliação da oferta/disponibilidade hídrica do rio Acre é realizada em função de suas vazões mínimas no período mais seco do ano. Para a estimativa das vazões disponíveis nos períodos de estiagem, entre os anos de 2020 – 2040, foram utilizados os dados de vazões registrados pela estação fluviométrica sob código 13600002, localizada na margem do rio Acre e catalogados no site Hidroweb da ANA.

Os meses mais secos do ano, na cidade de Rio Branco, são julho, agosto, setembro e outubro. O mês de setembro apresentou as menores médias de vazão mínimas desse período, entre os anos de 1970 a 2020 (Figura 4). Dessa maneira foram utilizadas as vazões mínimas do referido mês, tendo em vista como pior cenário.

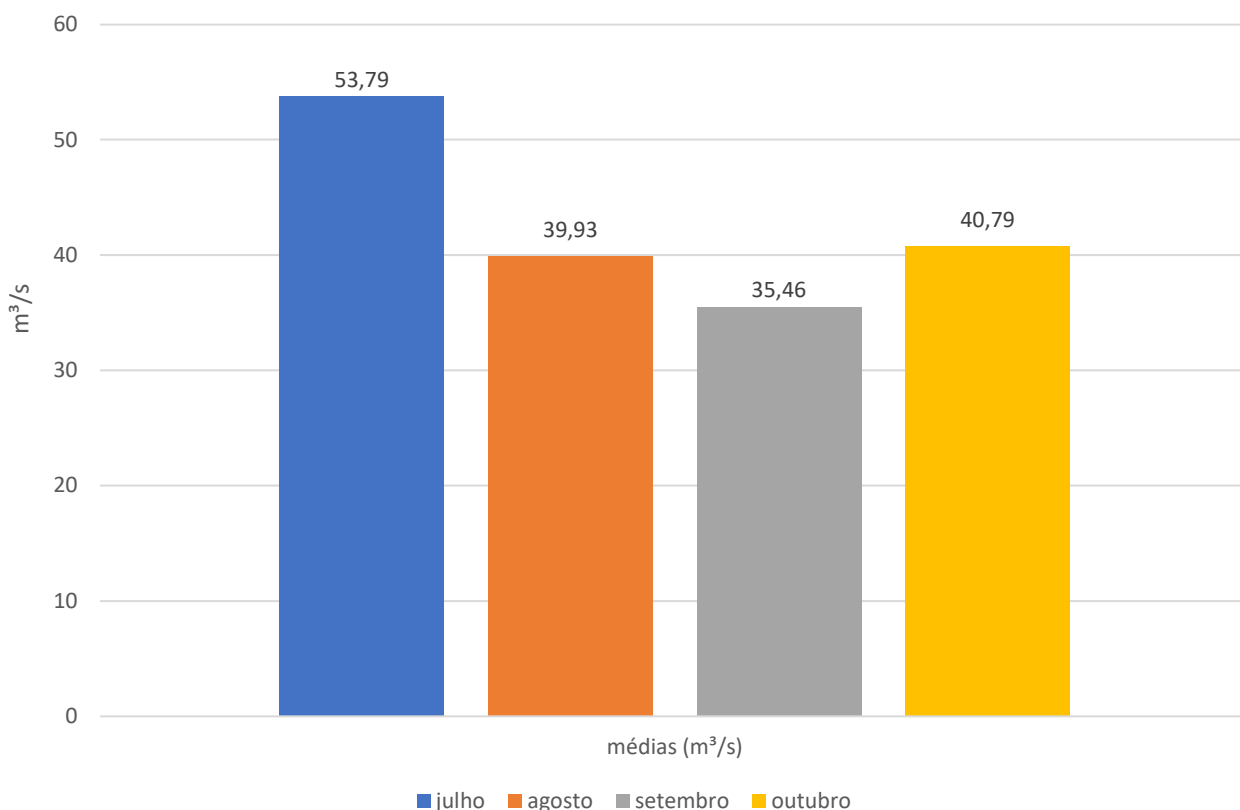


Figura 4. Vista aérea de Rio Branco e o Rio Acre durante eventos de seca e cheia.
 Fonte: Os dados para elaboração desse referido gráfico estão apresentados por Montefusco (2022).
 Adaptado pelos autores

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ANÁLISE DO CRESCIMENTO POPULACIONAL E DEMANDA DE ÁGUA

Os dados populacionais estimados, possibilitaram observar que a população de Rio Branco terá um acréscimo de 35,79% de habitantes em sua população, em 20 anos. A partir do conhecimento do consumo de água por habitante é possível calcular a demanda hídrica futura com base no crescimento populacional (Tabela 4). Além disso, é acrescido o índice de perdas que ocorre no sistema e aumento do consumo de água em virtude da elevação de temperatura sazonal.

Tabela 4. Estimativa de demanda total de água até o ano 2040.

Ano	Habitantes (hab)	Habitantes (hab) Índice de Cobertura de Água 53,05% ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (l/hab.dia)	Demanda de Água por dia (m ³ /s)	Índice de aumento de consumo no verão – 15% (m ³ /s) ⁽²⁾	Índice de Perdas 62,51% ⁽³⁾	Demanda Total (m ³ /s)
2020	409.284	217.125	160,00	0,40	0,46	0,29	0,75
2021	416.608	221.011	160,00	0,41	0,47	0,29	0,77
2022	423.933	224.896	160,00	0,42	0,48	0,30	0,78
2023	431.258	228.782	160,00	0,42	0,49	0,31	0,79
2024	438.582	232.668	160,00	0,43	0,50	0,31	0,81
2025	445.907	236.553	160,00	0,44	0,50	0,32	0,82
2026	453.231	240.439	160,00	0,45	0,51	0,32	0,83
2027	460.556	244.325	160,00	0,45	0,52	0,33	0,85
2028	467.880	248.211	160,00	0,46	0,53	0,33	0,86
2029	475.205	252.096	160,00	0,47	0,54	0,34	0,87
2030	482.530	255.982	160,00	0,48	0,55	0,34	0,89
2031	489.854	259.868	160,00	0,48	0,55	0,35	0,90
2032	497.179	263.753	160,00	0,49	0,56	0,35	0,91
2033	504.503	267.639	160,00	0,50	0,57	0,36	0,93
2034	511.828	271.525	160,00	0,50	0,58	0,36	0,94
2035	519.152	275.410	160,00	0,51	0,59	0,37	0,96
2036	526.477	279.296	160,00	0,52	0,60	0,37	0,97
2037	533.802	283.182	160,00	0,53	0,60	0,38	0,98
2038	541.126	287.067	160,00	0,53	0,61	0,38	1,00
2039	548.451	290.953	160,00	0,54	0,62	0,39	1,01
2040	555.775	294.839	160,00	0,55	0,63	0,39	1,02

(1) Tendo em vista que ainda não foi alcançada a universalização no que diz respeito a cobertura de abastecimento de água na cidade de Rio Branco, será aplicada uma porcentagem de atendimento de 53,05% de população com acesso a água tratada. Calculado esse valor através da média dos índices de cobertura apresentadas, disponibilizada pelo Instituto TrataBrasil por meio do *Ranking* do Saneamento, divulgado entre os anos de 2011 a 2022. (2) De acordo com estudos de Cortês et al. (2015), Torrente (2014) e Amaral (2000), o consumo da água está estritamente ligado a um forte componente sazonal e diretamente proporcional à temperatura, com o aumento do consumo nos meses mais quentes. Para o caso de Rio Branco, com forte sazonalidade, setembro é o mês que apresenta as maiores temperaturas, conforme apontado por Sousa (2020), justamente o mês crítico considerado no presente estudo. Dessa forma, soma-se, à demanda de água o índice de 15% em virtude dessas características. (3) Por meio do histórico de índice de perdas na distribuição, divulgados desde 2011 a 2022 pelo Instituto TrataBrasil, o qual se embasa nas informações prestadas pelo Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS), é possível estabelecer uma média de 62,51% de índice de perdas na distribuição para a cidade de Rio Branco.

3.2. ANÁLISE DAS VAZÕES DO RIO ACRE

Tendo em vista que a sazonalidade na região interfere de forma intensa no regime de vazões do rio Acre e, de acordo com a série histórica disponibilizada pelo site Hidroweb da ANA, os meses com menores vazões são julho, agosto, setembro e outubro, sendo assim, subentende-se que este é o período mais crítico para atender as necessidades do sistema de abastecimento de água na cidade de Rio Branco.

O mês de setembro apresentou as menores médias de vazão, dessa maneira, foi o mês utilizado como referência para a estimativa de vazões mínimas futuras, até o ano 2040, considerando-se como o cenário mais pessimista do ponto de vista do abastecimento de água na cidade de Rio Branco (TAMWING et al., 2021).

Dessa maneira, utilizaram-se as vazões mínimas referentes ao mês de setembro, no intervalo entre os anos de 1970 e 2020. A partir daí, valendo-se da técnica da regressão linear (Figura 5), obteve-se a estimativa futura para as vazões, na cidade de Rio Branco (Tabela 5).

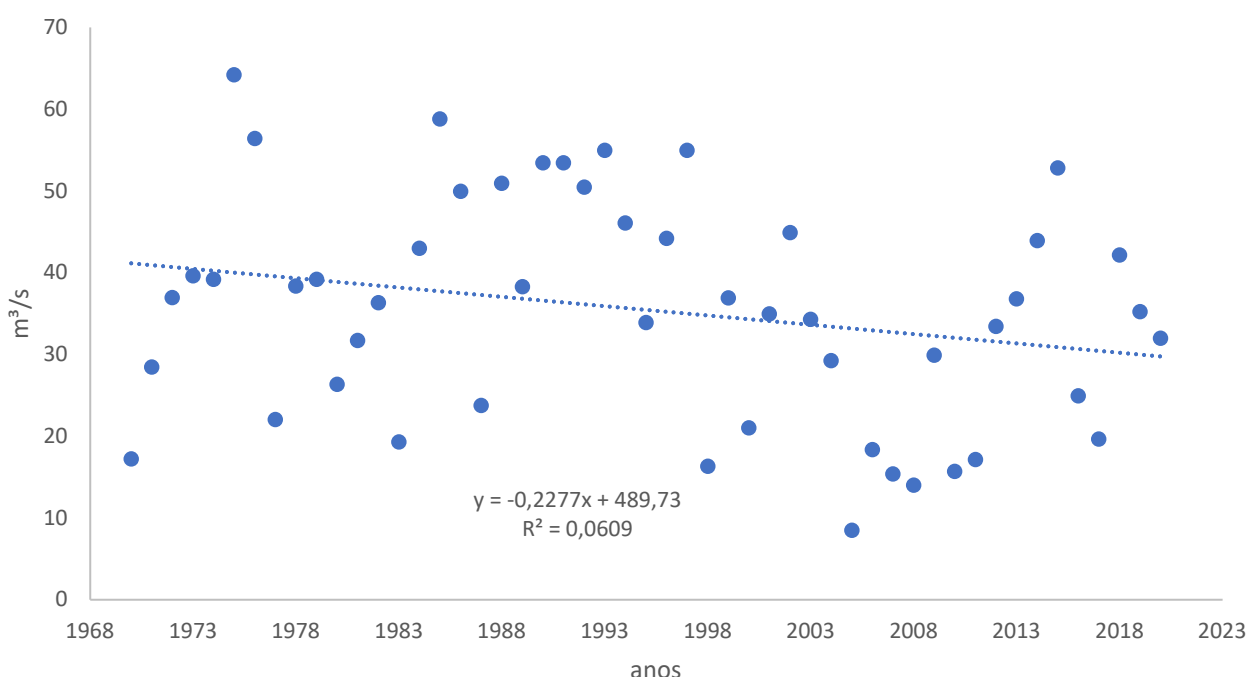


Figura 5. Regressão linear para estimativa de vazões na cidade de Rio Branco, para o período de 1970 – 2020.

Tabela 5. Vazões mínimas estimadas para o mês de setembro até o ano 2040.

Ano	Vazão (m³/s)	Ano	Vazão (m³/s)
2021	29,55	2031	27,27
2022	29,32	2032	27,04
2023	29,09	2033	26,82
2024	28,87	2034	26,59
2025	28,64	2035	26,36
2026	28,41	2036	26,13
2027	28,18	2037	25,91
2028	27,95	2038	25,68
2029	27,73	2039	25,45
2030	27,50	2040	25,22

A estimativa é de decréscimo anual de 0,228 m³/s, e essa tendência pode ser credenciada a diversos fatores, entre eles o aumento na atividade antrópica, além da variação temporal e espacial nos índices pluviométricos na bacia (OLIVEIRA et al., 2021). Assim, a expectativa é que os índices fluviométricos decresçam a cada ano, diminuindo a disponibilidade hídrica, destacadamente no período de estiagem.

3.3. ANÁLISE DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO MANANCIAL

Considerando-se que foi usado o mês de setembro para a análise das vazões, de forma análoga, para estimativa de captação ao cenário futuro (por meio da regressão) (Figura 6), também foram utilizados apenas os volumes captados no mês de setembro (Tabela 6).

Tabela 6. Vazão captada no rio Acre durante o mês de setembro.

Ano	Captação (m ³ /s) (ref.: setembro)
2017	1,40
2018	1,42
2019	1,53
2020	1,57

Fonte: Dados fornecidos pelo Depasa – Adaptado pelos autores.

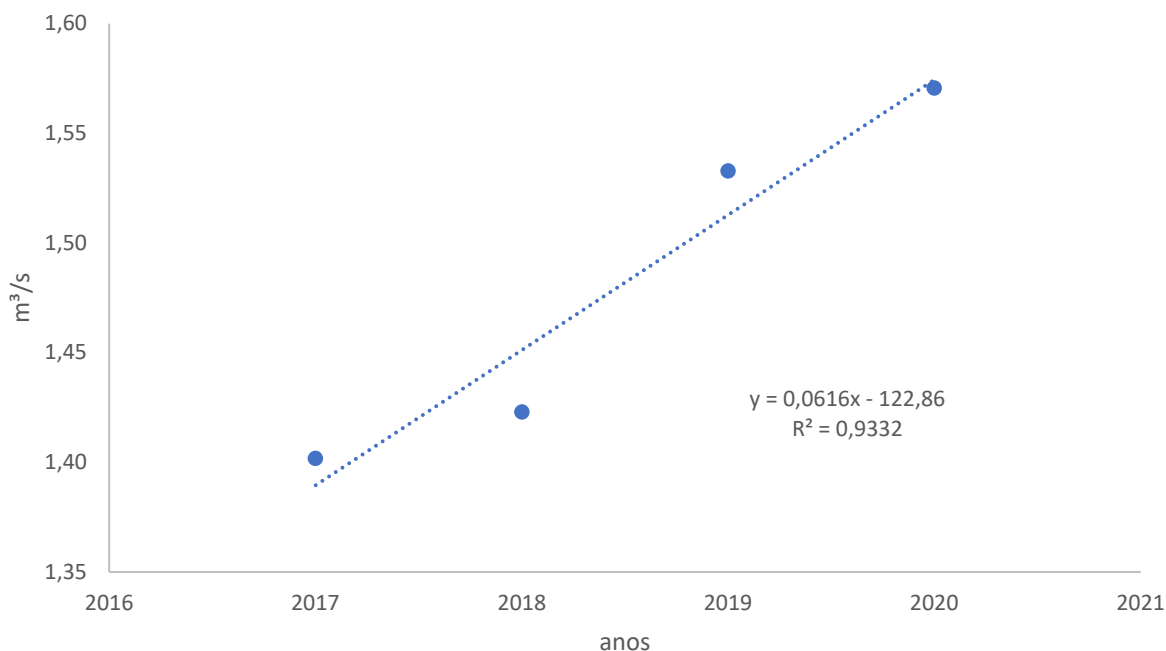


Figura 6. Regressão linear para estimativa de captação futura.

Após aplicação da metodologia de regressão, foram obtidos resultados dispostos na tabela 7 quanto estimativa de volume de água a ser captado no rio Acre, até 2040.

Tabela 7. Estimativa de volume de água a ser captada no rio Acre, em Rio Branco.

Ano	Captação por dia (m ³ /s)	Ano	Captação por dia (m ³ /s)
2021	1,64	2031	2,25
2022	1,70	2032	2,31
2023	1,76	2033	2,38
2024	1,82	2034	2,44
2025	1,88	2035	2,50
2026	1,94	2036	2,56
2027	2,01	2037	2,62
2028	2,07	2038	2,68
2029	2,13	2039	2,74
2030	2,19	2040	2,81

3.4. ANÁLISES DOS RESULTADOS

Para a análise da disponibilidade hídrica foram contabilizados os valores de vazões mínimas suprimindo-se da mesma 30% (reserva hídrica de segurança) da vazão de referência Q₉₀ para o rio Acre no período seco.

De acordo com o estudo realizado por Tamwing et al., (no prelo), a vazão mínima Q₉₀ para o período seco é 23,745 m³/s. Dessa maneira, para avaliação da disponibilidade hídrica do rio Acre, foi aplicado um coeficiente de 70% da Q₉₀ que pode ser utilizado em relação as vazões mínimas, para fins de abastecimento. Sendo assim, as estimativas de vazões efetivamente disponíveis para captação estão apresentadas na tabela 8.

De posse dos resultados referentes a demanda por água (em virtude do crescimento populacional), bem como dos volumes de captação de água do rio Acre é possível confrontar tais informações com a disponibilidade hídrica do rio Acre. Ainda é possível analisar a relação entre a demanda e a captação (Tabela 9 e Figura 7).

Tabela 8. Estimativa da disponibilidade hídrica do rio Acre, considerando a vazão outorgável Q90.

Ano	Vazão Mínima do rio (m³/s)	Q ₉₀ Período Seco = 23,745 m³/s Retirada de 30% da Q ₉₀ = 7,124 m³/s	Vazão disponível para captação com base na vazão de referência (m³/s)
2020	31,98	7,12	24,86
2021	29,55	7,12	22,42
2022	29,32	7,12	22,20
2023	29,09	7,12	21,97
2024	28,87	7,12	21,74
2025	28,64	7,12	21,51
2026	28,41	7,12	21,29
2027	28,18	7,12	21,06
2028	27,95	7,12	20,83
2029	27,73	7,12	20,60
2030	27,50	7,12	20,38
2031	27,27	7,12	20,15
2032	27,04	7,12	19,92
2033	26,82	7,12	19,69
2034	26,59	7,12	19,46
2035	26,36	7,12	19,24
2036	26,13	7,12	19,01
2037	25,91	7,12	18,78
2038	25,68	7,12	18,55
2039	25,45	7,12	18,33
2040	25,22	7,12	18,10

Tabela 9. Estimativas de disponibilidade, demanda e captação hídrica do rio Acre, entre 2020 e 2040.

Ano	Disponib. Hídrica (m³/s)	Demanda por Água (m³/s)	Captação (m³/s)	Demanda em relação a Disponib. Hídrica	Captação em relação a Disponib. Hídrica	Demanda em relação a Captação
2020	24,86	0,75	1,57	3,03%	6,32%	47,95%
2021	22,42	0,77	1,64	3,42%	7,30%	46,86%
2022	22,20	0,78	1,70	3,51%	7,65%	45,95%
2023	21,97	0,79	1,76	3,61%	8,01%	45,11%
2024	21,74	0,81	1,82	3,71%	8,37%	44,32%
2025	21,51	0,82	1,88	3,81%	8,75%	43,59%
2026	21,29	0,83	1,94	3,92%	9,13%	42,90%
2027	21,06	0,85	2,01	4,02%	9,52%	42,25%
2028	20,83	0,86	2,07	4,13%	9,92%	41,65%
2029	20,60	0,87	2,13	4,24%	10,33%	41,08%
2030	20,38	0,89	2,19	4,36%	10,75%	40,54%
2031	20,15	0,90	2,25	4,47%	11,18%	40,02%
2032	19,92	0,91	2,31	4,59%	11,61%	39,54%
2033	19,69	0,93	2,38	4,71%	12,06%	39,08%
2034	19,46	0,94	2,44	4,84%	12,52%	38,65%
2035	19,24	0,96	2,50	4,97%	12,99%	38,24%
2036	19,01	0,97	2,56	5,10%	13,47%	37,84%
2037	18,78	0,98	2,62	5,23%	13,96%	37,47%
2038	18,55	1,00	2,68	5,37%	14,46%	37,11%
2039	18,33	1,01	2,74	5,51%	14,98%	36,77%
2040	18,10	1,02	2,81	5,65%	15,51%	36,44%

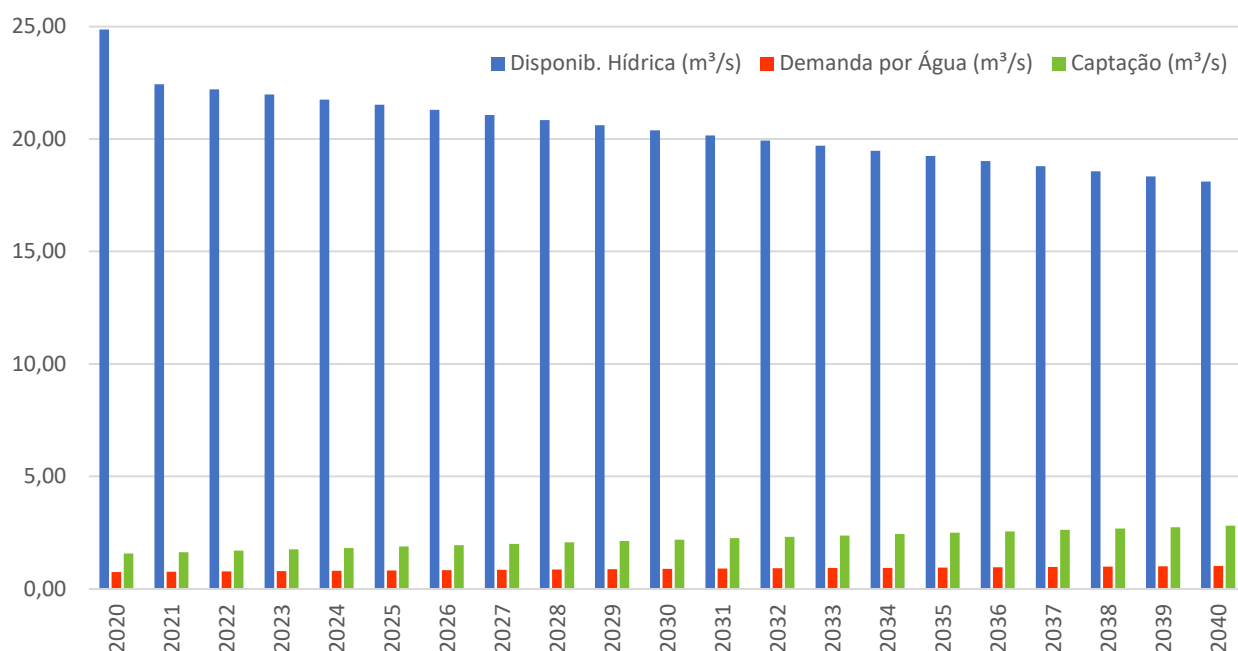


Figura 7. Análise entre disponibilidade hídrica do rio Acre, demanda hídrica pela população e volume captado no rio Acre (estimativa 2020 – 2040).

A tabela destaca que até o horizonte de 2040, considerado neste estudo, a demanda por água não é e não será um fator que comprometerá a vazão do rio Acre. A demanda hídrica para uso doméstico representa atualmente menos de 4% da vazão disponível no manancial, e ao final do período investigado, esse valor tem uma possibilidade mínima de atingir 10%.

Ao contrastar a captação de água para abastecimento com a vazão disponível do rio Acre, nota-se que os desafios atuais enfrentados pela população de Rio Branco, como racionamento e desabastecimento nos meses de estiagem, não decorrem diretamente das baixas vazões do rio. O volume de captação representa apenas entre 7% e 8% da vazão disponível, permitindo uma margem de uso superior a 50%. Isso sugere a possibilidade de atender a um número maior de habitantes ou fornecer um volume maior de distribuição de água.

Ao comparar a demanda hídrica da população com o volume de água captado pela concessionária, nota-se que este atende à demanda para uso. No entanto, ressalta-se a extrema necessidade de implementar melhorias na gestão do sistema de abastecimento de água em Rio Branco. Isso visa identificar e resolver possíveis problemas na distribuição da

água tratada, que atualmente não alcança as residências da população, comprometendo a prestação de um serviço essencial com padrões de qualidade adequados.

Em consonância com a análise realizada, destaca-se o estudo da Agência Nacional de Água e Saneamento (ANA, 2021). No contexto da segurança hídrica no Brasil, constatou-se que 39% das sedes possuem sistemas produtores de água satisfatórios, 42% demandam ampliações nas unidades e os restantes 19% necessitam apenas de adequações. Para Rio Branco, a avaliação indicou que a cidade possui um manancial não vulnerável, mas requer expansões e/ou adaptações nos sistemas de produção de água para atender melhor à população (Figura 8).

Como solução proposta pela Agência Nacional de Água e Saneamento (ANA, 2021), sugere-se a expansão e modernização do sistema de abastecimento de Rio Branco para garantir maior segurança hídrica à capital. Isso reforça a ideia de que os desafios no atendimento à população em relação ao abastecimento de água na cidade derivam do sistema produtor de água, não da disponibilidade hídrica do rio Acre em termos de oferta de água. Assim, a hipótese inicial do trabalho não é confirmada.

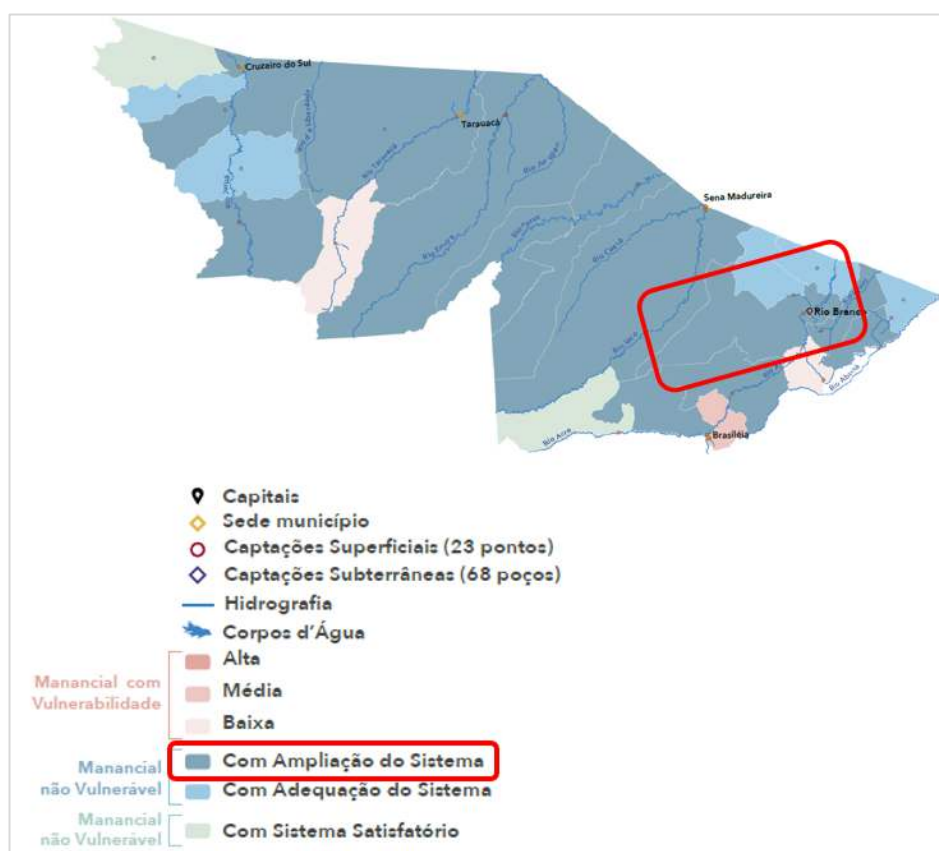


Figura 8: Diagnóstico de análise do manancial e sistema produtor de água no estado do Acre.

Fonte: ANA (2021) – Adaptado pelos autores (2023).

No intuito de analisar a constatação de que o volume captado tem atendido a demanda por água, na cidade de Rio Branco, foram comparados os dados fornecidos pela concessionária ao Sistema de Informações sobre Saneamento (SNIS) com relação ao volume de água tratada, ou seja, que após captada e tratada está apta a ser distribuída, e o volume de água consumido pela população com acesso a água no município (Tabela 10 e Figura 9).

Tabela 90. Dados de volume de água no sistema de abastecimento de água na cidade de Rio Branco-AC (2010 – 2019).

Ano	Volume de água produzido (1.000 m ³ /ano)	Volume de água tratada em ETAs (1.000 m ³ /ano)	Volume de água consumido (1.000 m ³ /ano)	Volume de água macromedido ¹ (1.000 m ³ /ano)
2010	29.301	29.301	8.183	26.371
2011	32.548	32.548	9.859	32.548
2012	26.272	26.272	9.859	26.272
2013	27.060	27.060	10.767	26.272
2014	30.832	30.832	11.321	29.934
2015	30.832	30.832	12.122	29.934
2016	31.449	31.446	12.713	30.496
2017	31.779	31.209	12.865	29.649
2018	32.024	31.758	12.714	30.102
2019	32.393	32.393	13.231	30.704

Obs. 1: medição de grandes volumes de água realizada na saída das ETAs (Estação de Tratamento de Água). Fonte: Dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) - Série Histórica – Adaptado pelos autores (2023).

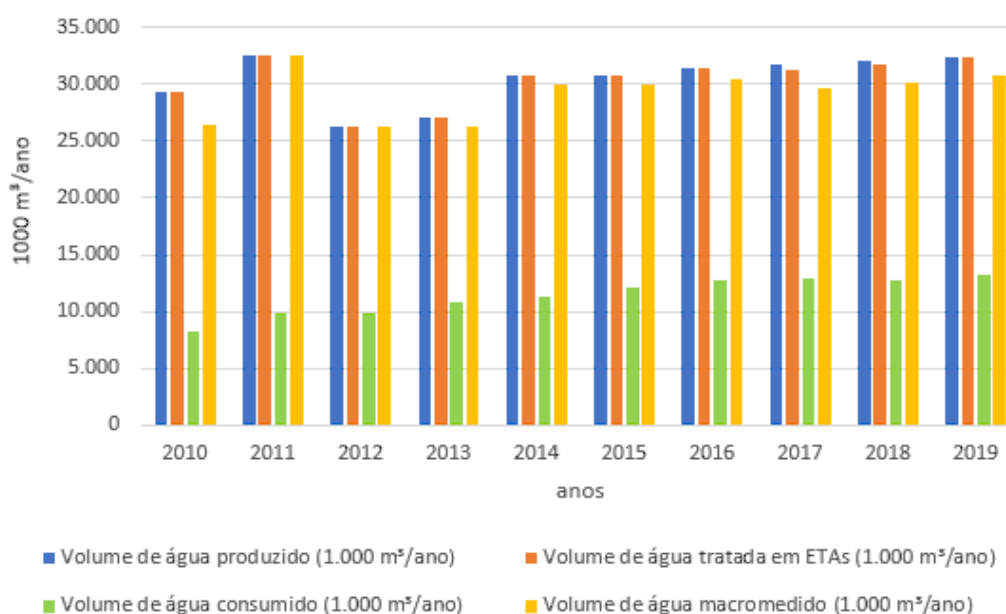


Figura 9: Análise dos dados de volume de água no sistema de abastecimento de água na cidade de Rio Branco-AC (2010 – 2019).

Observa-se, por exemplo, que em 2019 o volume de água produzido foi cerca de 2,45 vezes maior que o volume de água consumido. Ainda é possível constatar que o volume de água macromedido (coluna 5 da Tabela 10), ou seja, volume de água disponível para distribuição, é superior ao volume de água efetivamente consumido (coluna 4 da Tabela 10). Dessa maneira, reforça-se a ideia de que se tem água captada, tratada e disponível para consumo, e que o rio Acre tem atendido com seus volumes de vazão, a dificuldade reside na etapa de distribuição. Sendo assim mais uma vez a hipótese apresentada no trabalho não pode ser confirmada.

Apreciando ainda os valores de água produzido e consumido justifica-se os altos índices de perdas e desperdícios ocorridos no sistema, demonstrando que mais da metade de água captada e tratada não é entregue às ligações domiciliares.

Além disso, ainda ocorrem as interrupções no sistema de distribuição, em virtude de sinistros e falhas ocorridos na etapa de distribuição do sistema de abastecimento de água, como: rompimentos de tubulações, falhas mecânicas em conjuntos motobombas, vazamentos em reservatórios, etc. São recorrentes nos noticiários digitais da cidade de Rio Branco as reclamações, denúncias e informes quanto aos problemas enfrentados pela população. Quando ocorrem afetam grande número de bairros e conseqüentemente uma quantidade elevada da população atendida.

Dessa maneira, ao final desse estudo pode-se concordar com a fala de Venturi (2021) quando afirma que a crise de abastecimento hídrico se equaciona com planejamento subsidiado pela ciência, obras e gestão eficiente, destacando para os resultados aqui alcançados, no aumento da capacidade técnica de tratamento e distribuição de água.

4. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo permitiram conclusões relevantes quanto à relação entre a demanda por água para abastecimento na cidade de Rio Branco e a disponibilidade hídrica do manancial utilizado como fonte de captação. Pode-se apresentar as constatações abaixo, separadas por cada análise realizada.

➤ Demanda por água x Disponibilidade hídrica do manancial.

Diante do aumento populacional constante, aproximadamente 1,79% ao ano, em Rio Branco, e, conseqüentemente, do aumento na demanda por água, a disponibilidade hídrica não se configura como o fator principal que compromete o fornecimento de água para a capital. Isso porque a demanda hídrica estimada, com base no consumo de 160 l/hab.dia, representa, no máximo, 5,65% em relação à vazão disponível no período de 2020 a 2040.

➤ Captação de água do manancial x Disponibilidade hídrica do manancial.

Em relação à captação, os resultados indicam que a vazão captada em Rio Branco corresponde a menos de 10% da vazão disponível. Além disso, observou-se que a vazão captada nos meses críticos (julho, agosto, setembro e outubro) é semelhante aos valores registrados no período chuvoso, quando a vazão é mais abundante.

➤ Captação de água x Demanda populacional por água.

Na análise da relação entre o volume de captação de água e a demanda hídrica da população, observou-se que a demanda, considerando um consumo de 160 l/hab.dia, representa aproximadamente 50% do volume captado. Isso destaca a necessidade de melhorias na gestão do sistema de abastecimento de água em Rio Branco, especialmente na fase de distribuição.

Um aspecto relevante a ser destacado é a alta taxa de perdas na distribuição no sistema de abastecimento público, atingindo 62,51%. Isso ressalta a necessidade de adotar medidas para redução dessas perdas, por meio de ações de manutenção e modernização nas redes existentes. Ao reduzir as perdas, há o potencial de aumentar o volume disponível de água para a população, contribuindo para uma distribuição mais eficiente e mitigando problemas enfrentados, como o racionamento de água na cidade.

Dessa maneira, é evidente que o problema em relação ao abastecimento público de água, atualmente, se dá na gestão e operacionalização do sistema por parte da concessionária. São necessárias melhorias e investimentos no setor, bem como realização de manutenções preventivas, a fim de entregar à população um serviço com qualidade e quantidade satisfatória para garantir mais qualidade de vida, evitando assim racionalização e rodízios no abastecimento, como frequentemente ocorre.

5. REFERÊNCIAS

ACCORSI, O. J. **Exploração de areia para uso na construção civil: Caracterização da atividade de dragagem e sustentabilidade na bacia hidrográfica do rio Acre.** (Tese) Doutorado em Engenharia Civil - Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2014.

ACRE (Estado). Governo do Estado do Acre. **Acre em números 2017.** 10^a ed. Rio Branco: Secretaria de Estado de Planejamento – SEPLAN. 2017. Disponível em: <<http://acre.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/acre-em-numeros-2017.pdf>>

ACRE (Estado). Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre, Fase II – Escala 1:250.000: Documento Síntese.** Rio Branco: Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA. 2010.

ALMEIDA, I. K.; SOBRINHO, T. A.; SANTOS, B. B.; STEFFEN, J. L.; BACCHI, C. G. V. Métodos estatísticos na determinação de vazão de referência. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 1, p. 11-17, 2014.

ALMINO, L. M. O.; RUFINO, I. A. A. Modelagem dinâmica e cenários urbanos de demanda de água: simulações em Campina Grande (PB). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 5, p. 915-925, 2021.

AMARAL, A. M. P. **Consumo total e residencial de água tratada: aplicação de um modelo de séries temporais em Piracicaba, SP.** (Tese) Doutorado – Universidade de São Paulo, 2000. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-20210104-170456/>>.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO DO BRASIL. **Atlas água: segurança hídrica do abastecimento urbano.** Brasília: ANA, 2021. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2021/10/ANA_ATLAS_Aguas_AbastecimentoUrbano2021_compressed.pdf>.

BESER DE DEUS, L. A. **Espaço e tempo como subsídios à construção de cenários de uso e cobertura da terra para o planejamento ambiental na Amazônia: O caso da bacia do rio Acre.** (Tese) Doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

BONFANTI, D. C.; LIMA, F. T. B.; FERREIRA, L. C. A.; SANTOS, W. L. A dinâmica fluvial do rio acre: Uma análise ambiental do trecho urbano da cidade de Rio Branco-AC. **Revista Geonorte**, v. 11, n. 37, p. 154-174, 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019.** Brasília, 2020.

CARVALHO, T. S.; VALE, V. A.; SOUZA, K. B. Impactos Econômicos da Crise Hídrica na Região Metropolitana de Curitiba em 2020. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 42, n. 140, p. 107-122, 2021.

CASTRO, C. N. **Segurança hídrica, problemas complexos, participação social: o caso do plano nacional de segurança hídrica.** In CASTRO, C. N. Água, Problemas Complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica. Vol. 1, pp. 11-23. Ipea, 2022.

CORTÊS, P. L.; TORRENTE, M.; PINTO, A. P. A.; RAUIZ, M. S.; DIAS, A. J. G.; RODRIGUES, R. Crise de abastecimento de água em São Paulo e falta de planejamento estratégico. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 7-26, 2015.

DAMASCENO, J. B. Água: Bem Vital, Direito Essencial e de Apropriação Incondicional. **Revista da EMERJ**, v. 25, n. 1, p. 40-54, 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama: Rio Branco (AC)**. 2023. Disponível: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/rio-branco/panorama>. Acesso: 28 ago.2023>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2000**. Rio de Janeiro. 2001. Disponível em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=7308>>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=downloads>>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tabela 8418 - Áreas urbanizadas, Loteamento vazio, Área total mapeada e Subcategorias**. Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/8418#/n6/all/v/12749/p/all/d/v12749%204//v,p,t/resultado>>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro. 2023. Disponível em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2102011>>

INSTITUTO TRATABRASIL. **Ranking do Saneamento 2011 (SNIS 2009) a 2022 (SNIS 2020) – 100 maiores cidades do Brasil**. <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento/>

MACÊDO, M. N. C.; DIAS, H. C. T.; COELHO, F. M. G.; ARAÚJO, E. A.; SOUZA, M. L. H.; SILVA, E. Precipitação pluviométrica e vazão da bacia hidrográfica do Riozinho do Rôla, Amazônia Ocidental. **Ambi-Água**, v. 8, n. 1, p. 206-221, 2013.

MONTEFUSCO, C. L. A.; TAMWING, D. S.; CRUZ, W. M.; MOREIRA, J. G. V.; SERRANO, R. O. P. Direito e diretrizes de acesso à água: contexto geral e abordagem para a cidade de Rio Branco, Acre, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 18, n. 37, p. 171-190, 2021.

MONTEFUSCO, C. L. A. **Desafios do acesso à água potável: A real situação do abastecimento público de água na área urbana da cidade de Rio Branco, Acre, Brasil**. (Dissertação) Mestrado em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia – Universidade Federal do Acre, 2022. Disponível em: < <http://www2.ufac.br/cita/dissertacoes/2022/carolina-de-lima-accorsi-montefusco/view>>

MOREIRA, M. L.; MIGUEL, J. R.; MATOS, R. G. F. O Direito à Água e sua Proteção Jurídica: Desafios do Direito Ambiental na Contemporaneidade. **Id On Line**, v. 15, n. 55, p. 641-658, 2021.

NETO, L. A. D.; SILVA, MANIESI, W.; SILVA, M. J. G.; SILVA, D. C.; QUERINO, C. A. S.; REIS, V. Análise da precipitação mensal e pentadal durante a cheia de 2015 no rio Acre usando o produto 3B43 do TRMM. VII Simpósio Internacional de Climatologia. Clima, Variabilidade e Perspectivas Futuras. **Anais**. Petrópolis. 2017.

OLIVEIRA, A. V.; SERRANO, R. O. P.; MESQUITA, A. A.; MOREIRA, J. G. V. Temporal trend and estimation of the hydrological risk of maximum rainfall and flow extremes in the city of Rio Branco, Acre, Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 4, p. 749-758, 2021.

SILVA, P. J. Rio Acre, o rio das ferraduras, um rio que serpenteia no limite entre duas nações. XV Safety, Health and Environment World Congress. **Anais**. Porto, Portugal. 2015. Disponível em: < <http://copec.eu/shewc2015/proc/works/21.pdf>>

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico Temático de Serviços de Água e Esgotos (Visão Geral – Ano Referência 2020)**. 2021.

SOUSA, E. S. Efeitos das secas de 2005 e 2010 nas cotas fluviométricas do rio Acre em Rio Branco (Acre, Brasil). XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. **Anais**. Maceió. 2011. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east.amazonaws.com/Sumarios/81/77a494f20b31fe2cfbf0e88acff37e99_1b55734994c42e1e3583779a757f3a45.pdf>.

SOUSA, J. W. Características climáticas do município de Rio Branco, Acre, período de 1990-2019. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, p. 723-740, 2020.

SPERLING, M. V. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. (4 ed.). Editora UFMG. 2014.

TAMWING, D. S.; MONTEFUSCO, C. L. A.; SERRANO, R. O. P.; MESQUITA, A. A.; MOREIRA, J. G. V. Caracterização do regime fluvial da bacia hidrográfica do rio Acre. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 17, p. e93101724461, 2021.

THOMPSON, I. O que a crise hídrica pode nos ensinar sobre a gestão dos nossos recursos. **The Nature Conservancy**. 2021. Disponível em: < [TORRENTE, M. **Influência da temperatura no consumo de água na Região Metropolitana de São Paulo**. \(Dissertação\) Mestrado – Universidade Nove de Julho. 2014. <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/7>.](https://www.tnc.org.br/conecte-se/comunicacao/artigos-e-estudos/crise-hidrica-e-a-gestao-dos-nossos-recursos/#:~:text=A%20seguran%C3%A7a%20h%C3%ADdrica%20est%C3%A1%20portanto,econ%C3%B4micos%20promovendo%20um%20desenvolvimento%20sustent%C3%A1vel.></p></div><div data-bbox=)

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021: O valor da água – Fatos e dados**. 2021.

VENTURI, L. A. B. Crise hídrica ou de gerenciamento hídrico? **Jornal da USP**. 2021. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/?p=471891>>

AVALIAÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS DE CRESCIMENTO NATURAL NA FITORREMEDIAÇÃO DO ANTIGO “LIXÃO” DE RIO BRANCO/AC

Gabriela Soares Solá¹, Erlangela Rocha Viga² e Berenice Kussumoto Alcântara da Silva³

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia (PPG/CITA) da Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil;
3. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Ciências Biológicas e da Natureza (CCBN), Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

Uma das técnicas estudadas para mitigar os impactos ambientais decorrentes da deposição de lixo e recuperação das áreas contaminadas é a fitorremediação, cujo objetivo é implantar espécies vegetais capazes de absorver substâncias tóxicas presentes no solo ou água e armazenar em sua estrutura. Apesar de promissora, a técnica carece de estudos que comprovem o potencial de espécies nativas para este fim. O objetivo deste trabalho foi detectar espécies arbóreas e arbustivas com potencial para uso na fitorremediação de solos contaminados por metais pesados *in situ*. Foram avaliados indivíduos arbóreos e arbustivos de crescimento espontâneo no antigo aterro controlado de Rio Branco, Acre, desativado em 2010. Em área de talude desativado, realizaram-se coletas de dados de altura e amostras para identificação botânica, análises químicas de folhas e raízes, e solo em cinco pontos ao redor de cada indivíduo. Foram analisadas as concentrações dos metais Pb, Ni, Cr, Cu e Ni nas plantas. O material botânico foi identificado, coletado e analisado, observando-se a presença das espécies *Ceiba pentandra* L. (samaúma), *Tectona grandis* L. f. (teca), *Leucaena leucocephala* Lam. (leucena), *Aegiphila* sp. (tamanqueira), e o arbusto *Ricinus communis* L. (mamona), com alturas de 10 m, 15 m, 12.3 m, 10 m e 4.25 m, respectivamente. Em campo, *L. leucocephala* e *R. communis* acumularam altos teores de metais em suas raízes e folhas, porém apresentaram-se pouco susceptíveis à contaminação. Em folhas, a *Aegiphila* sp. apresentou sinais de adoecimento e acumulou teores críticos de Ni. *T. grandis* concentrou elevada quantidade de Cd sem apresentar sinais de sensibilidade.

Palavras-chave: Fitorremediação, Metais Pesados e Aterro Controlado.

ABSTRACT

Phytoremediation is one of the techniques studied to mitigate the environmental impacts resulted from the deposition of waste and for recovery of contaminated areas. The method consists of implementation of plant species that can absorb toxic substances from the contaminated soil or water and storing them in their structure. Although the technique is promising, there is a lack of studies that prove the potential of native species for this purpose.

The objective of this work was to detect tree and shrub species with potential for use in *in situ* phytoremediation of heavy metals contaminated soils. Spontaneously growing tree and shrub individuals were evaluated in an old and controlled landfill of Rio Branco, Acre, deactivated in 2010. In a deactivated slope area, height data and samples were collected for botanical identification, chemical analyzes of leaves and roots, and soil at five points around each plant. The concentrations of the metals Pb, Ni, Cr, Cu and Ni in plants were analyzed. The botanical material was identified, collected, and analyzed, observing the presence of the species *Ceiba pentandra* L. (samaúma), *Tectona grandis* L. f. (teak), *Leucaena leucocephala* Lam. (leucena), *Aegiphila* sp. (clog tree), and the shrub *Riccinus comunis* L. (castor bean), with heights of 10 m, 15 m, 12.3 m, 10 m and 4.25 m, respectively. In the field, *L. leucocephala* and *R. comunis* accumulated high levels of metals in their roots and leaves, however they were less susceptible to contamination. In leaves, *Aegiphila* sp. showed signs of illness and accumulated critical levels of Ni. *T. grandis* concentrated high amount of Cd without showing signs of sensitivity.

Keywords: Phytoremediation, Heavy metals and Controlled Landfill.

1. INTRODUÇÃO

A contaminação ambiental antrópica como a poluição do solo, da água e do ar afetam o ecossistema como um todo, ameaçando a sustentabilidade da vida existente. Os impactos resultantes potencializam o aquecimento global, e conseqüentemente afetam os produtos e serviços gerados, o que além de degradar a fonte do recurso do meio ambiente que sustenta toda a vida, às vezes até a níveis irreversíveis, contribui negativamente para a saúde humana. No âmbito de reverter ou mitigar esses impactos, diversas propostas de tecnologias de recuperação de áreas degradadas vêm sendo desenvolvidas por pesquisadores, com foco naquelas mais sustentáveis e melhor custo-benefício, com base no uso futuro da área e de sua bacia hidrográfica (GRATÃO et al., 2005).

A aceleração do aumento do padrão de consumo nos grandes centros urbanos tem uma relação intrínseca com o aumento da geração de resíduos (SILVA, 2016) e ao mesmo tempo, as taxas mundiais de produção desses resíduos, mesmo que diferenciadas para cada país, superam facilmente índices de crescimento demográfico (CARNEIRO, 2002). Dessa forma os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) tornaram-se um grave e preocupante problema no mundo inteiro, sendo um dos desafios para a sustentabilidade. Segundo Roth e Garcias (2008) devem-se buscar mudanças e soluções o mais breve possível para que a situação da elevada geração de resíduos sólidos não se torne catastrófica e mais difícil de ser resolvida.

Os impactos causados em áreas de descarte inadequado de resíduos sólidos são a contaminação do solo, dos recursos hídricos, do ar, redução da qualidade de vida das

populações próximas, supressão vegetal, redução da biodiversidade de vida da fauna, aumento do número de regiões irregulares desses resíduos e ocupação de áreas urbanas que são escassas. Possuem como diferencial de outras áreas contaminadas pela liberação de biogás, a baixa drenagem de água da chuva e de lixiviado em razão da compactação e a movimentação do solo causada pela acomodação e a decomposição desses resíduos (EL FADEL et al., 1997).

Sem nenhum tipo de tratamento ou contenção de dano, o chorume, produto da decomposição do lixo, é escoado pelo solo e drenado até os cursos d'água superficiais ou aquíferos, contaminando o solo e a água, além disso, a eliminação do biogás causa a poluição atmosférica. Este tipo de área contaminada, portanto, é diversamente suscetível a perdas de função do solo, sendo os impactos ambientais os mais evidentes, contudo, existem ainda os impactos sociais e econômicos envolvidos (BASTOS, 2015), como o dano à saúde humana devido a sujeição a uma área com diversos vetores de doenças.

Sabendo disso, atualmente uma série de aplicações legislativas se fizeram relevantes. A Resolução CONAMA 420/2009 dispôs sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Logo após, em 2010, institui-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que determina a eliminação dos antigos depósitos de lixo a céu aberto ou a reversão da área para pelo menos um aterro controlado.

O Ministério das Cidades, por meio da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente, no âmbito da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU), e com o apoio do Banco Mundial e recursos disponibilizados pelo Governo do Japão, lançou o projeto Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) Aplicado à Redução de Emissões de Gases Gerados nas Áreas de Disposição Final de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2007). No documento fica claro que aterros sanitários e aterros controlados são voltados para o recebimento e tratamento de resíduos sólidos e da área de deposição, sendo executados de forma a causar o menor impacto possível. Enquanto o lixão é a forma inadequada de dispor os resíduos sólidos urbanos sobre o solo, sem nenhuma impermeabilização, sem sistema de drenagem de lixiviados e de gases e sem cobertura diária do lixo. É comum a ocorrência de incêndios e a presença de vetores transmissores de doenças e outros animais.

Nesses locais também é frequente a presença de pessoas excluídas socioeconomicamente, inclusive idosos e crianças, trabalhando como catadores, em

condições precárias e insalubres (BRASIL, 2007). Apesar da existência do PNRS ainda existem diversos “lixões” em atividade no país em áreas remotas os quais requerem ações de contenção, remediação do dano e requalificação da área.

No âmbito das tecnologias mais antigas utilizadas para o fim de recuperação destas áreas de deposição irregular de lixo desenvolveu-se a aplicação de técnicas voltadas para contenção dos danos como a incineração, reciclagem, compostagem e aterramento (SILVA; CERVIERI, 2015). Diante de todos os acontecimentos decorrentes das mudanças climáticas, hoje, satisfatoriamente, o atual sistema de desenvolvimento tende a priorizar utilização de tecnologias renováveis e limpas mais compatíveis com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) e preferencialmente aplicáveis às áreas mais remotas com o menor custo.

Frequentemente, recomenda-se a sua requalificação como parques, áreas de recreação e, nos tempos recentes, já existem ações concretas em diversas cidades do país para a conversão desses aterros em parques urbanos, os *greenfields*. Todavia, a requalificação dessas áreas exige uma série de cuidados e conhecimentos técnicos e científicos específicos, tanto na fase de investigação da contaminação, como na elaboração de projetos, na implantação de obras e na sua manutenção (BARROS, 2011). Em nações desenvolvidas, esse problema está sendo direcionado e resolvido, consideravelmente, com o uso de plantas tolerantes especializadas na limpeza de substratos contaminados e poluídos com metais (GRATÃO et al., 2005).

O uso de plantas para esse fim possibilitou a inserção da “tecnologia verde” na recuperação de áreas degradadas, uma vez que se utiliza plantas com capacidade para remediar solos adoecidos, sendo conhecida como fitorremediação. Estas técnicas são sustentáveis e de baixo custo quando comparadas a outras, sendo por isso potencialmente desejáveis. Considerando que algumas espécies de plantas possuem potencial genético para aquele fim, elas podem ser selecionadas para descontaminar o solo ou a água de elementos tóxicos (GRATÃO et al., 2005).

A remediação pode ocorrer de forma direta ou indireta. Na remediação direta, os compostos são absorvidos e acumulados ou metabolizados nos tecidos, através da mineralização deles. Na forma indireta, a presença de plantas propicia meio favorável ao aumento da atividade microbiana, que degrada o contaminante (TAVARES, 2009).

A fitorremediação é uma opção mais barata que os métodos físico-químicos existentes para eliminação ou redução de contaminantes no solo, uma vez que não envolvem o transporte do material para o local do tratamento, além de que pode ser utilizada em grandes

áreas (tratamento *in situ*) com possibilidades de remediar poluentes diversos, tais como, metais pesados, compostos orgânicos e inorgânicos, elementos químicos radioativos e lixiviados de aterro sanitário (RASKIN; ENSLEY, 2001; GRATÃO et al., 2005).

Estudos afirmam que as estratégias da fitorremediação para descontaminação de solos, sedimentos e/ou água podem envolver a remoção e/ou imobilização dos agentes contaminantes, tornando-os inofensivos ao ecossistema (SANTOS et al., 2011). Assim sendo, para a aplicação da melhor estratégia de fitorremediação, se faz necessário o conhecimento prévio sobre as plantas resistentes a ambientes inóspitos com marcante presença de metais e compostos orgânicos tóxicos.

Dentre os vários mecanismos de fitorremediação, pode-se citar: a fitoextração, fitoestabilização, rizofiltração e fitovolatização (GRATÃO et al., 2005; BARROS, 2007). A aplicação da fitorremediação no tratamento de solos em larga escala deve basear-se na otimização de diversos parâmetros, dentre eles, o entendimento da capacidade de absorção dos contaminantes nas raízes e a dinâmica de transporte para a parte aérea das plantas. Entretanto, poucas plantas que produzem altas quantidades de biomassa e ao mesmo tempo adaptadas ao local de reabilitação têm sido estudadas para utilização dessa fitotecnologia (SOUZA, 2014).

Normalmente, as plantas denominadas hiperacumuladoras são preferencialmente utilizadas, pois têm a capacidade de resistir e concentrar os metais em seus tecidos, quando comparadas a outras plantas. Os metais tóxicos acumulados nesses tecidos podem ser colhidos para recuperação e reutilização. Embora seja mais barato do que os métodos convencionais, a fitorremediação não é uma tecnologia “fácil” e exige estudos antes da sua aplicação. Trata-se, na verdade, de uma estratégia técnica baseada em quesitos científicos, exigindo designers de projetos que escolham as espécies mais adequadas para determinados metais e regiões (GRATÃO et al., 2005).

Atualmente, o *hall* do conhecimento sobre fitorremediação é, em sua maioria, voltado para a aplicação de plantas herbáceas. Na esfera da aplicação da técnica, Braga et al (2021) observaram a necessidade de estudos sobre uma maior diversidade de espécies vegetais, visando inclusive a utilização de espécies nativas com potencial fitorremediador já relatado em outros trabalhos. Portanto, apesar de promissora, a técnica é relativamente nova, carecendo de estudos que demonstrem e detalhem sua eficiência em campo e comprovem o potencial de espécies lenhosas nativas para este fim.

Neste sentido, foram analisadas a concentração de metais pesados em árvores e arbustos que cresceram e se desenvolveram em um antigo “lixão” da cidade de Rio Branco,

Acre, com o objetivo de identificar espécies com potencial para uso na fitorremediação de solos contaminados por metais pesados.

2. MÉTODOS

2.1. LOCAL DE ESTUDO

Desde a implantação como município no ano de 1912, a cidade de Rio Branco, Acre tem gerado volumes crescentes de resíduos sólidos urbanos e a semelhança da grande maioria dos municípios brasileiros, as primeiras disposições coletivas não atendiam aos requisitos mínimos de adequabilidade e segurança, sendo responsáveis por passivos ambientais e sociais expressivos. O antigo “lixão” está depositado em uma área de 22 hectares, tendo, já em 2007, sua capacidade física exaurida devido ao longo tempo de utilização (CPRM, 2006), que perdurou até sua desativação em 2010 de acordo com o documento do processo de licitação para a execução das obras de encerramento e remediação do aterro e o plano de recuperação ambiental da área (RIO BRANCO, 2010).

O antigo empreendimento encontra-se localizado na sub-bacia do igarapé Batista, nas proximidades dos limites periféricos a zona urbana do município de Rio Branco-AC, na latitude 10°0'55.37" e longitude 67°54'41.71", ao longo da rodovia da transacriana (AC-090).

De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2006) as operações no empreendimento que funcionava como o “lixão de Rio Branco” iniciaram-se por volta de 1987. Em seguida, lançou-se a licitação e execução do Plano de Recuperação Ambiental da Área do Aterro Controlado de Rio Branco – AC que levou ao encerramento gradativo em 2010 até o encerramento completo em 2012 e remediação da área (RIO BRANCO, 2010).

Durante o período de plena atividade, eram depositados diariamente cerca de 140 toneladas de resíduos regulares, 1,4 toneladas de resíduos de serviço de saúde e cerca de 5 toneladas de resíduos provenientes de podas e capina. Após o período de atividade, a situação da área restou em total descaracterização da paisagem, além também da muito provável alteração das características físicas, químicas e biológicas função dos impactos decorrentes da deposição de lixo por tempo prolongado.. A Figura 1 mostra a situação do aterro antes da implementação do projeto de recuperação da área pela Prefeitura de Rio

Branco, quando passou a ser transformado em aterro controlado gradualmente até sua completa desativação logo após a inauguração da Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos, atual receptora de resíduos no município.



Figura 1. Imagens da condição da área em 2010.

A) Frente de trabalho; B) Talude de lixo estabilizado; C) Estrada de serviço. Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Branco.

O projeto licitado pela prefeitura em 2010 visou a implementação de medidas de controle ambiental com fins de minimizar dos impactos negativos de toda a vida útil do aterro controlado e evoluir para seu isolamento seguido de encerramento total do espaço. Hoje, na maior parte da área onde depositava-se lixo constantemente até 2012, tem-se campo aberto com presença de poucas plantas rasteiras. Em outras áreas, entretanto, as quais foram desativadas preliminarmente e localizavam-se em área de borda dos limites dos taludes, existem algumas formações florestais arbustivas e arbóreas de regeneração natural após isolamento da área.

2.1.1. Encerramento e Remediação do Aterro

Pela idade avançada dos resíduos dispostos, e impossibilidade de retirar o lixo depositado, o projeto de encerramento e remediação contratado pela Prefeitura de Rio Branco visou a transformação em um aterro controlado, seguido de desativação, logo após a construção e completo funcionamento da Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos de Rio Branco (ULTRE) o Aterro Controlado de Rio Branco teve suas atividades completamente encerradas.

Como disposto no Plano de Recuperação Ambiental, licitado pela prefeitura de Rio Branco em 2010, todas as atividades de remediação, das quais podem ser citadas o recobrimento e capeamento final do aterro se deu com a deposição de solo em camadas

com espessura de 40 cm compactado com grau de compactação com coeficiente de permeabilidade $k = 1 \times 10^{-7}$ cm/s; a instalação de instrumentos de monitoramento que recebem o acompanhamento trimestral e foram obtidos relatórios de monitoramento dos níveis de deformação do lixão, da evolução dos níveis percolados no interior do maciço do aterro e das pressões do gás; a instalação de piezômetro para medir as pressões de gases e líquidos no interior do maciço; e poços de monitoramento do lençol freático para análise dos parâmetros físico-químicos.

Ainda de acordo com o mesmo documento, para a revegetação e isolamento da área foi executado o plantio de barreira vegetal nas delimitações do terreno e para implantação da proteção superficial dos taludes, o projeto previu o plantio de grama apropriada ao local e ao ambiente. Nas estradas de serviço e contorno da área, como havia maior fluxo de passagem de veículos, foram realizados plantios como uma barreira contra o pó do trânsito de caminhões, e uma cortina visual semi-transparente, como uma alameda, reduzindo assim o impacto visual. Sendo assim, nas estradas e limites do empreendimento foi previsto o plantio de espécies como Mangium e Leucena que podem chegar a 20,00m de altura, acompanhando o traçado da cerca limite da área do empreendimento, sendo plantadas a cada 2,00 m de distância. Sobre os maciços de lixo e ainda sobre os taludes espalhou-se terra orgânica para a semeadura de grama, além disso para minimizar o custo com a revegetação foi utilizado restos de capina manual como complemento.

2.2. ÁREA DE COLETA

A parcela selecionada para coleta consiste em um antigo talude desativado, um dos primeiros a ser encerrado e isolado, em 2010 (Figura 1). Atualmente, uma pequena porção deste antigo talude, localizado mais à periferia, corresponde a uma pequena mata de floresta em formação, com a presença de muitos arbustos e poucas árvores (Figura 2).

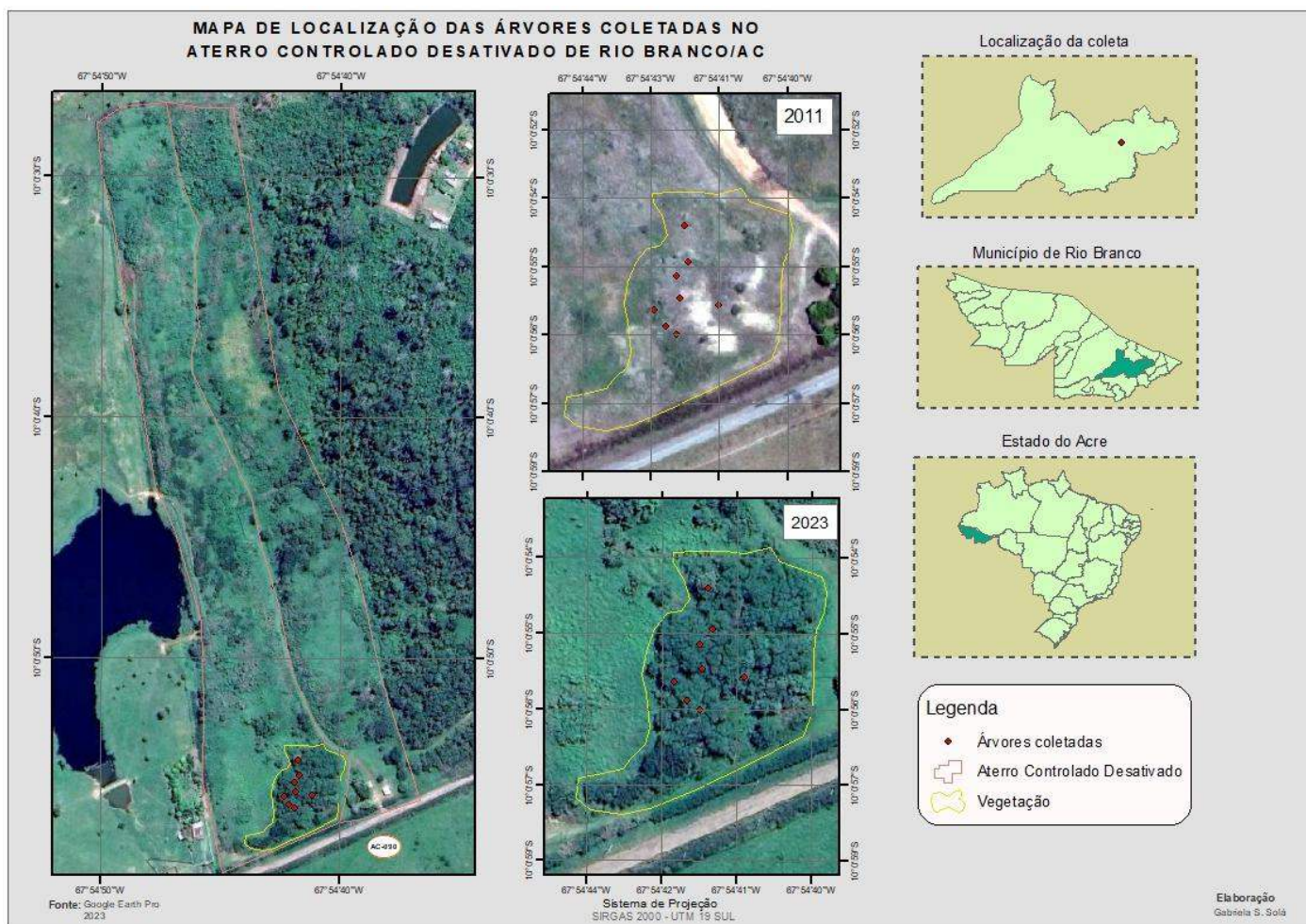


Figura 2. Mapa de localização das árvores coletadas e comparativo da formação vegetativa em 2011 e 2023.

A formação florestal consiste em uma mata secundária de terra firme, de dossel fechado com a presença banco de plântulas e sementes. A vegetação rasteira é composta em sua grande maioria por capim e ervas, no estrato intermediário tem-se a presença abundante de Euforbiáceas, no estrato superior tem-se um dossel parcialmente fechado composto por algumas espécies arbóreas. (Figura 3). O solo é de textura areno-argilosa com presença de matéria orgânica em decomposição na camada superficial e, em alguns pontos, a presença de afloramento de lixo como objetos de ferro, lonas, descartáveis já em algum grau de decomposição (Figura 4).



Figura 3. Estratos vegetativos e serrapilheira.
 A) rasteiro; B) Intermediário; C) Dossel; D) matéria orgânica da área de estudo.



Figura 4. Afloramento de lixo no local de estudo.
 A) e B) alumínio e ferro velho; C) plástico e ferro e; D) e E) plástico.

2.3. COLETA E ANÁLISES

A análise qualitativa foi realizada a partir da coleta dos materiais botânicos como raízes e folhas de árvores e arbustos encontrados na área descrita. As raízes das árvores foram raspadas superficialmente (1 cm) com o auxílio de um estilete e as folhas obtidas com a ajuda de um podão e um extensor de altura.

Foram selecionadas todas as árvores com DAP maior do que 3 cm e arbustos adultos. Para identificação botânica dados como hábito, textura da casca, tipo de folha, tipo de fruto foram coletados e enviados para o Herbário do Parque Zoobotânico para identificação juntamente com a excicata produzida em campo. Foi realizada a biometria de cada indivíduo a partir da medida do CAP, com fita métrica, e altura estimada e avaliação as condições fitossanitárias de cada planta. O material vegetal foi levado para secagem em estufa de circulação de ar à 45 °C por 48 horas antes do envio para as análises em laboratório.

O solo foi coletado em 5 amostras simples ao redor de cada árvore, a uma profundidade de 0 a 20 cm, gerando uma amostra composta para análise, seguindo as orientações do Manual de Procedimentos de Coleta e Amostras em Áreas Agrícolas para a Análise de Qualidade Ambiental: Solo, Água e Sedimentos da Embrapa (2006). As amostras foram destorroadas, misturadas em baldes e secas em temperatura ambiente

As amostras de plantas e de solo, após secas, armazenadas e identificadas, foram encaminhadas para o laboratório LABRAS para obtenção do valor da concentração de metais Pb, Ni, Cr, Cu e Ni nas folhas, raízes e solo. Para a quantificação dos metais nas plantas foi realizada utilizando 300 mg de material seco e triturado, para a digestão nitro-perclórica. As leituras foram realizadas em espectroscopia de emissão óptica de plasma acoplado (ICP- OES) de acordo com a metodologia de Malavolta et al. (1997). Para o solo realizou-se uma análise físico-química com parâmetros de pH, macronutrientes e micronutrientes, e a determinação dos contaminantes foram realizadas de acordo com a metodologia de Mehlich (1984) e EPA (1996).

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

O isolamento e revegetação das áreas adjacentes, e a presença de fragmentos florestais próximos garantiram a revegetação natural. A localização topográfica proporcionada pela área mais plana pode ter permitido a estruturação de um pequeno

povoamento florestal no local. Foram encontrados indivíduos adultos das espécies de samaúma (*Ceiba pentandra* (L.)), teca (*Tectona grandis* (L. f.)), leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.)), tamanqueira (*Aegiphila* sp.) e mamona (*Riccinus comunis* (L.)). Com base em imagens de satélite, a área voltou a regenerar-se por volta de 12 anos antes da coleta, entretanto, por procederem de regeneração natural, não foi possível aferir com exatidão a idade dos indivíduos.

Por se tratar de regeneração natural, não foi possível estabelecer números de amostras, pois não tinham muitos indivíduos de todas as espécies. A leucena e a mamona foram as mais abundantes no local. Enquanto, nas outras três espécies, só foi encontrado um indivíduo com DAP > 3 cm.

O número de coletas por espécie e os dados botânicos dos indivíduos coletados constam na Tabela 1. As figuras 5 e 6 mostram a concentração dos metais nas folhas e nas raízes, respectivamente. As análises de solo ao redor de cada árvore apresentaram valores de concentração abaixo dos valores limites das substâncias no solo de acordo com a Resolução 420/2009, o que indica que o solo ainda possui capacidade em exercer as suas funções principais.

Tabela 1. Relação das plantas coletadas, altura (ALT) e diâmetro à altura do peito (DAP) máximos encontrados.

Nome Científico	Hábito	Família	Coletas	Alt (m)	DAP (cm)
<i>Leucaena leucocephala</i>	Árvore	Fabaceae	3	12,3	30,4
<i>Aegiphila</i> sp.	Árvore	Lamiaceae	1	10	20,69
<i>Tectona grandis</i>	Árvore	Lamiaceae	1	15	58,41
<i>Ceiba pentandra</i>	Árvore	Malvaceae	1	10	21,65
<i>Riccinus comunis</i>	Arbusto	Euphorbiaceae	2	4,25	19,10

Tabela 2. Concentração de metais pesados no solo de cada árvore.

Amostras de Solo ao Redor de	Metais Pesados (mg/dm ³)			
	Níquel	Cádmio	Cromo	Chumbo
<i>Leucaena leucocephala</i> (1)	0,71	0,12	0,03	0,55
<i>Leucaena leucocephala</i> (2)	0,97	0,14	0,05	0,90
<i>Riccinus comunis</i> (1)	0,64	0,11	0,03	0,78
<i>Riccinus comunis</i> (2)	1,30	0,14	0,03	1,42
<i>Tectona grandis</i>	0,81	0,11	0,03	0,91
<i>Aegiphila</i> sp.	1,10	0,15	0,01	0,51
<i>Ceiba pentandra</i>	1,04	0,14	0,02	0,50

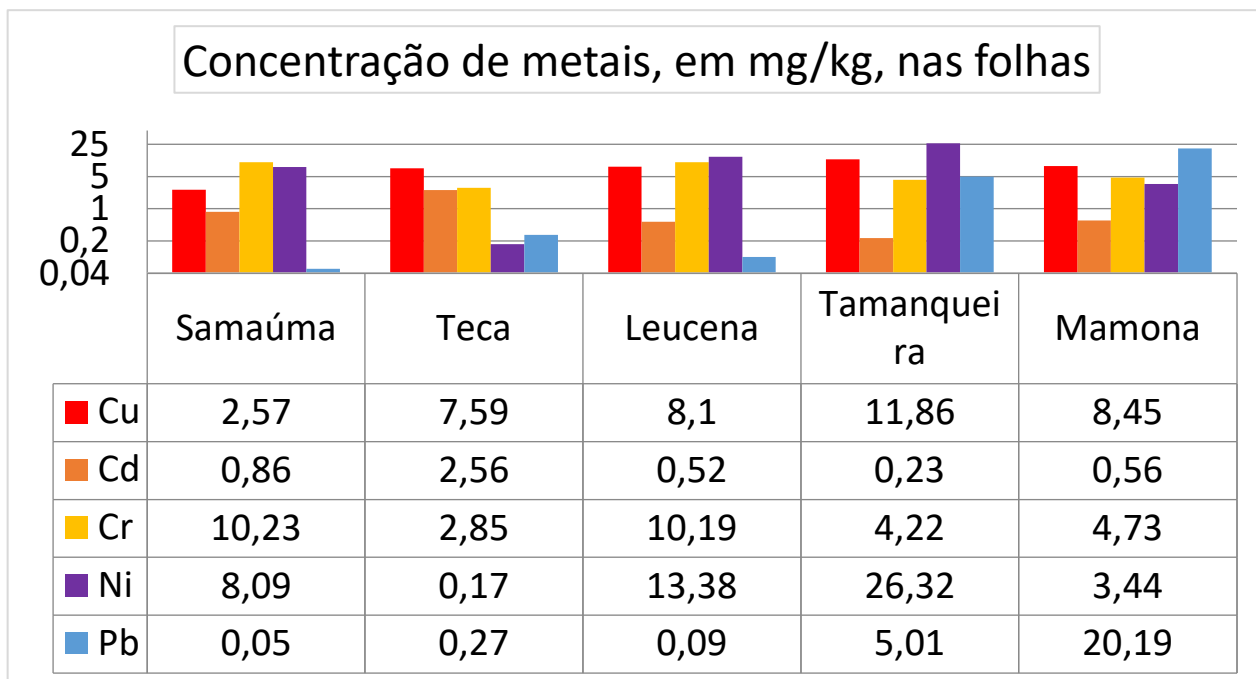


Figura 5. Concentração máxima de metais encontrados nas folhas das árvores samaúma (*Ceiba pentandra*), teca (*Tectona grandis*), leucena (*Leucaena leucocephala*), tamanqueira (*Aegiphila sp.*) e mamona (*Ricinus comunis*) e tabela de dados.

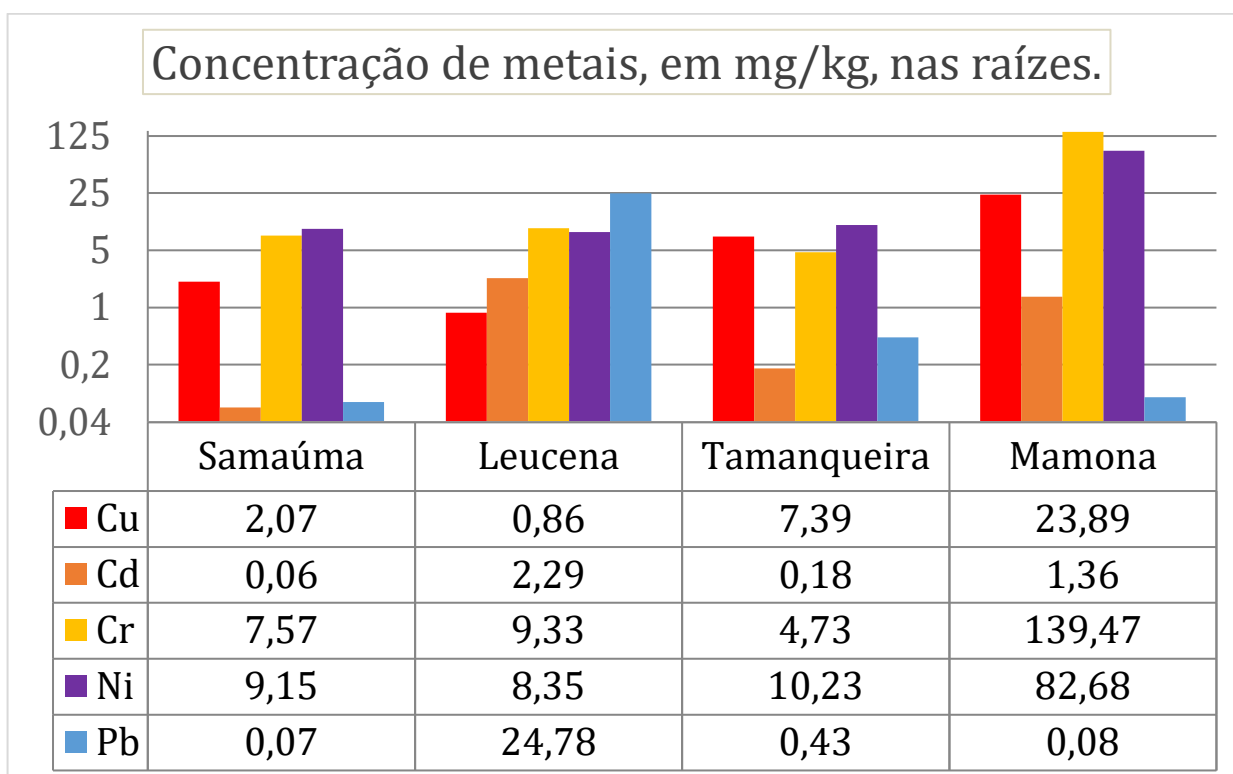


Figura 6. Concentração máxima de metais encontrados nas raízes das árvores samaúma (*Ceiba pentandra*), teca (*Tectona grandis*), leucena (*Leucaena leucocephala*), tamanqueira (*Aegiphila sp.*) e mamona (*Ricinus comunis*) e tabela de dados.

3.1. LEUCENA (*Leucaena leucocephala*)

A leucena, apesar de não ter translocado chumbo (Pb) para as folhas, demonstrou possuir alta concentração do elemento em suas raízes (24,78 mg/kg). Enquanto isso, para o cobre, a leucena evidentemente foi capaz de translocar o elemento da raiz para a parte aérea (8,1 mg/kg). A espécie apresentou concentrações de 2,29 mg/kg de Cd nas raízes, valor perto do limite estabelecido como normal para plantas (BOWEN, 1979). Apesar disso, de forma geral, os indivíduos mostraram-se saudáveis com folhas verdes sem manchas e copa frondosa (Figura 7). O estudo de Oliveira (2018) evidenciou que o comportamento de leucena em baixas concentrações de cobre translocou menos do elemento para a parte aérea, enquanto o índice de translocação aumentou com o aumento da concentração de cobre. Outra espécie da mesma família que a Leucena, *Platypodium gonoacantha*, já demonstrou ser menos afetada em solos com excesso de metais pesados (MARQUES et al., 2000).



Figura 7. Árvores de leucena no local de estudo.
A) e B) porte; C) folhas.

3.2. TECA (*Tectona grandis*)

A teca concentrou teores de cádmio (2,56 mg/kg) acima do considerado normal para plantas de acordo com Bowen (1979), apesar de ser um elemento altamente tóxico em baixas concentrações, foram observados poucos sinais de adoecimento nas folhas e frutos. Apesar disso, foi observado que a planta não desenvolveu muito em altura, apesar de ser bastante grossa, e desenvolveu muitos galhos grossos. Este crescimento lateral está ligado

a profundidade do solo, devido a árvore estar localizada em uma região mais baixa e declivosa e as suas raízes estavam em maior contato com os detritos do aterro.



Figura 8. Parte aérea e tronco da árvore de teca.

3.3. SAMAÚMA (*Ceiba pentandra*)

A espécie samaúma apresentou concentração de cádmio de 2,57 mg/Kg nas folhas, valor acima do teor normal suportado por plantas de acordo com Bowen (1979). Foram observados que as folhas da samaúma desenvolveram necroses que podem estar relacionadas ao acúmulo do metal nas folhas (Figura 9). Os valores dos outros metais ficaram equilibrados entre si, demonstrando pouca variabilidade no mecanismo de translocação. Todavia, outro estudo avaliando o efeito de Cd, Cu e Ni em uma espécie do mesmo gênero (*Ceiba speciosa*) mostrou que os metais não ocasionaram a diminuição no crescimento da planta (VASCONCELLOS 2016).



Figura 9. Aspecto geral da samaúma no local de estudo.
A) copa; B) tronco; C) projeções da periderme; D) folhas com pontos necróticos.

3.4. TAMANQUEIRA (*Aegiphila* sp.)

A tamanqueira (*Aegiphila* sp) apresentou 26,32 mg/kg de níquel em suas folhas. Apesar da concentração apresentada ser crítica para plantas, podendo ocorrer toxidez e diminuição de 10% no crescimento da planta (KABA-PENDIAS; PENDIAS, 1992; MCNICHOL; BECKETT, 1985, apud ZEITOUNI, 2003) o indivíduo apresentou altura média de 10 metros, maior do que o observado para a espécie em outros estudos (LORENZI, 2002). Caldeira et al. (2018) utilizando resíduos sólidos urbanos na produção de mudas de *Aegiphila*, comprovou-se que a espécie tem um melhor crescimento com lodo de esgoto e composto orgânico. Isso corrobora com a percepção de que a espécie tem uma grande capacidade de absorver os metais pesados, apesar de ter demonstrado muitos sinais de adoecimento em campo, como copa rala e folhas com manchas cintilantes (Figura 10a e 9b)

3.5. MAMONA (*Ricinus comunis*)

Os indivíduos de mamona foram os que apresentaram os mais elevados valores de acúmulo de metais em seus compartimentos. Foram encontrados altos teores de cromo (139 mg/kg), níquel (82,68 mg/kg) e cobre (23,9 mg/kg) nas raízes, e teores de cromo (4,73 mg/kg), níquel (3,44 mg/kg) e cobre (8,45 mg/kg) na parte aérea. No local, eram abundantes em quantidade, e apresentavam boas condições fitossanitárias, como folhas e frutos sem manchas ou amarelecimento, com poucos ou nenhum sinal de adoecimento. Outros estudos comprovaram a resistência da espécie frente a locais contaminados, devendo-se este fato à capacidade da planta de acumular os elementos tóxicos nas raízes. De acordo com Baker, 1987; Verkleij e Prast, 1989; apud Marques et al., 2000, as espécies tolerantes geralmente acumulam maiores concentrações de metais pesados na raiz em relação a parte aérea. Isso indica que as plantas que crescem nessas condições não conseguem evitar a absorção dos metais, mas limitam sua translocação (MARQUES et al., 2000).



Figura 8. Tamamqueira e Mamona.

A) Detalhe do tronco da copa da tamamqueira. B) sinais de adocimento nas folhas da tamamqueira. C) Ramo de folhas da mamona. D) Tronco da mamona.

4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que as espécies mencionadas absorveram grandes quantidades de metais pesados pelas suas raízes e que, apesar das condições inóspitas, a maioria conseguiu desenvolver-se muito bem. Cada espécie respondeu diferentemente a absorção dos metais realizando, ou não, a translocação para a parte aérea.

Em campo, *L. leucocephala* e *R. comunis* acumularam altos teores de metais em suas raízes, apresentando-se pouco susceptíveis à contaminação. A espécie *L. leucocephala* demonstrou acumular concentrações de Pb consideradas tóxicas para plantas em suas raízes, sem apresentar sinais de toxidez. Enquanto *R. comunis* foi capaz de acumular altos valores de Cr, Ni e Cu em suas raízes, demonstrando ser tolerante a estes metais.

Em folhas, *Aegiphila sp.* acumulou teores críticos de Ni e apresentou sinais de adocimento (com manchas cintilantes nas folhas). Apesar de evidenciar perda de sanidade

física, *Agiphila sp.* apresentou 26,32 mg/kg de níquel em suas folhas, demonstrando capacidade em acumular o metal.

C. pentandra e *T. grandis* apresentaram concentrações de Cd acima do teor considerado normal em plantas, apesar disso, somente a teca demonstrou boas condições em campo e sanidade nas folhas e frutos.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Prefeitura de Rio Branco pela permissão de acesso ao antigo lixão para possibilitar esse estudo, bem como a Coordenação Técnico-Científica do Ministério Público do Estado do Acre, que ajudou a disponibilizar o roçador para acessar a área na pessoa do Me. Arthur Leite, Mariane Pita e Carlos Alberto Campos. Agradecemos os alunos que contribuíram para as coletas de solo e material vegetal, Pablo Henrico Miranda Côrrea e à Universidade Federal do Acre por disponibilizar a infraestrutura e apoio para a realização deste estudo.

6. REFERÊNCIAS

BARROS, A.C. **Estudos sobre o potencial do bambu *Guadua angustifolia* Kunz. para a fitorremediação dos metais pesados Zinco e Cádmiio.** (Dissertação) Mestrado em Química e Biotecnologia – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

BARROS, L.H.S. **Requalificação dos aterros desativados (brownfields) no município de São Paulo: Parques (greenfields) Raposo Tavares e Jardim Primavera.** (Tese) Doutorado em Paisagem e Ambiente – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BASTOS, V.P.O fim do lixão de Gramacho: além do risco ambiental. **O Social em Questão**, n. 3, p. 265-288, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 420 de 28 de dezembro de 2009.** Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo aplicado a resíduos sólidos. Redução de emissões na disposição final.** IBAM. Instituto Brasileiro de Administração Pública, Rio de Janeiro, 2007.

BOWEN, H.J.M. **Environmental chemistry of the elements**. London: Academic Press, 1979.

CALDEIRA, M.V.W.; SANTOS, F.E.V.; KUNZ, S.H.; KLIPPEL, V. H.; DELARMELINA, W.M.; GONÇALVES, E. O. Solid urban waste in the production of *Aegiphila sellowiana* Cham. Seedings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 12, p. 831-836, 2018.

CARNEIRO, G.A. **Estudo de Contaminação do Lençol Freático sob a Área do Aterro de Lixo do Jockey Club-DF e suas Adjacências**. (Dissertação) Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2002.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Alternativas Locacionais para a disposição de Resíduos Sólidos Urbanos em Rio Branco – Acre**. Relatório Final – Ministério de Minas e Energia, Porto Velho, 2006.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, USA, EPA. **Method 3052: Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices**. Environmental Protection Agency, Washington. 1996.

EL-FADEL, M.; FINDIKAKIS, A.N.; LECKIE, J.O. Environmental Impacts of Solid Waste Landfilling. **Journal of Environmental Management**, v. 50, n. 1, p. 1-25, 1997.

GRATAO, P.L.; PRASAD, M.N.V.; CARDOSO, P.F.; LEA, P.J.; AZEVEDO, R.A. Phytoremediation: green technology for the clean up of toxic metals in the environment. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 17, n. 1, p. 53-64, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4ª Ed, Instituto Plantarum, 2002.

MARQUES, T.C.L.L.S.; MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.C. O. Crescimento e Teor de Metais de Mudas de espécies arbóreas cultivadas em solo contaminado com metais pesados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 35, n. 1, p. 121-132, 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**, 2. Ed, POTAFOS, 1997.

MEHLICH, A. **Mehlich-3 soil test extractant: a modification of Mehlich-2 extractant**. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 15, p 1409–1416. 1984.

OLIVEIRA, F.K.D. **Potencial de espécies vegetais à fitorremediação de solo contaminado com cobre. Areia, Paraíba, Brasil**. (Tese) Doutorado em Agronomia - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Brasil, 2018.

RASKIN, I.; ENSLEY, B. Phytoremediation of toxic metals - using plants to clean up the environment. **Plan Science**, v. 160, p. 1073– 075, 2001.

RIO BRANCO. Prefeitura Municipal. **Processo de Licitação da Execução das Obras de Encerramento e Remediação Ambiental do Aterro de Rio Branco**. Decreto nº 1.018 de 31 de dezembro de 2009. Concorrência nº 001/2010. Rio Branco: Comissão Especial de Licitação I – CEL I. 2010.

ROTH, C.G. e Garcias, C.M.A influência dos padrões de consumo na geração de resíduos sólidos dentro do sistema urbano. **Redes. Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 13, n. 3, p. 5-13, 2008.

SANTOS, T.C.; GOMES, D.P.P.; PACHECO, C.S.V.; FERREIRA, A.N.; FRANCO, M. Fitorremediação: Avaliação do potencial de recuperação em solos contaminados com metais pesados. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, p. 1-10, 2011. SILVA, G.O. **Sustentabilidade urbana e Gestão de Resíduos Sólidos: o caso do Distrito Federal**. (Monografia) Graduação em Ciências Ambientais - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.

SILVA, F.; CERVIERI, L. Tratamento de resíduos sólidos: uma grande contribuição para o meio ambiente. **Revista Maiêutica**, v. 3, n. 1, p. 41-47, 2015.

SOUZA, L.A. **Caracterização de respostas fisiológicas e bioquímicas de Dolichos lablab L. ao cádmio**. (Tese) Doutorado em Biologia Vegetal - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

TAVARES, S.R.L. **Fitorremediação em solo e água de áreas contaminadas por metais pesados provenientes da disposição de resíduos perigosos**. (Tese) Doutorado em Ciências em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

VASCONCELLOS, T.G. **Dinâmica de crescimento radial de *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil) Ravanna em ambientes florestal e urbano no estado do Rio de Janeiro, Brasil: estrutura anatômica do câmbio e do lenho, dendrocronologia e dendroquímica**. (Tese) Doutorado em Biologia Vegetal – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Acre, Brasil, 2016.

ZEITOUNI, C. F. **Eficiência de Espécies Vegetais como Fitoextratoras de Cádmio, Chumbo, Cobre, Níquel e Zinco de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico**. (Dissertação) Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical - Instituto Agrônomo, Campinas, SP. 2003.

PARASITOS EM PEIXES CICLÍDEOS OCORRENTES NA REGIÃO AMAZÔNICA

PASSOS, R.S.¹, VIRGILIO, L.R.¹ e MENENQUETTI, D.U.O¹

1. Programa de PósGraduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia (PPGCITA) da Universidade Federal do Acre (UFAC).

A região amazônica é rica em biodiversidade, incluindo espécies de peixes como os ciclídeos, esses que são frequentemente parasitados o que pode afetar sua saúde e sobrevivência. O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre os parasitos encontrados em peixes pertencentes à família dos ciclídeos ocorrentes na região amazônica. A revisão realizada foi do tipo sistemática, por meio de busca de artigos científicos em bases de dados: SCIELO, BVS, PUBMED e SCIEDIRECT, utilizando os seguintes descritores “Peixes ciclídeos”, “Ciclídeos na Amazônia” e “Parasitas em Ciclídeos”. Com os seguintes critérios de inclusão “Estudos que relatam a ocorrência de parasitos em peixes da família dos ciclídeos na região amazônica”, “Estudos publicados em português, inglês ou espanhol”, “Estudos publicados até setembro de 2023”. Os critérios de exclusão foram “Estudos duplicados (encontrados em mais de uma base de busca)”, “Estudos fora do objetivo da pesquisa, estudos fora da bacia amazônica”, “Estudos que não relatam a ocorrência de parasitos em peixes da família dos ciclídeos”, “Estudos que apresentaram resultados negativos para potencial parasitológico”. Dos 710 artigos encontrados, foram selecionados 41 artigos para análise e discussão dos resultados. Na região amazônica, há uma grande diversidade de peixes que são alvo de diferentes parasitos. Neste estudo, verificou-se que os parasitos mais encontrados que infestam os peixes ciclídeos são *Ichthyophthirius multifiliis*, *Posthodiplostomum* sp., *Contracaecum* sp., Digenea e Monogenea. Os peixes mais afetados incluem *Astronotus ocellatus* (*Ichthyophthirius multifiliis*, *Posthodiplostomum* sp., *Contracaecum* sp., Digenea e Monogenea), *Pterophyllum scalare* (*Ichthyophthirius multifiliis*, Digenea e Monogenea), *Aequidens tetramerus* (*Ichthyophthirius multifiliis*, *Posthodiplostomum* sp., Digenea e Monogenea), *Cichlasoma bimaculatum* (*Ichthyophthirius multifiliis*, *Posthodiplostomum* sp. e *Contracaecum* sp.), *Geophagus altifrons* (*Ichthyophthirius multifiliis* e *Posthodiplostomum* sp.), *Satanoperca jurupari* (*Ichthyophthirius multifiliis*, *Posthodiplostomum* sp., *Contracaecum* sp., Digenea e Monogenea), *Cichla monoculus* (Monogenea), *Oreochromis niloticus* (*Posthodiplostomum* sp e *Contracaecum* sp), *Symphysodon discus* (Digenea) e *Cichla kelberi* (Digenea e Monogenea). A fauna parasitária associada aos ciclídeos é diversa e complexa, refletindo um conjunto de interações dinâmicas. Compreender essas relações é muito importância para a conservação dos habitats dessas espécies, o que justifica a realização de estudos futuros para o melhor entendimento da relação Parasito-Hospedeiro.

Palavras-chave: Parasitos em peixes, Amazônia, Ciclídeos, Helmintos e Ornamentais.

PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO VEGETAL DE PLANTAS DE *Euterpe precatória* Mart. UTILIZANDO FUNGOS ENDOFÍTICOS

PRADO, L. S.¹, SANTOS, G. L.¹, SANTOS, G. S.¹, MARTINS JUNIOR, F. J. F.¹,
CARVALHO, C. M.¹ e PETERS, L. P.¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

O açaí-solteiro (*Euterpe precatória* Mart.) é uma palmeira nativa da região amazônica. O aumento da demanda pela polpa de açaí a partir da década de 1990 estimulou a implantação de novos cultivos comerciais. Nesse contexto, é primordial buscar alternativas para aumentar a produtividade da cultura. Os fungos endofíticos desempenham um papel importante aumentando a produtividade das plantas. Até o momento, ainda não há relatos sobre a promoção do crescimento de plantas de açaí-solteiro por fungos endofíticos. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial de fungos endofíticos de *E. precatória* para a promoção de crescimento de mudas de açaí-solteiro. Para isso, foram analisadas a atividade de cinco fungos endofíticos. As cepas selecionadas foram: 2.4997 *Ramichloridium* sp., 2.5627 *Clonostachys rosea*, 2.4946 *Penicillium sclerotiorum*, 2.5079 *P. paxilli* e 2.5667 *Paecilomyces* sp. Além disso, duas combinações de ambos os fungos foram avaliadas, denominadas Mix 1 e Mix 2. Plantas de açaí-solteiro foram produzidas na Horta Experimental da Universidade Federal do Acre (UFAC). As sementes foram coletadas no Viveiro do Parque Zoobotânico da UFAC e foram semeadas em substrato composto por terra vegetal e compostagem (3:1). Após 100 dias, as plântulas foram repicadas para vasos contendo substrato composto por terra vegetal e areia (1:1), e permaneceram em casa de vegetação sob sombreamento de 50%. Suspensões de conídios fúngicos foram produzidas na concentração de 1×10^6 conídios/mL, com aplicação nas plantas por meio de pulverização. Foram feitas 12 aplicações das suspensões dos fungos endofíticos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por 16 tratamentos e 9 repetições. Ao final, foram obtidos o comprimento da parte aérea e raiz (cm), diâmetro do coleto (mm), número de folhas, massa fresca e seca da parte aérea e da raiz, e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Também foram obtidos os teores de clorofila e carotenoides. As médias foram comparadas usando ANOVA seguida do teste de LSD de Fisher ($p < 0,05$). O fungo endofítico 2.5079 *P. paxilli* foi o melhor em todos os parâmetros avaliados, com exceção do comprimento da raiz, onde o melhor tratamento foi o controle. Além disso, esse fungo apresentou comportamento semelhante com 2.5667 *Paecilomyces* sp. na massa fresca e seca da raiz. Em relação aos teores de clorofila e carotenoides, o melhor tratamento foi o Mix 1. Com isso, concluiu-se que a cepa 2.5079 *P. paxilli* apresentou potencial para promover o crescimento de plantas de açaí-solteiro.

Palavras-chave: Amazônia, Produtos biológicos, Biofertilizantes, Açaí-solteiro e *Penicillium paxilli*.

AVALIAÇÃO DE BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS ISOLADAS DE MATRIZES DE *Theobroma cacao* L. SOBRE O POTENCIAL DE PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO VEGETAL

DINIZ, F. V.¹, CARVALHO, C. M.², SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E.³ e COSTA, F. H. S.¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Rio Branco, 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. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (EMBRAPA), Distrito Federal, Brasília, Brasil.

O sistema de produção agrícola convencional tem gerado grandes impactos ao meio ambiente devido à alta demanda de fertilizantes e defensivos químicos. Nesse contexto, a utilização de microrganismos endofíticos se enquadram como alternativa sustentável para reduzir os impactos da agricultura, pois são capazes de fornecer nutrientes essenciais às plantas. O presente estudo teve como objetivo avaliar bactérias endofíticas isoladas de plantas matrizes de *Theobroma cacao* sobre o potencial de promoção do crescimento vegetal. Para o isolamento das bactérias endofíticas de *T. cacao* foram coletadas amostras de folhas e caules de oito plantas em oito municípios do estado do Acre. As amostras foram levadas ao laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Acre, onde o material passou por desinfecção superficial. Após este procedimento, as amostras foram inseridas em meio de cultura Triptona de Soja (TSB) e incubadas à 28 ° C por 30 dias. Para avaliação do potencial de promoção de crescimento vegetal foram realizados os testes de fixação biológica de nitrogênio (FBN), solubilização de fosfato (PO_4^{3-}) e produção de ácido indol-acético (AIA). A detecção de atividade FBN foi determinada por meio da formação de película de crescimento em tubos de ensaio contendo meio de Nbf semi-sólido. A capacidade de solubilização de fosfato pelos isolados bacterianos foi analisado pela presença de halo, após o cultivo das bactérias no meio de fosfato. Para a produção de AIA, as cepas foram crescidas em meio de cultivo TSB, suplementado com 10% de L-triptofano (5 mM), e os valores de absorvância foram obtidos por meio de espectrofotometria. A análise dos ensaios de FBN e solubilização de PO_4^{3-} foram qualitativas. Para análise de produção de AIA, utilizou-se método quantitativo, a qual os dados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias de Scott-Knott à 5% de probabilidade. No total, 177 isolados de bactérias endofíticas foram obtidos de *T. cacao*. Destas, 85 cepas (48%) apresentaram atividade positiva para FBN. As cepas positivas para FBN foram então encaminhadas para o segundo teste, onde 29 delas (34%) apresentaram atividade de solubilização de PO_4^{3-} . Por fim, as 29 cepas com atividade para FBN e PO_4^{3-} foram encaminhadas ao teste de produção de AIA, no qual se observou que, 29 das bactérias (100%) indicaram produção deste hormônio. Entre elas, a cepa identificada como 892 foi a que apresentou a maior absorvância, diferindo das demais cepas testadas ($p > 0,05$). Conclui-se que bactérias endofíticas isoladas de plantas matrizes de *Theobroma cacao* apresentam características para promover o crescimento vegetal, sugerindo que novos testes sejam realizados para subsidiar tais informações.

Palavras-chave: Fixação biológica de nitrogênio, Ácido indol-acético e Solubilização de fosfato.

FUNGOS ENDOFÍTICOS PRODUTORES DE L-ASPARAGINASE ASSOCIADOS ÀS PLANTAS MEDICINAIS AMAZÔNICAS *Himatanthus succuba* (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson E *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) K. Schum

PRADO, L. S.¹, LIMA, A. J. M.¹, PEREIRA, V. R.¹, DINIZ, F. V.¹ e CARVALHO, C. M.¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

As enzimas de origem microbiana são compostos naturais de grande relevância para a indústria farmacêutica, sendo a L-asparaginase uma dessas enzimas. Por ser importante no tratamento da leucemia linfoblástica aguda (LLA), é primordial encontrar novas fontes de L-asparaginase. Uma fonte em potencial de L-asparaginase são fungos endofíticos de plantas medicinais. Assim, este estudo teve como objetivo selecionar fungos endofíticos produtores de L-asparaginase associados às plantas medicinais amazônicas *H. succuba* e *C. spruceanum*. Os fungos endofíticos foram reativados em meio BDA e identificados por análise morfológica. Para realização do ensaio enzimático, foram produzidas culturas puras dos microrganismos. Os fungos foram crescidos em meio BDA por 7 dias à 28 °C. Três plugues de micélio fúngico foram inoculados em ágar modificado Czapek Dox-McDox (ágar 20,0 g, glicose 2,0 g, L-asparagina 10,0 g, KH₂PO₄ 1,52 g, KCl 0,52 g, MgSO₄.7H₂O 0,52 g, CuNO₃.3H₂O 0,001 g, ZnSO₄.7H₂O 0,001 g, e FeSO₄.7H₂O 0,001 g) suplementado com o indicador azul de bromotimol 0,009%, e incubados a 28 °C por 7 dias. Após incubação, foi verificada a mudança de coloração do meio de cultura de amarelo para azul. Um total de 38 fungos endofíticos foram reativados, onde 34 isolados (89,47%) foram positivos para a produção da enzima, com destaque para fungos dos gêneros *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Lasiodiplodia*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis*, *Phomopsis*, *Trichoderma* e *Xylaria*. As plantas medicinais amazônicas *H. succuba* e *C. spruceanum* abrigam fungos endofíticos com potencial para a produção de L-asparaginase.

Palavras-chave: Agentes Antineoplásicos, Asparagina, Compostos Bioativos, Endofíticos e Amazônia.

ISOLAMENTO DE BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS DE MATRIZES DE *Theobroma cacao* L. E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTAGONISTA SOBRE O CRESCIMENTO DE *Moniliophthora perniciosa*

DINIZ, F. V.¹, CARVALHO, C. M.², SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E.³ e COSTA, F. H. S.¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Rio Branco, 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. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (EMBRAPA), Distrito Federal, Brasília, Brasil.

Moniliophthora perniciosa, é a principal praga do cacau. Trata-se de um patógeno altamente endêmico, onde os esporos fúngicos colonizam as regiões jovens das plantas desencadeando a necrose de tecidos. Dessa forma, o controle biológico se enquadra como um potencial ferramenta a ser utilizada no controle desta praga. Logo a utilização de microrganismos endofíticos podem ser importantes fontes de controle, por apresentarem a produção de antimicrobianos e enzimas que podem atuar no controle da vassoura-de-bruxa. O objetivo deste estudo foi isolar bactérias endofíticas de *T. cacao* e avaliar o potencial antagonista delas como biocontroladoras ao fungo *Moniliophthora perniciosa*. Para o isolamento das bactérias endofíticas de *T. cacao* foram coletadas amostras de folhas e caules de oito plantas em oito municípios do estado do Acre. As amostras foram levadas ao laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Acre, onde o material passou por desinfecção superficial. Após este procedimento as amostras foram inseridas em meio de cultura Tripton de Soja (TSB) e incubadas à 28 ° C por 30 dias. Após o isolamento, foi avaliada a produção de quatro enzimas relacionadas ao biocontrole: celulase, protease, lipase e amilase. As bactérias foram inoculadas em meios de cultura específicos para cada enzima avaliada: ágar carboximetilcelulose – CMC (celulase), meio 1% de amido (amilase), meio 2% de Tween 80 (lipase) e meio 2% de leite desnatado (protease). Atividade positiva foi considerada pela formação de halo translúcido ao redor das colônias. Posteriormente foi realizado ensaio de antagonismo de bactérias endofíticas frente ao patógeno *M. perniciosa*. O potencial de biocontrole foi avaliado mediante a medição em milímetros do crescimento do patógeno em comparação ao grupo controle (ausência de bactéria). A análise da atividade enzimática foi do tipo qualitativa. O teste de antagonismo foi quantitativo, a qual os dados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias de Scott-Knott à 5% de probabilidade. 155 isolados de bactérias endofíticas foram obtidos de *T. cacao*, 7% delas apresentaram atividades proteolítica, 3% celulolítica e 1% amilolítica. 143 bactérias apresentaram algum grau de inibição frente ao fungo *M. perniciosa*, representando 92% dos isolados ($p > 0,05$), sendo que 12 cepas (8%) se destacaram reduzindo em até 50% o crescimento micelial do patógeno ($p > 0,05$). As bactérias endofíticas que apresentaram maior destaque nos resultados foram os isolados 1.783, 1.821, 1.843, 1.816, 1.791, 1.813, 1.807 e 1.782. Conclui-se que bactérias endofíticas isoladas de matrizes de *T. cacao* possuem efeito antagonista ao crescimento *in vitro* de *M. perniciosa*, podendo ser uma ferramenta importante como potenciais biocontroladores do fungo.

Palavras-chave: Vassoura de bruxa, Protease e Controle biológico.

SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO ANTITUMORAL DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA SINTETIZADAS PELA ROTA VERDE UTILIZANDO EXTRATO DE COPAÍBA

COSTA, A. E.¹, DA COSTA, T. H.¹ e RODRIGUEZ, A. F.¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

As nanopartículas metálicas estão sendo utilizadas em diversas aplicações tecnológicas, juntamente com esse campo temos a síntese verde que dispensa o uso de estabilizantes químicos e configura uma abordagem mais saudável ao meio ambiente (SENA, 2021). Neste estudo preparamos NPsAg, sintetizadas pela rota verde usando extrato de copaíba. Caracterizamos as nanopartículas por espectroscopia UV Vis, espalhamento dinâmico de luz – DLS, microscopia eletrônica de transmissão MET e realizamos avaliação antitumoral através do ensaio de MTT utilizando células HepG2. As análises de caracterização mostram a formação de nanopartículas esféricas de tamanho médio de 78nm, o ensaio de MTT revelou que o extrato sozinho possui toxicidade nas concentrações de 2,5 µg/mL e 5 µg/mL e em forma de nanopartícula possui toxicidade nas concentrações de 0,63 µg/mL; 1,25 µg/mL; 2,5 µg/mL e 5 µg/mL. Concluímos por tanto, que as nanopartículas sintetizadas pela rota verde possuem ação antitumoral, o que é percussor para estudos futuros visando sua aplicabilidade nesse campo de estudo.

Palavras-chave: Nanobiotecnologia, Copaíba e Antitumoral.

CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE BACTÉRIAS ISOLADAS DE NÓDULO DE CULTIVARES DE FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

LIMA, A. J. M.¹, LIMA, H. M.¹, PRADO, L. S.¹, OLIVEIRA, E.¹ e FERREIRA, J. B.¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

O agronegócio vem transformando a agricultura e aumentando a demanda por insumos químicos cuja produção causam grande impacto ao meio ambiente. Atualmente, existem alternativas para diminuir os custos de produção, dentre os quais, o uso de inoculantes com bactérias fixadoras de nitrogênio é o mais comum e eficiente. A fixação biológica de nitrogênio (FBN) quando é resultante da interação simbiótica entre plantas comumente da família *Fabaceae* e bactérias genericamente nomeadas como Rizóbio, apresentam grande eficiência e podem substituir a adubação nitrogenada contribuindo para a sustentabilidade agrícola. O feijão-Caupi (*Vigna unguiculata*) é utilizado como planta isca para a captura de Rizóbios por formar nódulos com diferentes gêneros destes microrganismos. O bioma do nódulo é diverso composto por bactérias nodulíferas e não-nodulíferas e, a caracterização fenotípica das bactérias isoladas dos nódulos contribui para a diferenciação em coleções de germoplasma e como método auxiliar para posterior classificação genética. O objetivo desse estudo foi isolar e caracterizar fenotipicamente estirpes isoladas de nódulos de feijão caupí. A coleta dos nódulos foi feita em plantios de agricultores familiares realizados nas praias que se formam no período da vazante, no curso do rio Juruá, em seis pontos, com plantas em estágio fenológico R1 prefloração. Para o isolamento dos microrganismos, foi feita a desinfecção superficial dos nódulos em hipoclorito de sódio e álcool, lavando-os com água destilada e esterilizada. Os nódulos foram amassados e riscados em placas contendo meio de cultura 79 sucessivamente, até a obtenção de 36 estirpes puras. A caracterização fenotípica em meio 79 avaliou alteração de pH, tempo de crescimento, forma, elevação, borda, aspecto da superfície das colônias e produção de muco. Os isolados nativos apresentaram diversidade quanto às características morfológicas e fisiológicas. A maioria dos isolados apresentaram-se com colônias 1 mm, com superfície lisas, borda ondulada e crescimento lento (7 a 10 dias). As bactérias isoladas demonstraram uma leve diversidade morfofisiológica, porém as características predominantes são mais comumente encontradas no gênero *Bradyrhizobium*, considerado mais eficiente em relação à FBN observada em plantas de feijão-caupi.

Palavras-chave: Fixação biológica de nitrogênio, Bactérias fixadoras, Feijão-caupi, Inoculação e *Bradyrhizobium*.

ANÁLISE DA INTERRELAÇÃO ENTRE A DEMANDA DE ÁGUA E A DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO RIO ACRE DIANTE DO CRESCIMENTO POPULACIONAL NO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO, ACRE, BRASIL

MONTEFUSCO, C. L. A.¹, CRUZ, W. M.², MOREIRA, J. G. V.¹ e SERRANO, R. O. P.¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

2. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

A água é um bem vital e requisito mínimo para a vida dos seres vivos e para os meios de produção, além de ser um dos principais recursos para o desenvolvimento das nações. Atualmente, encontra-se escasso ou em estado de grande degradação em muitas regiões do mundo, inclusive no Brasil. O principal desafio é a gestão sustentável da demanda e oferta hídrica para que as atuais gerações supram as suas necessidades sem comprometer a possibilidade de que as futuras gerações também o façam. O rio Acre é um manancial de fundamental importância para a população de Rio Branco, capital do Estado do Acre, pois é por meio dele que é realizada a captação de água para abastecimento da cidade. O intuito do presente estudo foi avaliar o comportamento da dinâmica entre a demanda e oferta hídrica frente ao crescimento populacional de Rio Branco até o ano de 2040. Sendo assim, para determinação da demanda de água para abastecimento foram utilizados os dados censitários do IBGE, para estimativa da população futura por meio da projeção aritmética, juntamente com o consumo *per capita* de água para cidade de Rio Branco com valor de 160 l/hab.dia com base em dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento – SNIS. Em relação à disponibilidade hídrica, estimou-se as vazões mínimas entre 2020-2040 utilizando-se os dados fluviométricos da ANA da série histórica de 1970-2020, em um modelo de regressão linear. Comparando-se a demanda com a disponibilidade hídrica, segundo a vazão de referência Q_{90} , observou-se que o manancial, apesar de estar em tendência negativa, ainda possui vazão para atender a população, com uma grande reserva disponível, até 2040. Sendo assim, foi necessário o estudo do volume de captação pela concessionária a fim de compreender os atuais problemas enfrentados pela população, principalmente na época de estiagem, como racionamento e desabastecimento. Dessa forma, verificou-se que o sistema está captando baixos volumes de água, na ordem inferior a 8% da vazão disponível pelo rio Acre. Em relação a demanda hídrica para abastecimento doméstico, esta representa, atualmente, cerca de 50% do volume de água que está sendo captado. Fato é que o obstáculo presente se manifesta na fase de distribuição de água, assim sugere-se que sejam adotadas melhorias no atual sistema de abastecimento da cidade, com o propósito de fornecer a população um serviço de boa qualidade, considerando que o acesso à água é um recurso essencial à subsistência.

Palavras-chave: Segurança Hídrica, Recursos Hídricos, Abastecimento de Água e Consumo *per capita*.

PRODUÇÃO DE FUNGOS ENDOFÍTICOS EM ARROZ PARA APLICAÇÃO EM LARGA ESCALA

MARTINS JUNIOR, F. J. F.¹, MENDONÇA, G. R. Q.², SILVEIRA, D. C.¹, CARVALHO, C. M.¹ e PETERS, L. P.¹

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.

A produção em larga escala de propágulos de interesse para aplicação em extensas áreas é um desafio significativo na fabricação de biofungicidas. O presente estudo teve como objetivo estabelecer protocolo para a produção em grande quantidade de fungos endofíticos de *Theobroma grandiflorum*. Os fungos endofíticos (*Trichoderma tawa*, *Trichoderma orientale*, *Cunninghamella blakesleeana* e *Clonostachys rósea*), foram isolados do tecido caulinar e foliar do cupuaçuzeiro (*T. grandiflorum*). Para a padronização da produção em escala, 300 gramas de arroz parboilizado foram submetidos a um processo de umidificação em água destilada por um período de 30 minutos e, posteriormente, peneirados para remover o excesso de água. O arroz foi acondicionado em sacos plásticos e esterilizado a 121°C por um período de uma hora, durante dois dias consecutivos. O pré-inóculo contendo os fungos foi preparado em um volume de 30 ml de meio de Batata-Dextrose (BD), utilizando frascos Erlenmeyer de 125 ml, e incubado a 150 rotações por minuto (rpm) por um período de 72 horas. Os fungos endofíticos foram inoculados no arroz esterilizado, e para permitir as trocas gasosas, um filtro composto por algodão, gaze foi fixado na parte superior dos sacos, com o auxílio de elásticos. O material foi mantido em condições controladas de Demanda Biológica por Oxigênio (BOD) a uma temperatura de 28°C por um período de 14 dias. Após o crescimento, o arroz foi transferido para sacos de papel, selados com grampeadores, e mantidos em condições de BOD a 28°C para desidratação. Uma vez que o material estava completamente seco, o arroz foi processado, sendo triturado em um liquidificador industrial para obter um pó fino. Todo o material resultante foi então peneirado para eliminar qualquer excesso de arroz não processado. O pó obtido foi armazenado em recipientes estéreis, vedados com papel alumínio para evitar a exposição à luz. Ao final do processo, o pó fúngico foi armazenado a uma temperatura de 4°C. Para fins de aplicação, uma concentração de 50 gramas de pó fúngico foi dissolvida em 1 litro de água, a fim de atingir uma concentração de esporos de fungos de 1×10^{-6} , possibilitando assim a utilização eficaz do biofungicida em grandes áreas. Logo, o arroz é um substrato eficaz para a produção de inoculo em grande quantidade.

Palavras-chave: Biofungicida, Fermentação sólida e Produção massal.

ANÁLISE DO POTENCIAL FITORREMEIADOR DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS E FLORESTAIS DE REGENERAÇÃO NATURAL DO LIXÃO DESATIVADO EM RIO BRANCO/AC

SOLÁ, G. S¹, VIGA, E. R² e DA SILVA, B. K. A³

1. Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia (PPGCITA) da Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil;
3. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

O crescimento demográfico aumenta em ritmo exponencial e com ele também vem o aumento proporcional de lixo produzido. Após a Revolução Industrial, no Brasil um grande fluxo de pessoas passou a migrar para a zona urbana, culminando, entre outros impactos, no aumento do lixo e na contaminação ambiental. A deposição de lixo, durante muito tempo, ocorreu em lixões, sem nenhum tratamento prévio ou mitigatório. A pauta dos resíduos sólidos passou a ser discutida e tornou-se uma das prioridades das medidas de desenvolvimento sustentável dos países no mundo todo, visto que a recuperação de áreas que foram sujeitas ao depósito de resíduos é uma medida essencial para conter os efeitos do aquecimento global, o objetivo deste trabalho foi avaliar a regeneração natural arbórea e arbustiva do aterro sanitário desativado localizado na AC-90 de Rio Branco AC, bem como realizar o levantamento de espécies nativas com potenciais para uso na fitorremediação. Para o levantamento florístico foram feitas análises das folhas e raízes das espécies existentes com DAP ≤ 3 . Para a análise do solo, foram coletados 20 pontos em parcelas de 30 metros com profundidade de 20 cm. As análises demonstraram que espécies como *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, *Aegiphila* sp. e *Leucena leucocephala* (Lam.) conseguem concentrar metais em suas raízes tais como Cromo (Cr): 7,57 mg/dcm⁻³, 4,73 mg/dcm⁻³, 6,8 mg/dcm⁻³; Níquel (Ni): 9,15 mg/dcm⁻³, 10,23 mg/dcm⁻³, 4,5 mg/dcm⁻³; Chumbo (Pb): 0,43 mg/dcm⁻³, 0,07 mg/dcm⁻³, 12,42 mg/dcm⁻³. Assim concluindo que, essas espécies demonstram ser uma alternativa para fitorremediação em áreas que tenham passado por um longo período de contaminação.

Palavras-chave: Fitorremediação, Contaminação ambiental e Lixo.

USO E A OCUPAÇÃO DA TERRA EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ SÃO FRANCISCO, RIO BRANCO, AC

ARAUJO G. L.¹, NASCIMENTO B. S.¹, MOREIRA J. G.¹ e SERRANO R. O. P.¹

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia (PPGCITA) da Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

As Área de Preservação Permanentes – APP desempenham papel fundamental para a manutenção dos recursos hídricos, assim como as nascentes, sendo a preservação delas de extrema relevância. Com essas perspectivas e, visando construir elementos de gestão, objetivou-se analisar as APPs da bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, que nasce no município de Bujari e atravessa a cidade de Rio Branco, destacando-se como um dos principais cursos d'água da Capital do Acre. A bacia do Igarapé São Francisco foi delimitada através do Satélite SRTM 1, com a área total de 452,87 Km². Para a análise, primeiramente foi gerada a drenagem para, então, determinar as faixas de ocupação segundo a normativa constante no arcabouço do Novo Código Florestal (Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012). As faixas *non aedificandi*, definiu-se com 100 m no curso principal e de 30 m nos afluentes. A classificação dos usos foi realizada a partir mapa bioma 2021, com as seguintes classes: Floresta, Formação Natural (não floresta), Agropecuária, Área não vegetada, Corpos d'água. Além disso, parte da bacia analisada ocupa a zona urbana de Rio Branco o que impacta diretamente em eventos extremos, como inundações. Os resultados permitiram concluir que o uso destinado à Agropecuária está ocupando 58,58% da área total da APP, com a área de floresta ocupando a segunda posição, com 30,79%. As demais formas perfazem 10,63%. Sendo assim, considera-se que, caso não haja intervenção como recuperação das APPs, por exemplo, a bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco deve continuar sendo afetada com os impactos negativos da dinâmica de ocupação e outros fatores. A metodologia de delimitação automática utilizada no estudo mostrou-se eficaz, possibilitando a conformidade das propriedades com as diretrizes da legislação florestal em vigor de maneira precisa e ágil. **Palavras-chave:** Áreas de preservação permanente, Dinâmica de ocupação e Impactos ambientais.

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TAMPÕES DE EXTRAÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS DE TECIDOS VEGETAIS DE *Euterpe precatoria* Mart

SANTOS, G.L.^{1,2}, PRADO, L.S.^{1,2}, CORRÊA, P. H. M.², PETERS, L. P.³ e SILVA, B. K. A.⁴.

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia (PPGCITA) da Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil;
3. Centro de Ciências da Saúde e Desporto, Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil;
4. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

O cádmio (Cd) é um metal pesado prejudicial à saúde humana, demandando técnicas de remediação de solos contaminados. A fitorremediação, tecnologia de baixo custo, prática e eficaz, requer estudos para procurar espécies vegetais que sejam capazes de acumular cádmio. Para otimizar o processo, é crucial o uso de técnicas bioquímicas para medir a atividade antioxidante das plantas em resposta ao cádmio, sendo primordial o desenvolvimento de protocolos de análises. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar diferentes tampões de extração para determinação de proteínas de tecidos vegetais de *Euterpe precatoria* Mart. contaminados com cádmio. Para isso, foram obtidas mudas de açaí-solteiro disponibilizadas pelo Viveiro da Floresta, cultivadas em sistema de hidroponia. O experimento foi realizado na Horta Experimental da UFAC, e foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com duas condições de exposição distintas: um tratamento exposto ao cádmio (5 mM) e um controle. Após três dias de exposição ao cádmio, plantas inteiras foram coletadas, congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas a -80 °C. Para determinação de proteínas, foram testados cinco tampões de extração: Tampão 1 (fosfato de potássio 100 mM (pH 7,5), acrescido de 1 mM de EDTA, 3 mM de DTT e PVPP); Tampão 2 (fosfato de potássio 50 mM (pH 7,6), acrescido de 1,0 mM de ácido ascórbico, 1,0 mM de EDTA e PVPP); Tampão 3 (fosfato de sódio 100 mM (pH 7,0), acrescido de 2% de ácido ascórbico, 5 mM de DTT e PVPP), Tampão 4 (fosfato de potássio 100 mM (pH 7,5), acrescido de 3 mM de DTT, 1 mM de EDTA, 1 mM de ácido ascórbico, 2 mM de β -Mercaptoetanol e PVPP) e Tampão 5 (fosfato de potássio 100 mM (pH 7,5), acrescido de 3 mM de DTT, 1 mM de EDTA, 1 mM de ácido ascórbico, 14 mM de β -Mercaptoetanol e PVPP). A parte aérea (100 g) foi usada para realização dos ensaios. O homogeneizado foi centrifugado a 10000 rpm por 30 minutos à 4 °C, e a concentração de proteínas foi determinada segundo o método de Bradford. A absorbância foi medida no comprimento de onda de 595 nm. O melhor tampão de extração foi o Tampão 5, e a quantidade de proteínas encontrada foi igual a 1,32 mg/mL em 500 μ L de tampão. Com isso, concluiu-se que quanto mais concentrada a amostra, mais proteínas são extraídas, além disso o β -Mercaptoetanol foi essencial para evitar a oxidação do material vegetal.

Palavras-chave: Fitorremediação, Cádmio, Açaí-solteiro, Enzimas antioxidantes e β -Mercaptoetanol.

ANÁLISE DE CLUSTER PARA A OBTENÇÃO DE GRUPOS A PARTIR DE INDIVÍDUOS SEGREGANTES (F2's) DE FEIJOEIRO-CAUPI

Sales, N. C. C.¹, Targanski, H.¹, Souza, G. N.¹, Pedrosa, R. B.¹ e Santos, V. B.¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

Vigna unguiculata (L.) Walp., popularmente conhecido como feijão-caupi, é uma leguminosa de grande importância socioeconômica para agricultores familiares e famílias de baixa renda, uma vez que apresenta nutrientes essenciais à dieta e baixo custo de aquisição, garantindo a segurança alimentar, e boa adaptabilidade às condições tropicais. Assim, o presente trabalho teve por objetivo classificar em grupos indivíduos em segregação (F2's) a partir de quatro caracteres relacionados à produção: número de vagens e grãos por planta e massa de vagens e grãos por planta. O trabalho foi realizado na Universidade Federal do Acre, entre abril e julho. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC) com sete repetições e três tratamentos, totalizando 21 unidades experimentais. Cada tratamento correspondia a um cruzamento, em que os indivíduos de 1 a 7 representavam o cruzamento um (Manteigão x Manteiguinha Vermelho), de oito a 14 o cruzamento dois (Manteiguinha Vermelho x Leite) e de 15 a 21 o cruzamento três (Manteigão x Leite). A hibridação foi realizada em 2019, utilizando material genético do Estado, ou seja, explorando a variabilidade genética local. A análise de cluster foi realizada pelo *software* RStudio, utilizando a distância euclidiana e os métodos de agrupamento 'Complete' e 'Ward'. Ao final, foram obtidos dois dendrogramas. Mediante a análise de agrupamento (Figura 1), foi possível inferir que, apesar dos métodos agruparem os indivíduos por diferentes medidas de distâncias, os agrupamentos foram semelhantes, evidenciando a similaridade dos indivíduos tanto no 'Ward' quanto no 'Complete'. Dessa forma, foram obtidos três grupos iguais para o método 'Ward' e 'Complete', com divergência entre métodos apenas no primeiro subgrupo - segundo e terceiro agrupamento: I. 5, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 (11 indivíduos); II. 4 e 8 (dois indivíduos); e III. 1, 2, 3, 7, 9, 10, 12 e 21 (oito indivíduos). Logo, espera-se que os indivíduos similares gerem famílias parecidas mesmo não sendo do mesmo cruzamento, especialmente por terem pelo menos um genitor da mesma variedade. Portanto, se o objetivo for obter populações divergentes ao final do programa de melhoramento, faz-se necessário escolher indivíduos dos três grupos para compor as futuras gerações. Além disso, os dois métodos formam grupos similares para os indivíduos estudados.

Palavras-chave: Cruzamentos, Agrupamentos e Biodiversidade.

CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO E MONITORAMENTO DO DESMATAMENTO NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ SÃO FRANCISCO COM GOOGLE EARTH ENGINE

ARAÚJO, R. R. R.¹, MENDONÇA, A. P. T. ¹ e FIGUEIREDO, S. M. M.¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

As intervenções humanas promovem impactos significativos no ambiente terrestre, desencadeando processos que frequentemente desequilibraram os ecossistemas. A utilização inadequada do solo tem o potencial de desencadear uma variedade de problemas ambientais, incluindo mudanças climáticas, perturbações no ciclo hidrológico e erosão do solo, o que compromete a estabilidade do ambiente natural. A classificação de imagens de sensoriamento remoto é uma ferramenta essencial para a interpretação, análise e monitoramento das alterações na cobertura da Terra. Sendo assim, este trabalho objetivou caracterizar o uso e ocupação do solo na microbacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, através de algoritmos na plataforma Google Earth Engine (GEE). A área de estudo possui aproximadamente 45.085,00 hectares, abrangendo os municípios de Rio Branco e Bujari, no Estado do Acre. A microbacia tem grande importância no contexto histórico e atual da região, sendo que quaisquer alterações nesse âmbito afetam direta e indiretamente a sociedade circunvizinha. Para isso, foram utilizadas imagens do sensor MSI do satélite Sentinel-2, coleção harmonizada, disponíveis na plataforma GEE. O algoritmo de classificação Random Forest foi empregado a partir de códigos na linguagem de programação JavaScript executados no Code Editor do GEE, em uma série temporal de 2022. Foram mapeadas as seguintes classes: floresta, água, pastagem, solo exposto e área urbanizada. A classificação foi validada através de matriz de confusão, com a obtenção da exatidão global do mapeamento e do índice Kappa. Além disso, buscando obter parâmetros sobre a dinâmica da conversão de áreas florestadas em áreas desflorestadas, foram utilizados os dados da coleção Hansen Global Forest Change, também disponível no GEE. Os resultados mostram que a paisagem é predominantemente ocupada por pastagem, abrangendo 19.331,30 hectares, cerca de 42,88% da área mapeada. A classe de floresta é a segunda maior abrangente, correspondendo a 38,18% da cobertura. Adicionalmente, os dados Hansen evidenciaram um acréscimo das taxas de perda de áreas florestadas a partir do ano de 2019. As áreas urbanizadas compreenderam 9,80% do mapeamento, tendo em vista a inserção da microbacia em ambiente urbano-antropizado. As demais classes corresponderam a aproximadamente 9,1% da área estudada. A expansão da atividade agropecuária foi identificada como um dos principais impulsionadores da subsequente conversão de áreas florestadas em áreas desflorestadas, devido ao aumento dos investimentos nesse setor e o grande número de estabelecimentos rurais na região. Esse aumento desenfreado pode acelerar processos de degradação ambiental, como a poluição de ecossistemas, redução da biota e impactos nos recursos hídricos.

Palavras-chave: Dinâmica de Paisagens, Cobertura do Solo, Classificação Supervisionada, Sensoriamento Remoto e Amazônia.

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOFIBRAS E NANOCRISTAIS DE CELULOSE, OBTIDOS A PARTIR DO BAMBU NATIVO *Guadua weberbaueri*: ANÁLISES PRELIMINARES

VIANA T.H.C.¹, SENA, A.E.C.¹, SOUZA, M.S.¹ e RODRIGUEZ, A.F.R.¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

A abundante ocorrência nativa de bambu da espécie *Guadua weberbaueri* – conhecido como “taboca” no Acre – bem como no continente americano, com ênfase na América Latina, proporcionou a disseminação do seu uso, em vertentes desde de alimentação, até construtiva. Aliado ao advento da nanotecnologia, intervenções que propõem a junção de tais aspectos são registradas em crescimento exponencial, principalmente no que tange às caracterizações. Assim, surge como objetivo do presente estudo, caracterizar propriedades de nanofibras e nanocristais de celulose sintetizados a partir do bambu nativo (*G. weberbaueri*) Para tanto, são executadas etapas preliminares, até o preparo das nanofibras de celulose foi obtida a partir do pseudocaule do bambu através de vários processos como moagem, peneiramento, pré-tratamento, branqueamento, eliminação de hemicelulose e lignina para obtenção de celulose, hidrólise ácida de celulose para obtenção de nanofibras de celulose cristalina, resultando assim, amostras de nanofibras deslignificadas (PDC), nanofibras branqueadas (PBC) e nanocristais de celulose (NCC). As amostras foram caracterizadas por difração de raio-X, espalhamento dinâmico de luz e teores de fibras e celulose. Os resultados indicaram, na amostra NCC, nanomateriais com diâmetro de partículas em torno de 10 nm. Sobre a cristalinidade, houve predominância na região cristalina, com 2θ variando entre 22° e 23° para as amostras PDC e PBC, sendo mais expressivo na amostra de NCC. Nos teores de celulose, foram obtidos valores máximos de celulose, com valores mínimos de lignina e hemicelulose, para a amostra PBC, enquanto que na amostra NCC, o comportamento foi inverso, com maiores índices de hemicelulose e lignina, em contrapartida à menor concentração de celulose. Portanto, os objetivos foram cumpridos de forma satisfatórias através das análises realizadas, que permitiram expor características de uma espécie nativa, abrindo perspectivas em sua utilização futura, aliando engenharia civil, nanotecnologia e desenvolvimento sustentável para a Amazônia.

Palavras-chave: Nanobiotecnologia, Bambu e Amazônia.

DIFERENTES HOSPEDEIROS E A VALIDAÇÃO DE *PRIMERS* ESPECÍFICOS A *Moniliophthora perniciosa*

SOUZA, V. L.¹, SILVA, E. V. A.¹, PRADO, L. S.¹, SILVA, C. G.¹, MARTINS JUNIOR, F. J. F.¹, CARVALHO C. M.¹ e PETERS, L. P.¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

Moniliophthora perniciosa (*Marasmiaceae*: *Agaricales*) é um fungo hemibiotrófico e o agente causal da vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiro e cacauzeiro. Além do *Theobroma cacao* e *T. grandiflorum*, *M. perniciosa* infecta uma variedade de hospedeiros pertencentes a outras famílias, e vários biótipos foram delimitados com base na adaptação do hospedeiro, a saber: biótipo C infectando membros das *Malvaceae* e espécies dos gêneros *Theobroma* e *Herrania*; biótipo S infectando membros de *Solanaceae*; biótipo B infectando *Bixa orellana*, um membro da família *Bixaceae*; biótipo L em cipós florestais e posteriormente identificado como pertencente à família *Bignoniaceae* e biótipo H infectando membros da família *Malpighiaceae*. Diante disso, o objetivo desse estudo foi ampliar o conhecimento sobre a distribuição geográfica de *M. perniciosa* e seus hospedeiros na Amazônia Ocidental, e avaliar a especificidade de conjuntos de *primers* específicos a essa espécie fúngica. A coleta de basidiomas de diferentes hospedeiros foi realizada na Área de Proteção Ambiental do Amapá (Rio Branco-AC), enquanto os demais basidiomas foram coletados das vassouras secas de cupuaçuzeiro e cacauzeiro em Nova Califórnia (Rondônia). Para o isolamento de *M. perniciosa*, os basidiomas foram imersos em hipoclorito de sódio 3%, mantidos por 3 min e lavados 2 vezes em água destilada esterilizada. Posteriormente, os basidiomas foram seccionados e colocados em meio de cultura BDA e mantido a 28 °C por 10 dias. A extração do DNA foi realizada utilizando solução CTAB 3%, CIA (24:1 clorofórmico – álcool isoamílico), isopropanol gelado e água DEPC 0,1%. A reação de PCR foi realizada com 0,4 µM dos *primers* Mp01; 0,2 µM de dNTP; 1 U Taq DNA polimerase (Ludwig) e 1x do tampão. As ciclagens das reações da PCR foram realizadas da seguinte forma: desnaturação a 95 °C durante 2 min, seguida por 30 ciclos de 95 °C durante 30 s, 55 °C durante 30 s e 72 °C durante 1 min e uma extensão final a 72 °C por 7 min. Os produtos da amplificação foram submetidos à eletroforese em gel de agarose 2%, por 1 hora. Foi utilizado DNA Ladder de 1 Kb (Ludwig) como marcador molecular. O DNA dos basidiomas coletados foram amplificados utilizando o conjunto de *primers* Mp01, indicando ser *M. perniciosa*. Adicionalmente, o conjunto de *primers* também amplificaram para *M. perniciosa* isolado de liana (lianas florestais). Dessa forma, o estudo revelou que o conjunto de *primers* pode ser usado para identificação molecular e facilitará o levantamento da distribuição de espécie fúngica na Amazônia.

Palavras-chaves: *Moniliophthora perniciosa*, Diferentes hospedeiros, Distribuição geográfica, *Primers* específicos e Identificação molecular.

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO, CONHECIMENTO E PRÁTICAS DA POPULAÇÃO ASSOCIADAS À DOENÇA DE CHAGAS EM CAPIXABA, ACRE, BRASIL

GERMANO, W. G.¹, BRAGA, L. S.², MENEGUETTI, D. U. O.^{1,2} e OLIVEIRA, J.^{2,3}

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia (PPGCITA) da Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Saúde na Amazônia Ocidental (PPGCSAO) da Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil;
3. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

A doença de Chagas é uma endemia relevante na América Latina. Contudo, poucas pesquisas são realizadas sobre o conhecimento que a população possui sobre o tema. Portanto, este estudo tem como objetivo descrever a percepção, o conhecimento e as práticas da população do Município de Capixaba, Estado do Acre, Brasil, em relação a questões gerais relacionadas à doença de Chagas e seus vetores. A pesquisa foi realizada devido à lacuna no conhecimento da população do município de Capixaba sobre a DC e seus vetores. Ademais, este município está localizado em uma região endêmica e faz fronteira com a Bolívia, um país que também apresenta endemicidade para a doença de Chagas. Isso indica um potencial risco de transmissão da doença na região que pode estar subestimado. O estudo foi conduzido por meio de um questionário semiestruturado, no qual foi avaliado se os participantes conseguiam identificar os triatomíneos através de uma prancheta de imagens, se já encontraram "barbeiros" na residência, quais problemas de saúde a DC pode causar, entre outras questões. As visitas domiciliares foram realizadas entre maio e agosto de 2023. Após a coleta de dados, os questionários foram tabulados, descritos e avaliados. Os resultados mostraram que dos 400 participantes, 49,50% conseguiram identificar os vetores, mas apenas 12% dos entrevistados sabiam para qual local deveria ser encaminhado o "barbeiro". Em relação às medidas preventivas para a infecção, apenas 22% dos entrevistados afirmaram adotar medidas preventivas em relação à enfermidade. Além disso, o estudo revelou fatores de risco em potencial relacionados aos costumes da população analisada, especialmente no que se refere às transmissões orais e vetoriais. Foi constatado que 62,60% dos entrevistados consomem carne de caça, e 95% consomem frutos associados à transmissão da doença de Chagas aguda, consumindo os frutos com processamento caseiro. Em síntese, esta investigação destaca a necessidade de campanhas educativas, uma vez que foi conduzida em uma região com potencial risco de transmissão da doença de Chagas, e não tem estudos com esse fito.

Palavras-chave: Tripanossomíase Americana, Educação em saúde, Controle dos vetores e Triatominae.

ESTOQUE DE CARBONO E ABELHAS SOLITÁRIAS EM ÁREAS DE FLORESTA EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS: UMA ABORDAGEM DE PEQUENA ESCALA

ARAÚJO, L. B.¹, MIRANDA, P. N.² e MORATO, E. F.¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

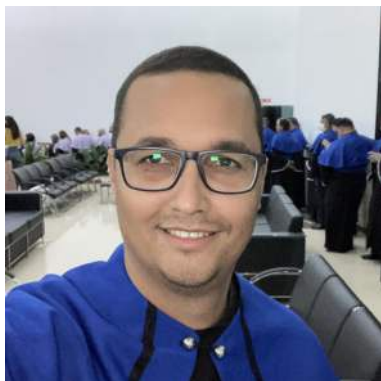
2. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre (IFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

O desmatamento das florestas tropicais é um dos principais responsáveis pelo aumento das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera e, portanto, pelo aumento da temperatura global. A determinação dos estoques de carbono é fundamental para a proteção desses ecossistemas. Contudo, um grande desafio ainda é demonstrar uma relação direta e congruente entre as estimativas do carbono estocado, a biodiversidade, seus componentes e funções. Frequentemente, a quantidade de carbono estocado não mantém uma relação significativa com a própria diversidade florística e a de outros grupos de organismos. As abelhas solitárias constituem um componente da biodiversidade das florestas tropicais de mais alta importância, em função do provimento do serviço ecossistêmico da polinização e, assim, da produção final de frutos e sementes. Este trabalho objetivou explorar a relação entre o estoque de carbono, riqueza florística, densidade de bambus e a atividade de nidificação de abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes de troncos e galhos em áreas de floresta em diferentes estágios sucessionais de um remanescente florestal, Senador Guimard, Acre. Nove parcelas de cerca de 1 ha instaladas em 2001 na Fazenda Experimental Catuaba (UFAC) e em diferentes estágios sucessionais (floresta secundária jovem experimentalmente desmatada e queimada, floresta secundária tardia e floresta primária) foram amostradas durante seis anos entre 2005 e 2010. Em cada parcela a biomassa arbórea viva acima do solo (BVAS) (t.ha⁻¹), a riqueza florística (espécies/parcela), a densidade de bambus (colmos.ha⁻¹) e a abundância de ninhos de abelhas solitárias de cavidades foram avaliadas. Modelos estatísticos de regressão logarítmica, exponencial e modelos lineares generalizados (GLMs) foram empregados para explorar a relação entre essas variáveis. A riqueza florística e o estoque de carbono das áreas correlacionaram-se negativamente (modelo logarítmico) com a densidade de bambus. Por outro lado, a riqueza florística e o estoque de carbono correlacionaram-se positivamente (modelo exponencial). Os modelos GLMs mostraram relação negativa entre a densidade de bambus e abundância de ninhos de abelhas. Contudo, a riqueza florística e o estoque de carbono apresentaram relação positiva e significativa com a abundância de ninhos. Assim, na escala espacial considerada, os resultados sugerem que a proteção de áreas com maior riqueza florística e estoque de carbono garante também a proteção da atividade de nidificação das abelhas e dos serviços ecossistêmicos da polinização. Abordagens em amplas escalas contemplando biomassa arbórea e a diversidade de outros grupos de plantas e animais serão fundamentais para a verificação da congruência entre carbono e biodiversidade.

Palavras-chave: Estoque de carbono, Nidificação e Conservação.

ORGANIZADORES

Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti



Possui graduado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Luterano de Ji-Paraná (CEULJI/ULBRA) 2007; Especialização em Didática e Metodologia do Ensino Superior – 2008; Mestrado em Genética e Toxicologia Aplicada pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) (2011), Doutorado em Biologia Experimental pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR) 2015 e Pós-Doutorado em Biologia Experimental pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR) e Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (PROCAD-AM) 2020. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) de Extensão no País (EXP) Nível A no período de 2018 a 2019, Coordenador do Mestrado em Ciência Inovação e Tecnologia para Amazônia no período de 2021 a 2023 e Bolsista de Extensão Tecnológica (BET) do SEBRAE/AC no Programa dos Agentes Locais de Inovação (ALI) de 2023 a 2024. Atualmente é docente da Universidade Federal do Acre (UFAC), atuando no Colégio de Aplicação e sendo docente permanente dos seguintes Programas de Pós-Graduação: Mestrado em Ciência da Saúde na Amazônia Ocidental (PPGMECS) e Mestrado em Ciência Inovação e Tecnologia para Amazônia (PPGCITA). É líder do grupo de Pesquisa: Grupo de Estudo em Saúde, Educação e Biodiversidade (GESEB). Desenvolve pesquisas na área da parasitologia, com ênfase relação parasito hospedeiro em especial a doença de Chagas. Atualmente é Coordenador do Laboratório de Medicina Tropical (LABMEDT) da UFAC e Representante Regional da Sociedade Brasileira de Parasitologia no estado do Acre.

Rodrigo Otávio Peréa Serrano



Rodrigo Otávio Peréa Serrano, rondoniense, graduou-se em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Acre - UFAC (2000) e Formação Pedagógica em Geografia (2019), tem mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais pela Universidade Federal do Acre (2005) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Minas Gerais (2017). Atuou como professor de geoprocessamento e topografia do centro multidisciplinar do CMULT/UFAC Campos Floresta de 2006 - 2010. Atualmente é professor 3º grau da Universidade Federal do Acre da área de cartografia. É coordenador da área de geografia do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID-UFAC) e coordenador do Laboratório de Cartografia da UFAC. Tem pesquisas na área de aproveitamento hidráulicos e sustentabilidade, atuando principalmente nos seguintes temas: Recursos hídricos, manejo de bacias, saneamento, desgaste hidroabrasivo e transporte de sedimentos fluviais.

José Genivaldo do Vale Moreira



José Genivaldo do Vale Moreira, acreano, licenciou-se em Matemática pela UFAC, em 2004, através do Programa Especial de Formação de Professores para a Educação Básica. Iniciou o Mestrado em Matemática no primeiro semestre de 2012, em MINTER entre UFAM e UFAC, entretanto, no segundo semestre do mesmo ano se desligou para ingressar no Doutorado, na forma de DINTER entre UFMG e UFAC. Concluiu Doutorado em 2016, no Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. Ingressou como docente efetivo da UFAC em 2009, no Campus Floresta, em Cruzeiro do Sul, onde atua com ensino, pesquisa e extensão. Na graduação, trabalha regularmente com disciplinas que atendem aos cursos de Engenharia Agrônoma, Engenharia Florestal e Ciências Biológicas. Na pós-graduação, atua no Programa de Pós-graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, vinculado ao Campus Sede, além do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, do Campus Floresta. Já na extensão, atua comumente em cursos voltados ao uso de ferramentas de apoio a análise estatística. Atualmente ocupa o cargo de vice-diretor do CMULTI, Campus Floresta.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento de água: 35, 36, 39, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 53 e 84.

Açaí-solteiro: 78 e 88.

Agentes antineoplásicos: 80.

Antitumoral: 82.

Áreas de preservação permanente: 16, 17 e 87.

Aterro controlado: 57, 59, 62 e 63.

B

Bactérias fixadoras: 83.

Bambu: 91 e 94.

Biocontrole: 7 e 81.

Biofertilizantes: 8 e 78.

Biofungicida: 9 e 85.

Bioinsumo: 7, 8, 9, 11, 12, 13 e 14.

C

Cobertura do solo: 25, 26, 31 e 90.

Compostos bioativos: 80.

Contaminação ambiental: 58 e 86.

Controle biológico: 81.

Copaíba: 82.

D

Dinâmica de ocupação: 16, 22, 23 e 87.

Dinâmica de paisagens: 25 e 90.

E

Educação em saúde: 93.

Endofíticos: 78, 79, 80, 81 e 85.

Estoque de carbono: 94.

F

Feijão-caupi: 83 e 89

Fitorremediação: 57, 60, 61, 62, 86 e 88.

Fixação biológica de nitrogênio: 79 e 83.

I

Impactos ambientais: 16, 57, 59 e 87.

M

Metais Pesados: 57, 61, 62, 68, 70, 72 e 73.

N

Nanobiotecnologia: 82 e 91,

P

Parasitas em peixes: 77.

R

Recursos Hídricos: 16, 17, 18, 35, 37, 58, 59, 84, 87 e 90.

S

Sensoriamento remoto: 25, 27, 29 e 90.

T

Triatominae: 93.

Tripanossomíase Americana: 93.

V

Vassoura de bruxa: 81.

REALIZAÇÃO



APOIO



FAPAC

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA
DO ESTADO DO ACRE



ISBN: 978-65-80261-26-0



DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261260