

Org.

Altem Nascimento Pontes
Álison Rangel Albuquerque
Walmer Bruno Rocha Martins

Perspectivas e Tendências das Ciências Florestais

UMA VISÃO INTERDISCIPLINAR PARA A AMAZÔNIA



Universidade do Estado do Pará

Reitor

Clay Anderson Nunes Chagas

Vice-Reitora

Ilma Pastana Ferreira

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Jofre Jacob da Silva Freitas

Pró-Reitora de Graduação

Maria Célia Barros Virgulino Pinto

Pró-Reitora de Extensão

Vera Regina Menezes Palácios

Pró-Reitor de Gestão e Planejamento

Carlos José Capela Bispo



Editora da Universidade do Estado do Pará

Coordenador e Editor-Chefe

Nilson Bezerra Neto

Revisão

Marco Antônio da Costa Camelo

Design

Flávio Araujo

Web-Page e Portal de Periódicos

Bruna Toscano Gibson

Livraria

Arlene Sales

Bibliotecária

Rosilene Rocha

Estagiária de Design

Rebecka Milenna Nascimento Barroso

Conselho Editorial

Francisca Regina Oliveira Carneiro

Hebe Morganne Campos Ribeiro

Jofre Jacob da Silva Freitas (Presidente)

Joelma Cristina Parente Monteiro Alencar

Josebel Akel Fares

José Alberto Silva de Sá

Juarez Antônio Simões Quaresma

Lia Braga Vieira

Maria das Graças da Silva

Maria do Perpétuo Socorro Cardoso da Silva

Marília Brasil Xavier

Núbia Suely Silva Santos

Robson José de Souza Domingues

Pedro Franco de Sá

Tânia Regina Lobato dos Santos

Valéria Marques Ferreira Normando



Perspectivas e Tendências das Ciências Florestais

UMA VISÃO INTERDISCIPLINAR PARA A AMAZÔNIA

Realização

Universidade do Estado do Pará - UEPA
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais -PPGCA
Editora da Universidade do Estado do Pará-Eduepa



Normalização e Revisão

Marco Antônio da Costa Camelo
Nilson Bezerra Neto

Capa

Flávio Araujo

Diagramação

Odivaldo Teixeira Lopes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da UEPA - SIBIUEPA

P467 Perspectivas e tendências das ciências florestais: uma visão interdisciplinar para Amazônia / Altem Nascimento Pontes; Álisson Rangel Albuquerque ; Walmer Bruno Rocha Martins (Orgs.). – Belém : EDUEPA, 2021.

229 p. : il.

Inclui bibliografias

ISBN 978-65-88106-32-7

1. Ciência florestal. 2. Ecologia. 3. Ecossistema. 4. Floresta – área degradada. 5. Floresta – sistema produtivo. 6. Socioeconomia. 7. Comunidade quilombola. 8. Briqueite - produção. 9. Desmatamento. 10. Mineração. I. Pontes, Altem Nascimento. II. Albuquerque, Álisson Rangel. III. Martins, Walmer Bruno Rocha. IV. Título.

CDD 363.7 – 22.ed

Ficha Catalográfica: Rosilene Rocha CRB-2/1134

Editora filiada



Editora da Universidade do Estado do Pará - EDUEPA
Travessa D. Pedro I, 519 - CEP: 66050-100
E-mail: eduepa@uepa.br/livrariadauepa@gmail.com
Telefone: (91) 3222-5624

   @eduepaoficial

Org.
Altem Nascimento Pontes
Álison Rangel Albuquerque
Walmer Bruno Rocha Martins

Perspectivas e Tendências das Ciências Florestais

UMA VISÃO INTERDISCIPLINAR PARA A AMAZÔNIA

SUMÁRIO

MITOS E CRENDICES AGRÍCOLAS DA REGIÃO AMAZÔNICA.....	11
<i>Alfredo Homma</i>	
PRINCIPAIS LACUNAS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE ECOSSISTEMAS MINERADOS NA AMAZÔNIA.....	34
<i>Walmer Bruno Rocha Martins, Victor Pereira de Oliveira, Julia Isabella de Matos Rodrigues</i>	
BASES ECOLÓGICAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CAULIM NA AMAZÔNIA ORIENTAL.....	56
<i>Victor Pereira de Oliveira, Walmer Bruno Rocha Martins, Julia Isabella de Matos Rodrigues, Gustavo Schwartz</i>	
A IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DOS SISTEMAS PRODUTIVOS FLORESTAIS PARA O MODO DE VIDA DE COMUNIDADES QUILOMBOLAS DE ABAETETUBA, PARÁ.....	80
<i>Janaina Pinheiro Gonçalves, Thyago Gonçalves Miranda, Raynon Joel Monteiro Alves, Ana Cláudia Caldeira Tavares-Martins, Eloísa Helena de Aguiar Andrade</i>	
SEEDLING GROWTH OF POUTERIA CAIMITO UNDER DIFFERENT NURSERY SHADING LEVELS.....	107
<i>Noemi Vianna Martins Leão, Elizabeth Santos Cordeiro Shimizu, Marcus Victor Almeida Campos, Sérgio Heitor Sousa Felipe</i>	

DINÂMICA POPULACIONAL DE *PSEUDOAZYA PUSILLA*
(WEISE, 1922) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EM
PLANTIOS COMERCIAIS DE COQUEIRO EM SANTA IZABEL
DO PARÁ – PA.....123

*Lizandra Maria Maciel Siqueira, Raphael Gomes de Souza, Adaiane Catarina
Marcondes Jacobina, Lucas Faro Bastos, Telma Fátima Vieira Batista*

ANIBA ROSEODORA DUCKE, ASPECTOS GERAIS E
MANEJO142

Edyrlli Naele Barbosa Pimentel, Manoel Tavares de Paula, Liuzelí Abreu Caripuna

PRODUÇÃO DE BRIQUETES MANUAIS A PARTIR DO
REAPROVEITAMENTO DE SERRAGEM.....156

*Beatriz Sousa Barbosa, Camila Galdino da Silva, Francisco Elves Duarte de Sou-
za, Maria de Jesus Oliveira Lima, Jéssica Saraiva da Costa, Tássia Toyoi Gomes
Takashima*

ANÁLISE DO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA COMO
INTEGRANTE DO SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO DA NATUREZA NO ESTADO DO PARÁ.....170

Ana Manoela Piedade Pinheiro, Altem Nascimento Pontes

ANÁLISE DOS CONFLITOS TERRITORIAIS E IMPACTOS
SOCIOAMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO
TUCUNDUBA – PA.....195

*Fabianne Mesquita Pereira, Lucas Botelho Jerônimo, José Augusto Carvalho de
Araújo, Altem Nascimento Pontes*

QUANTIFICAÇÃO DO DESMATAMENTO NO MUNICÍPIO DE
RONDON DO PARÁ COM USO DE GEOTECNOLOGIAS EM
ANÁLISE MULTITEMPORAL.....211

Hanna Adrielly Pereira da Silva, Álisson Rangel Albuquerque

Prefácio

A pandemia da Covid-19, que paralisou muitas atividades no mundo e especialmente no Brasil desde o início de 2020, provocou inúmeras mudanças no cotidiano das pessoas. Com o distanciamento social, as pessoas passaram a ficar mais tempo em casa, trabalhando em *home office*. As universidades interromperam suas atividades acadêmicas presenciais e posteriormente retomaram a dinâmica institucional de forma remota. Os programas de pós-graduação das instituições brasileiras também foram fortemente afetados pela pandemia da Covid-19. Sem atividades presenciais, outros caminhos precisaram ser trilhados nas atividades de pesquisa e na divulgação dos resultados.

Foi nesse contexto de incertezas e de muita preocupação com o adoecimento físico e mental ocasionado pela Covid-19 que surgiu a ideia de elaboração do livro “Perspectivas e Tendências das Ciências Florestais: Uma Visão Interdisciplinar para Amazônia”, organizado pelos professores Altem Nascimento Pontes, Álisson Rangel Albuquerque e Walmer Bruno Rocha Martins, pertencentes ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, em níveis de mestrado e doutorado acadêmicos, da Universidade do Estado do Pará.

O livro foi organizado em 11 capítulos, cujos autores e coautores são referências nas temáticas abordadas. Os leitores vão encontrar nos capítulos o que há de mais atual nas Ciências Florestais, o que torna a presente obra uma excelente fonte de conhecimento e de consulta para o entendimento das questões mais representativas dessa área. Outro diferencial desse livro é o viés interdisciplinar que permeia os textos dos capítulos, o que permite aprofundar as abordagens tratadas e assim ampliar o nível de complexidade dos problemas investigados.

Boa leitura a todos(as)!

Prof. Dr. Altem Nascimento Pontes
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais

Apresentação

Atualmente, a demanda pelos recursos naturais, especialmente da Amazônia, tem se intensificado rapidamente, porém, nem sempre de modo sustentável. Esse ritmo de consumo proporciona direta ou indiretamente alterações do uso e cobertura do solo, com a substituição ou supressão florestal em função do crescimento da urbanização e desenvolvimento de atividades econômicas, como a agropecuária, monocultivos agrícolas e florestais, sistemas agroflorestais e, exploração mineral superficial ou do subsolo.

Diante disto, a ampliação de discussões e debates sobre a criação e o aperfeiçoamento dos dispositivos legais torna-se ainda mais indispensável, principalmente aqueles que envolvem tanto as instituições públicas e privadas quanto a sociedade civil. O objetivo destes diálogos é estimular a criação de novos modelos e tecnologias e, por conseguinte, minimizar os principais impactos ecológicos e socioeconômicos que estão ligados às ciências florestais. Nesta ideologia, é apresentado o livro *“Perspectivas e Tendências das Ciências Florestais: Uma Visão Interdisciplinar para Amazônia”*, que reúne onze capítulos de diferentes vertentes escritos por professores, pós-doutorandos e discentes de mestrado e doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Pará, além de professores e estudantes externos.

O livro é composto por 11 capítulos e aborda problemas e discussões diversificados e atuais, que englobam desde a desmistificação de mitos e credences agrícolas na Amazônia até o acompanhamento da dinâmica de desflorestamento por meio de geotecnologias. A leitura também fornecerá um panorama sobre a restauração florestal de áreas degradadas pela mineração e a importância econômica de sistemas agroflorestais, que são atividades em contínua expansão no bioma. Esta literatura poderá contribuir substancialmente para o aumento da produtividade dos ecossistemas e para a redução dos conflitos territoriais amazônicos.

Desta maneira, a obra servirá de subsídio para órgãos públicos, empresários e comunidades tradicionais, além de direcionar pesquisadores para uma visão mais interdisciplinar, pois foi estruturada para demonstrar ao leitor, não apenas os problemas, mas também alternativas tecnológicas e produtivas para uma gestão dos recursos florestais mais eficiente e sustentável.

Boa leitura!

Walmer Bruno Rocha Martins
Pesquisador da Universidade do Estado do Pará

CAPÍTULO 1

MITOS E CREDICES AGRÍCOLAS DA REGIÃO AMAZÔNICA

Alfredo Homma¹

Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental e Professor Visitante Universidade do Estado do Pará, Belém, Pará. E-mail: alfredo.homma@embrapa.br

Introdução

O famoso cantor pernambucano Luiz Gonzaga do Nascimento (1912-1989) no Xote das Meninas afirmava: “Mandacaru quando furlora na seca é sinal que a chuva chega no sertão! ”. Certos insetos e animais pressentem queda na pressão atmosférica e conseguem fazer previsões de chuvas tão eficientes, detectáveis pelo seu comportamento, quanto os modernos aparelhos meteorológicos disponíveis.

Há diversos mitos, credices e lendas amazônicas sobre a agricultura que são veiculados na mídia nacional e internacional e até em trabalhos científicos que são dados como verdades absolutas (GRAZIANO et al., 2020). Uns decorrem do desconhecimento e da desinformação sobre o tema e sobre a região, do “inconsciente folclórico”, e outros assumem caráter proposital (FRADE, 1991). Alguns desses mitos e credices vão perdendo a sua importância e são esquecidas, mas outros ressurgem sem condições de comprovar a sua veracidade. O famoso escritor amazonense Marcio Souza enfatiza a importância dos mitos e lendas como lembranças do passado dos indígenas amazônicos (SOUZA, 1994).

Neste sentido quanto aos mitos e credices populares há dezenas delas, algumas inocentes, outras com sentido de ajudar as pessoas ou baseado no comportamento durkheiminiano¹. Neste conceito a própria sociedade cria mecanismos de coerção internos que fazem com que os indivíduos aceitem de uma forma ou de outra as regras estabelecidas ao contrário de leis ou decretos.

¹David Emile Durkheim (1858-1917), sociólogo francês em contraposição ao sociólogo alemão Max Weber (1864-1920) em favor das instituições.

A lista é extensa vai desde sugestões para a escolha de cachos de pupunha a serem consumidos pressionando a casca do fruto com a unha do polegar ou observando a existência de bicadas de pássaros. O bacurizeiro é uma das plantas amazônicas no qual coleciona um conjunto de credices associados aos pés que não frutificam. Dão cortes ou enfiam pregos nos troncos, penduram cós das calças ou conchas, dão surra nos troncos com cipó-de-tracuá (*Philodendron megalophyllum*), simulam fazer uma relação sexual com o bacurizeiro, jogam cinza ou areia em volta do pé por ocasião da lua cheia e esfregam ovas de peixe bagre nos seus troncos, entre outros (HOMMA et al., 2014).

Pereira (2001) afirma que é comum a confusão entre o que é mito e o que é lenda. Apesar da similitude ele procura estabelecer a fronteira entre lenda e mito. Lenda consiste em uma narração escrita ou oral, de caráter maravilhoso, no qual os fatos históricos são deformados pela imaginação popular ou pela imaginação poética. O mito constitui uma narrativa dos tempos fabulosos ou heroicos, com significação simbólica, geralmente ligada à cosmogonia e referente a deuses encarnados das forças da natureza e ou de aspectos da condição humana. Constitui também a representação dos fatos ou personagens reais, exagerada pela imaginação popular e pela tradição.

O antropólogo português Victor João Vieira Jabouille (1947-2001) em 1986 classificou os mitos como de natureza teológica (relata o nascimento dos deuses, os seus matrimônios e genealogias), cosmológica (debruça-se sobre a criação e o ordenamento do mundo e seus elementos construtivos), antropogônica (apresenta a criação do homem), antropológica (prolonga o anterior, descrevendo as características e desenvolvimento do gênero humano), soteriológica (apresenta o universo de iniciação e dos mistérios, das catábases e percursos purificatórios), cultural (narra as atividades de heróis que, tal como Prometeu, melhoram as condições do homem), etiológica (explica a origem de pessoas e coisas, pesquisa as causas por que se formou uma tradição, procurando em especial encontrar episódios que justifiquem normas), naturalista (justifica, miticamente, os fenômenos naturais, telúricos, astrais, atmosféricos), moral (relata as lutas entre o Bem e o Mal, entre anjos e demônios, entre forças e ele-

mentos contrários) e escatológica (descreve o futuro, o homem após a morte, o fim do mundo).

Luís da Câmara Cascudo (1898-1986) em 1972 definiu o elemento de distinção entre lenda e mito no fator tempo-espaço. No seu Dicionário do Folclore Brasileiro, o verbete lenda traz a seguinte definição:

Episódio heroico ou sentimental com elemento maravilhoso ou sobre humano, transmitido e conservado na tradição oral popular, localizável no espaço e no tempo [...]. Conserva as quatro características do conto popular: antiguidade, persistência, anonimato, oralidade [...]. Muito confundido com o mito, dele se distingue pela função e confronto. O mito pode ser um sistema de lenda, gravitando ao redor de um termo central com área geográfica mais ampla e sem exigência de fixação no tempo e no espaço.

Já credence refere-se à crença popular sem fundamento, geralmente descreve presságios e precauções popularmente associados à sorte e ao azar (JORGE & MEIRELLES, 2005). Entre as credences populares credita-se que dá azar passar debaixo de uma escada, quebrar um espelho ou cruzar com um gato preto na rua. Muita gente, também, teme as sextas-feiras que caem no dia 13, em especial quando se trata do mês de agosto - que é “mês de desgosto” ou “mês de cachorro louco”. O dicionário Houaiss define credence como a “crença ou noção sem base na razão ou no conhecimento, que leva a criar falsas obrigações, a temer coisas inócuas, a depositar confiança em coisas absurdas, sem nenhuma relação racional entre os fatos e as supostas causas a eles associados”. Ou seja, é acreditar em fatos ou relações sobrenaturais, fantásticas ou extraordinárias e que também não encontram apoio nas religiões ou no pensamento religioso (HOUAISS, 2009).

Apolinário (2021) apresenta as características dos mitos e lendas amazônicas na produção literária regional, valorizando como identidade local. Na Amazônia há diversas lendas nos quais descrevem os principais: curupira, mappinguari, honorato cobra grande, boto, iara, boitatá, caipora e kanoê. Outra vertente está relacionada com as lendas sobre determinadas plantas. Mário Ypiranga Monteiro (1909-2004)

produziu a clássica obra Antropogeografia do Guaraná onde comenta sobre a lenda do guaraná (MONTEIRO, 1965). Sobre as lendas indígenas, por envolverem reduzido número de personagens, como o cacique, pajé, guerreiro, filha do cacique e a manifestação de um deus e de curta extensão, aventa-se a suspeita de algumas lendas recentes sobre cosméticos sejam artificiais para dar um sentido místico.

Segundo [Jakubaszko \(2021\)](#) “a Amazônia está na ordem do dia e é tema predileto da mídia. Por sua importância como reserva florestal global, pela depredação irregular e sem controle, o debate é emocional, bate nas raízes da histeria e assume foro de verdade, quase mítico, de que deveria ser intocável, quiçá eternizada. Para a sociedade brasileira é intangível a sustentabilidade e a biodiversidade do gigante, e se desconhece o que lá existe”.

Este texto tem por finalidade chamar a atenção dos leitores para a existência de diversos mitos e credências sobre a região amazônica relacionados à questão ambiental e a agricultura (LIMA, 1994). Ao ler ou ouvir algo sobre a Amazônia, a despeito de muita informação existente na internet, na mídia e nos textos científicos há que analisar com certa profundidade as teses e antíteses.

2. Os macro mitos correlacionados com a agricultura na Amazônia

Nesta seção serão comentados diversos mitos existentes na agricultura amazônica, com destaque para o Estado do Pará, mas com amplitude regional. Alguns mitos tendem a prejudicar a realidade dos fatos estabelecendo inverdades que somente serão esclarecidos no futuro. Para aqueles interessados no aprofundamento seria recomendável a leitura dos textos indicados, mesmo sendo notícias de jornais, em cada um dos tópicos.

É interessante mencionar que diversos documentos oficiais do Banco Mundial, BID, CEPAL, IICA e o Science Panel for the Amazon, ONGs, entre outros, ao longo do tempo, tem menções a vários mitos e, até inverdades científicas. Interesses, posturas oficiais, alinhamento à moda do momento, prestígio, reduzida oferta científica, etc. podem ex-

plicar estes comportamentos (SILVA, 2016; THE AMAZON ..., 2021; WITTKAMPER, 2020).

Graziano (2021) afirma “existem inúmeros mitos sobre o agro brasileiro. Mentiras, falácias e crendices se misturam com a política, a ideologia e o marketing. Nas redes da internet, pululam *fake news*. Um mar de desinformação. Mitos não apenas confundem a opinião pública. Eles podem influenciar políticas públicas. Representam, portanto, não somente um perigo ao pensamento inteligente, mas um risco às melhores decisões sobre o futuro da sociedade”.

É interessante verificar a facilidade com que a Amazônia, ao longo da sua História, tem sido envolvida em mitos e fantasias acerca de suas potencialidades e mistérios. Lima (1994) afirmou “*Tem sido assim: volta e meia uma avalanche de informações desconstruídas, difusas, invade as capas das revistas nacionais e estrangeiras; e, como se fosse necessário tomar atitudes bruscas, apela-se para a pregação do cataclismo, do início ou quase já do fim*”.

Maurício Antônio Lopes, ex-presidente da Embrapa (2012-2018) comenta “*Apesar da extraordinária trajetória recente do Brasil na produção de alimentos, há crescente disseminação de pessimismo e mitos, que inflam os problemas e desqualificam os avanços que o país alcançou na agricultura e na gestão dos seus recursos naturais. Os ataques ao país, perpetrados por brasileiros e estrangeiros são numerosos, constantes e multifacetados. E quase sempre injustos. Na verdade, estamos vivendo o risco de ver emergir uma geração de brasileiros que, ao invés de se orgulharem das conquistas e dos ativos valiosos que temos, adotem posições que privem o Brasil de se beneficiar da sua singular posição de potência ambiental e agroalimentar*” (LOPES, 2021).

Miranda et al. (2021) em um provocativo artigo afirmam “*Os pequenos agricultores são a espécie mais ameaçada de extinção na Amazônia. São pecadores, abandonados pelo Poder Público, vítimas das iniciativas de “desantropização” de ambientalistas, tratados em campanhas de parte do agronegócio como grileiros e bandidos, enquanto o Código Florestal favorece a grande empresa rural na Amazônia, em detrimento da agricultura familiar. E receberam a condenação espiritual de suas práticas agrícolas no Sínodo da Amazônia*”.

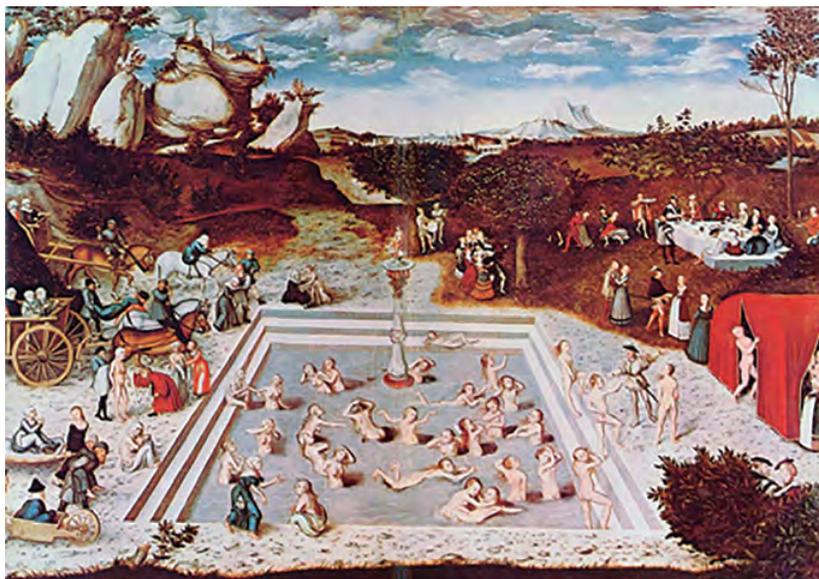
Segundo Rodrigues (2021) há fatos e mitos quando se afirmar que a irrigação consome 70% da água doce do planeta. Para o autor é importante esclarecer entre consumir dando ideia do desaparecimento do sistema hídrico ou utilizar para algum uso. Segundo o autor a *“água retirada de um manancial ficará indisponível para outros usos por um tempo, mas não definitivamente. A dificuldade é saber quando e onde essa água voltará a ficar novamente disponível e que seja utilizada com mais sustentabilidade”*.

2.1. A riqueza do Eldorado e a perenidade da Fonte da Juventude

Os espanhóis logo depois de descobrirem o Novo Mundo em 1492 embarcaram em dois grandes mitos. Pode-se afirmar que o primeiro grande mito surgiu com a obsessão da busca da Fonte da Juventude, por Juan Ponce de León (1474-1521), que veio na segunda viagem de Cristóvão Colombo (1451-1506), em 1493. Juan Ponce de León, até a sua morte, em Cuba (1521), descobriu Porto Rico (1506) e a Flórida (13/03/1513), procurou tenazmente encontrar a Fonte da Juventude (HOMMA, 2020).

Outro mito que os exploradores espanhóis se dedicaram foi a busca do El Dorado, nos séculos 16 e 17, acreditando sobre a existência de fabulosas cidades de ouro e prata transmitidas pelas lendas indígenas dos Andes. Sem dúvida que esses mitos foram importantes para a ampliação do conhecimento da geografia, da flora e da fauna e, também, para realimentar ainda mais os mistérios sobre a Amazônia e da destruição das civilizações incas, astecas e maias. A primeira descida do rio Amazonas (1541/1542), que recebeu o seu batismo, pela expedição de Francisco Orellana (1511-1546) foi na crença da busca de riquezas impulsionadas pelo mito do El Dorado. Nessa viagem, quando a expedição foi atacada por índias guerreiras nasceu o mito das Amazonas, fazendo similitude com as mulheres guerreiras da mitologia grega e deu o batismo do rio Amazonas (FERREIRA, 1967; SILVA, 2009).

Figura 1. Pintura do alemão Lucas Cranach (1472-1553), de 1546, retratando a Fonte da Juventude. No lado esquerdo o(a)s velho(a)s e no lado direito totalmente rejuvenescido(a)s.



2.2. O determinismo climático de Ellsworth Huntington (1876-1947)

A teoria do geógrafo Huntington dominou as primeiras décadas do século XX, no qual afirmava que o clima tropical diminui a capacidade produtiva do homem e seria a razão do culto ao atraso das regiões tropicais. A simples observação no mapa mundo, podia-se perceber que os países desenvolvidos estavam em climas temperados e os países sub-desenvolvidos nas zonas tropicais. A despeito da teoria preconceituosa de Huntington, verifica-se que a região amazônica e o Nordeste como sendo as regiões mais atrasadas do país e com os menores índices de desenvolvimento (ALVIM, 1982; LINS, 2012).

Ressalta que o mito do nativo como obstáculo ou como modelo para o desenvolvimento ainda perpassa nos altos escalões da administração pública federal, expressa nos cargos oficiais diretivos, nas propostas e nas decisões políticas em favor da região. Novas concepções surgiram em torno do clima como efeito estufa e redução da camada de ozônio, estas com maior base científica.

Silva (2021) comenta sobre a *louvação do modelo indígena*, muito em moda na atualidade, desconhece que estas culturas são formas adaptativas próprias àquele ambiente e que sua adoção como modelo generalizado para o desenvolvimento da Amazônia é impraticável. No passado ocorreu um extermínio sistemático destas populações, a agressão territorial e cultural ou a sua conversão ao modelo civilizatório ocidental. Atualmente há certos paradigmas envolvendo pequenos produtores, indígenas, quilombolas e ribeirinhos quanto a defesa de sua infalibilidade que terminam prejudicando o desenvolvimento de suas atividades produtivas e da melhoria das suas condições de vida.

2.3. Amazônia: o pulmão do mundo

Este mito prevaleceu até o início da década de 1970 quando foi desconstruída pelo famoso pesquisador da Ceplac, Paulo de Tarso Alvim (1919-2011). Em uma entrevista nas Páginas Amarelas da Revista Veja em 19 de julho de 1972, afirmou que a floresta amazônica está em clímax, de tal modo que o balanço oxigênio/carbono é neutro. O detalhe é que prestigiadas instituições científicas na época defendiam o contrário (ALVIM, 1972; STERNBERG, 1986; SILVA, 2009). Com o Prêmio Nobel da Paz 2007 concedido a Albert Gore (1948) a questão das mudanças climáticas ganhou relevo em vez da defesa da biodiversidade até então prevalecente. Catástrofes climáticas como enchentes, furacões, secas, tempestades de areia, etc. assustam as populações muito mais que o extermínio de determinada espécie de borboletas, por exemplo.

2.4. O extrativismo vegetal como opção econômica

Após o assassinato do líder sindical Chico Mendes (1944-1988) prevalece a ideia que a coleta extrativa seria a grande opção para a região amazônica. Bastava coletar os produtos disponíveis na floresta e com isso não era necessário desmatar, proporcionando uma renda sustentável ao longo do tempo. A atividade extrativa é viável enquanto o mercado for pequeno, mas quando o mercado começa a crescer, os agricultores são estimulados a efetuar plantações e com isso ocorre o colapso dessa atividade. Isto ocorreu para mais de três mil plantas que são cultivadas no mundo inteiro e de centenas de animais. A primeira

maçã que Adão e Eva provaram no Paraíso foi uma maçã extrativa.

Figura 2. Pintura do alemão Lucas Cranach (1472-1553), de 1531.



A economia extrativa é um ciclo no qual temos a fase da expansão, depois a estabilização e finalmente o seu declínio. Na sequência têm-se os recursos naturais, o início da atividade extrativa, o manejo, a domesticação e pode evoluir para a descoberta de sintéticos. Para muitos produtos extrativos da Amazônia existe um conflito entre a oferta e a demanda como ocorre com a castanha-do-pará, bacuri, açai, borracha, pau rosa, etc. nos quais é importante efetuar manejo, plantios e promover a sua verticalização. Mesmo com altos preços a produção é declinante. Muitos produtos extrativos já foram domesticados como o cacauzeiro, seringueira, guaranazeiro, cupuaçuzeiro, jambu, (até tóxicos como a coca e a maconha), etc. A insistência na manutenção do extrativismo pode levar a prejuízos para os produtores e consumidores. Constitui uma negação com relação ao crescimento do mercado, do processo de domesticação, da especificidade para cada

produto extrativo, da baixa produtividade da terra e da mão de obra, de substitutos naturais ou sintéticos, entre outras variáveis. Há produtos extrativos que apresentam em grande quantidade, apresentam baixo valor, produção decrescente, sem apresentar concorrência com plantios domesticados (PORRO, 2021).

2.5. As fabulosas potencialidades da bioeconomia

Com o recrudescimento dos desmatamentos na região amazônica a partir de 2015, a bioeconomia passou a ser defendida como sendo a grande alternativa para a região, prometendo bilhões de dólares (SILVA, 2016). A analogia simbólica do complexo de Midas¹ para a biodiversidade amazônica está presente em muitos papers, documentos, palestras, planos governamentais, entre outros (REBELLO & HOMMA, 2017).

Há uma confusão de conceitos embutidos entre a “velha” e a “nova” bioeconomia. Quanto a “velha” é por demais conhecida e poderemos incluir a produção do etanol combustível a partir da cana de açúcar, cachaça, cerveja, vinho, queijo, etc. e a “nova” baseado no imaginário potencial da descoberta de novas moléculas, bioativos e bioinsumos a partir da coleta extrativa da floresta amazônica que apresenta muitas dúvidas.

Considerando o conceito da bioeconomia de transformar produtos da floresta em cosméticos, fármacos, inseticidas naturais, etc., mediante a coleta extrativa, deixando a “floresta em pé”, estão recaindo no mesmo erro do mito do extrativismo vegetal. É possível, mas vai depender da mudança do discurso abstrato para concreto nominando quais plantas e animais precisamos concentrar esforços visando a sua domesticação.

Esta credence está associada a outro mito correlacionado com a imensa riqueza e extrema pobreza na Amazônia, baseado na exuberância da floresta tropical. Solos pobres imprestáveis para a agricultura, fracassos dos programas de colonização, grandes projetos agrícolas, desmatamentos e queimadas, cuja solução seria apoiar na identificação

¹ Midas é um personagem da mitologia grega, rei da Frígia, atual Anatólia, Turquia, que viveu no século VIII a.C, que tinha a capacidade de transformar em ouro tudo o que tocava.

e coleta destes recursos da floresta, criando esta “nova bioeconomia”. Em outra postura confusa, considera como bioeconomia a cadeia produtiva envolvendo os produtos da biodiversidade amazônica.

Muitas destas propostas da nova bioeconomia, que podem até serem concretizadas, no futuro, enquanto 750 mil pequenos produtores na Amazônia necessitam de soluções imediatas. Algumas destas narrativas superam o livro “Admirável Mundo Novo” do britânico Aldous Huxley (1894-1963), publicado em 1932.

2.6. *Soja plantada em área desmatada de floresta densa*

É comum encontrar artigos científicos publicadas em renomadas revistas quanto ao plantio de soja em áreas desmatadas de floresta densa. É totalmente impossível esta opção. Os sojeiros podem desmatar áreas de cerrados e de vegetação secundária (juquira, capoeirinha) e, de capoeira e capoeirão, até certo nível de desenvolvimento. Estes preferem adquirir ou arrendar áreas de pastagens degradadas ou de roçados degradados de pequenos produtores. Há um mecanismo de mudança dos pequenos produtores ou pecuaristas que ao venderem ou arrendarem suas terras passem a ocupar novas áreas de floresta densa, induzindo ao seu desmatamento de forma indireta. Rajão et al. (2020) afirmaram que 20% da exportação de soja e 17% dos embarques de carnes à União Europeia foram provenientes de fazendas com desmatamento potencialmente ilegal. Segundo Rajão et al. (2020) cerca de 62% dos desmatamentos ilegais são provenientes de apenas 2% das propriedades existentes na Amazônia.

2.7. *“Madeireiro não desmata” e quem desmata são “pequenos ou grandes?”*

O refrão “*madeireiro não desmata*” era muito ouvido em reuniões até o final de década de 1990, quanto setor madeireiro tinha grande força política e econômica. Muitos municípios na Amazônia nasceram da extração madeireira. Tratava de uma meia verdade que era aceita para prosseguir nas atividades. Caminhões carregados de madeira completamente inseguros, outros similares ao personagem Flintstones cruzavam as rodovias federais, estaduais, municipais e nos locais de acesso de extração, dia e noite, foram sendo gradativamente desa-

parecendo. Depois deu lugar para os caminhões carregados de carvão vegetal para as guseiras, que, também, desapareceram. O nível de extração madeireira de florestas nativas na Amazônia comparando no seu auge para atualidade ficou reduzida a 20%. O reflorestamento cresceu nos estados de Mato Grosso, Pará e Maranhão, como exemplos para serem seguidos.

Segundo Evaristo Eduardo de Miranda, em sua última década de pesquisa, foi possível comprovar que o desmatamento na Amazônia vem, sobretudo, de pequenas propriedades, que possuem o direito de utilizar aquela terra para produzir. *“Nos últimos 10 anos eu classifiquei cada pequena área desmatada, e a grande maioria é de pequenos agricultores”*, finalizou (CHEFE ..., 2021).

Braz e Mattos (2015) relatam dez mitos relacionados ao manejo florestal na Amazônia. Segundo os autores *“o manejo de florestas naturais é o único uso da terra que garante a manutenção da floresta. O número de árvores remanescentes atinge 88%. Apesar disto, é uma atividade penalizada na mídia como responsável pela destruição ou deterioração das florestas naturais”*.

2.8. O romantismo dos Sistemas Agroflorestais (SAFs)

O sucesso dos SAFs de imigrantes japoneses e seus descendentes em Tomé-Açu e de outros municípios no Nordeste Paraense, bem como de colonos na Transamazônica e em Rondônia apoiados no cacauero ensejaram como sendo o sistema ideal para evitar desmatamentos e queimadas e gerar renda para pequenos produtores na região amazônica (BARROS et al., 2009).

As opções são muito maiores do que as preconizadas pelo extrativismo vegetal, mas perpassa um certo romantismo nestas discussões. O sucesso depende do mercado das plantas componentes iniciais e finais para a montagem dos SAFs, que podem levar de 5 até 15 anos para a sua estabilização. São mais intensivas em mão de obra, dificultam a mecanização, etc. não podendo ser implantadas em um estalar de dedos, como estão sendo preconizados.

Muitas plantas precisam ser plantadas em monocultivos (citros, goiabeira, etc.) pela incompatibilidade, não suportarem sombreamento, redução da eficiência econômica, entre as principais. É possível com-

binar plantas com comportamento monocultivo em SAFs, mediante desenhos espaciais em faixas, mas a grande pergunta está relacionada com a sua viabilidade econômica. Há diversas modalidades de SAFs que foram definidas como SAFTA (Sistema Agroflorestal de Tomé-Açu), SAPO (Sistema Agroflorestal de Produção Orgânica), transição agroecológica, entre outros.

Não se pode esquecer que as culturas anuais e pastagens extensivas exigem grandes extensões de área para atender o mercado. O Brasil é o maior produtor mundial de café com 1.800 mil hectares, maior exportador de suco de laranja com 600 mil hectares de laranjeiras, enquanto para soja temos 37 milhões de hectares, etc. A alternativa para substituir a soja (125 milhões de hectares) seria plantar dendezeiros, pois o mundo produz 25% mais óleo de dendê com apenas 1/6 da área da soja. No caso de cultivos perenes com pequenas extensões de área são suficientes para garantir o abastecimento interno, suprimir as importações e gerar excedente para exportação.

2.9. Desmatamento de floresta densa e vegetação secundária na região amazônica

Os dados divulgados pelo INPE sobre os desmatamentos anuais da região amazônica são considerados como sendo somente de floresta densa. Quando se verifica os desmatamentos no Estado do Pará, por exemplo, no Nordeste Paraense, é possível verificar que muitos são de vegetação secundária. O mito da homogeneidade do espaço amazônico associado à do vazio demográfico tem sido muito forte no passado, mas ainda presente, de forma antagônica e complementar, na apresentação de propostas externas para a região. A imagem de “povos da floresta” é contrarrestado por uma Amazônia urbanizada, no qual o Estado do Amapá (89,81%), supera a média brasileira de urbanização (84,36%), o Estado do Amazonas, concentrando mais da metade da população estadual na cidade de Manaus (51,72%), entre outros.

Há necessidade de separar quanto de floresta densa e vegetação secundária estão sendo desmatados. Em São Félix do Xingu já tivemos oportunidade de presenciar o “quebradão” que consiste na retirada de madeira de valor econômico da floresta densa e posteriormente passar o trator de esteira, no interior da floresta, em plena época de chuvas,

transformando como se fossem uma savana seguida do plantio de capim até por via aérea e posterior queima, caracterizando como queima de pastos (HOMMA et al., 2003). Outra modalidade é o “brocadão”, com as mesmas características acima, na BR 163, em direção a Mato Grosso abaixo de Itaituba. Os desmatamentos sem queima, ocorrem em áreas manejadas de açazeiros, de vegetação secundária em dendezeiros, em áreas urbanas para conjuntos residenciais, entre outros.

2.10. *A agricultura na Amazônia é inviável?*

Pero Vaz de Caminha (1450-1500) escrivão da frota de Pedro Álvares Cabral (1467-1520) descrevendo sobre a nova terra descoberta afirmou que “*querendo-a aproveitar, dar-se-á nela tudo*”. Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von Humboldt (1769-1859), o barão de Humboldt, viajou pelas Américas no período de 1799 a 1804, criador do conceito da *Hylaea* amazônica, redigiu a coleção Kosmos, editando em cinco volumes e publicado no período 1845 a 1862, sendo o último postumamente. Não conseguimos localizar em qual destes volumes consta a predição da Amazônia como sendo o “*celeiro do mundo*”, muito repetida, sem citação da fonte. É interessante mencionar que ele não chegou a entrar na Amazônia brasileira.

Antes da imigração japonesa na Amazônia em 1929 havia crença da impossibilidade de uma agricultura de cultivos perenes e anuais em renques, com técnicas agrícolas e com utilização de mecanização e adubação, mesmo primitiva da época. A agricultura existente se baseava na derruba e queima, aproveitando a fertilidade das cinzas e quando o solo se esgotava e com infestação de ervas daninhas, mudava-se para outro local. Os viajantes europeus que andaram pela Amazônia nos séculos XVIII e até os primeiros anos do século XX queixavam da falta de limões, leite e trigo, por exemplo, atribuindo a futura teoria de Huntington para este descaso. A fonte proteica dependia da caça e da pesca e de carboidratos de mandioca.

Os imigrantes japoneses no Estado do Pará inauguraram a era dos NPKs e da mecanização agrícola com a lavoura da pimenta do reino introduzida em 1933. Uma Amazônia mais sustentável depende do nível tecnológico com estas atividades produtivas são realizadas. Alvim (1982) afirma que o sucesso da agricultura amazônica depende de

instituições agrícolas de alto nível, bem-dotados de recursos humanos e financeiros, para explorar o potencial econômico da região.

A criação da Petrobrás em 1953 levou ao domínio da tecnologia de exploração de petróleo em mares profundos e o país caminha rumo a autossuficiência. A criação da Embraer em 1969 levou o país a desenvolver aeronaves visando atender mercados regionais, com procura internacional. A criação do Proálcool, em 1975, mostrou a capacidade brasileira de desenvolvimento de motores a álcool e a produção de um combustível alternativo não poluente em grande escala. A fundação da Embrapa em 1973, que em conexão com Universidades e Institutos de pesquisa localizados no Sul, Sudeste e Centro-Oeste, levou ao domínio de técnicas agrícolas que possibilitaram a conquista dos cerrados, transformando no maior celeiro de grãos do país (BECKER, 2010).

Há necessidade de que uma quinta revolução tecnológica no país, se dê sobre a Amazônia, visando o domínio da sua biodiversidade mediante a domesticação, atividades mais apropriadas e encontrar novas alternativas econômicas.

2.11. A internacionalização da Amazônia: pode ocorrer?

Trata-se um fato bastante antigo e, na época contemporânea, retorna às manchetes de forma periódica. Teve entre seus expoentes o advogado e historiador Arthur Cezar Ferreira Reis (1906-1993), que foi Diretor do INPA, Superintendente da SPVEA e governador do Estado do Amazonas (1964-1967), que publicou suas ideias no clássico livro “A Amazônia e a Cobiça Internacional” cuja primeira edição foi lançado em 1960. O livro constitui uma coleção de evidências históricas quanto a ocupação da Amazônia pelos estrangeiros decorrentes da extensão das terras ociosas, do fantasma do malthusianismo que assolava as nações populosas, da necessidade de matérias primas, da discriminação racial, entre outros (REIS, 1982).

Apoiando em farta documentação histórica Reis (1982) analisa as tentativas dos ingleses, irlandeses, holandeses, franceses e espanhóis em ocuparem a região durante o período colonial e durante a monarquia. Na década de 1920 dos imigrantes japoneses recebendo doações de um milhão de hectares de terras nos estados

do Amazonas e Pará, sinalizando o espírito de conquista dos governos militaristas do Japão.

Com a eclosão da questão ambiental pós assassinato de Chico Mendes (1940-1988), da Rio-92 e do recrudescimento dos desmatamentos e queimadas na Amazônia reacendeu a ideia da “soberania difusa” para a “soberania restrita” (RIBEIRO, 2005). Pronunciamento de líderes mundiais como Henry Kissinger (1923-), Margaret Thatcher (1925-2013), François Mitterrand (1916-1996), entre outros, no qual nas entrelinhas defendiam a intervenção se o Brasil não conseguisse controlar os desmatamentos e as queimadas na região. A questão da biodiversidade amazônica muda para a questão climática, com mais apelo popular e com maiores evidências comprobatórias. Surge discussão sobre a questão do pagamento por serviços ambientais e do carbono estocado, que tem em Samuel Benchimol (1923-2002) como um dos emblemáticos precursores (BENCHIMOL, 1989).

3. Conclusões

Muitas propostas sobre a agricultura e meio ambiente que estão sendo apresentadas na Amazônia, tanto na atualidade como no passado, se traduzem em aspectos potenciais, imaginários e sem condições de sua implementação. Da mesma forma que existe a ficção científica e policial, estar-se-á criando uma ficção agrícola na região. Os propositores assumem a postura de donos da verdade e qualquer ilação contrária são desconsiderados. A falta de embasamento científico pela precariedade da oferta científica contribui para a profusão de mitos e credices. Há necessidade de gerar renda e emprego, sobretudo para o segmento de pequenos produtores.

Ocorreu uma grande perda de empregos decorrente da redução da extração madeireira ilegal, transferência dos plantios de pimenta do reino e mamão para o Estado do Espírito Santo, melão para o Nordeste, redução da produção de arroz, castanha do Pará, mandioca, caupi, entre outros. O crescimento das lavouras mecanizadas de soja e milho não condições de absorver a mão de obra não qualificada. O incentivo as culturas intensivas de mão de obra como o cacauieiro, dendezeiro,

pecuária leiteira, hortaliças, fruticultura, entre outras ações, seriam recomendáveis para a região.

A partir da década de 1970, estar-se-á criando uma narrativa de ficção agrícola na Amazônia, decorrente da escassez de dados científicos, razões políticas, ideologia, subdesenvolvimento, pobreza, baixo nível de educação formal de seus habitantes, corrupção, entre outros. A fonte destas ficções não é restrita a ONGs, imprensa, políticos, empresários, cientistas, entre outros, mas das próprias entidades públicas responsáveis para proteger os cidadãos (GOMES JÚNIOR, 2017). A urbanização do país, tem afastado da realidade rural, com completo desconhecimento das plantas e animais, que fazem parte do cotidiano da sua alimentação, vestimenta, matérias primas, etc.

Para garantir o sucesso das reduções dos desmatamentos verificado no período 2004 a 2014 os produtores devem desenvolver atividades apropriadas nas áreas degradadas e/ou desmatadas no passado. As culturas e criações não podem ser provenientes de novos desmatamentos. Todos os produtores têm condições de contribuir para a redução de desmatamentos e queimadas, trabalho infantil e/ou análogo ao escravo, agroquímicos, entre os principais. No sentido macro é necessário coibir os ilícitos associados a extração madeireira, garimpo, narcoeconomia, contrabando da flora, fauna e armas, que estão interligados. A presença das Forças Armadas nos locais de maior intensidade destes ilícitos precisa assumir caráter permanente e não expedicionária para garantir a segurança de funcionários do IBAMA, ICMBio, Secretarias Estaduais e Municipais de Segurança e de Meio Ambiente.

Este aparato é importante, também, para garantir a segurança física e patrimonial dos agricultores da região amazônica, ampliar o esforço de extensão rural, ordenamento fundiário e pesquisa agrícola. Caso contrário estas predições relacionadas a macromoléculas, bioativos, bioeconomia, bioinsumos, entre outros e, a sua transformação em cosméticos, fármacos, inseticidas naturais, não terão condições de traduzir em renda e emprego para mais de 760 mil pequenos produtores (83%) que vivem na Amazônia Legal.

Muitas atividades destruidoras tiveram sua atuação reduzida como as carvoarias, extração madeireira de florestas nativas, grandes

desmatamentos para pecuária e proliferação de garimpos ilegais em comparação com as décadas de 1970 e 1980. Os problemas da Amazônia não são independentes. Para reduzir a pressão ambiental na região é importante que reduzam os bolsões de pobreza existentes na Amazônia e fora da Amazônia e, até do exterior.

Não existe solução mágica para a região, são caras, levam tempo e exigem dedicação. Os que conseguiram sucesso tanto nas atividades legais ou ilegais, sustentáveis ou insustentáveis, levaram tempo, investiram no conhecimento local, utilizaram a criatividade e se apropriaram do conhecimento tecnológico existente. Tanto aqueles que destroem ou aqueles que preservam a região amazônica todos estão lutando pela sua sobrevivência.

Há necessidade de reduzir as disparidades regionais dos índices de pobreza e da dependência das transferências governamentais. No contexto do setor primário a geração de emprego e renda vai depender da melhoria do padrão tecnológico da atual agricultura e não indo contra este setor. A sustentabilidade depende do padrão tecnológico com que estas atividades são conduzidas. Há necessidade de garantir a segurança alimentar, saúde pública, transporte em massa e outras infraestruturas sociais evidenciadas na pandemia da COVID 19.

A solução definitiva para a Amazônia vai depender da execução de um grande esforço de ampliação da fronteira de conhecimento científico e tecnológico. O Brasil nos últimos 60 anos mostrou o sucesso na exploração de petróleo de lâminas de água profunda, na fabricação de aeronaves regionais, no desenvolvimento da agricultura nos cerrados e na agroenergia. Precisamos fazer a quinta revolução tecnológica na Amazônia, com uma agricultura baseada na sua biodiversidade.

A redução da destruição dos recursos naturais na Amazônia vai depender mais do desenvolvimento de atividades agrícolas mais sustentáveis em áreas desmatadas do que da coleta de produtos florestais e da venda dos serviços ambientais e de créditos de carbono. A introdução das lavouras de juta e de pimenta-do-reino pelos imigrantes japoneses, duas culturas exóticas, com práticas de cultivo e de beneficiamento completamente estranhos, foram rapidamente incorporadas pelos pequenos produtores. Isto demonstra que os estes agricultores não são avessos a inovações, desde que tenham mercado e seja lucrati-

va; a difusão é imediata. A população precisa de alimentos e matérias-primas com menor dano ambiental.

A Amazônia precisa aumentar a sua produtividade agrícola para reduzir a pressão sobre os recursos naturais, promover a domesticação de plantas potenciais e substituir importações de produtos tropicais (borracha, dendê, cacau, etc.) e incentivos à recuperação de áreas que não deveriam ter sido desmatadas. Não existem soluções mágicas para a Amazônia, elas levam tempo, algumas são caras, exigem disciplina e precisam estar focadas no mercado para garantir a independência financeira e não depender de transferências governamentais.

Ressalta-se que os governos (federal, estadual e municipal) não podem ficar alheios a ilícitudes praticadas na região. Existe um monitoramento, que vai ser cada vez mais ampliado, sobretudo dos produtos voltados para a exportação, pelos próprios consumidores. Esta assertiva, também, válida para produtos voltados para o mercado doméstico e autoconsumo, seja de pequenos, médios ou grandes produtores, que precisa assegurar a sustentabilidade no longo prazo.

Os problemas ambientais na Amazônia não são independentes, mas conectados a outras partes do país e do mundo e a sua solução vai depender da utilização parcial da “fronteira velha” e evitando a formação de “novas fronteiras” e de um aparato de pesquisa científica e de extensão rural. Precisamos construir o futuro da Amazônia em um cenário sem desmatamento e queimadas, independente de pressões externas. Há necessidade de fazer um esforço nacional para acabar com os desmatamentos e queimadas na Amazônia.

4 - Referências consultadas

ALVIM, P. de T. Desafio agrícola da região amazônica. **Ciência e Cultura**, v.24, n.5, p.437-443, mai. 1982.

ALVIM, Paulo de Tarso. Os mitos da Amazônia: porque a grande floresta não pode ser o pulmão do mundo. Reimpressão da entrevista concedida pelo Superintendente Técnico da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, publicada na **Revista Veja** (São Paulo),

em 19 de julho de 1972. Itabuna, Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC.

THE AMAZON we want; Science Panel for the Amazon. Disponível em <https://www.theamazonwewant.org/>. Acesso em 07 set. 2021.

APOLINÁRIO, J. C. Literatura amazônica: seus mitos e suas lendas. Disponível em https://monografias.brasilecola.uol.com.br/educacao/literatura-amazonica-seus-mitos-suas-lendas.htm#indice_26. Acesso em 21 mar. 2021.

BARROS, A.V.L.; HOMMA, A.K.O.; TAKAMATSU, J.A.; TAKAMATSU, T.; KONAGANO, M. Evolução e percepção dos sistemas agroflorestais desenvolvidos pelos agricultores nipo-brasileiros do município de Tomé-açu, Estado do Pará **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.5, n.9, jul./dez. 2009, p.121-151.

BECKER, B.K. **Ciência, tecnologia e inovação: condição do desenvolvimento sustentável da Amazônia**. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 4. Sessão Plenária 1: Desenvolvimento Sustentável. Brasília, Ministério de Ciência e Tecnologia, 2010. Anais... Brasília, MCT, 2010. p. 91-106.

BENCHIMOL, S. **Amazônia: planetarização e moratória ecológica**. São Paulo, Universidade Paulista/Fundação Futura, 1989. 144p.

BRAZ, E.M.; MATTOS, P.P. de. Manejo de produção em florestas naturais da Amazônia: mitos e verdades. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 4, p. 292-295, out./dez. 2015. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136469/1/2015-Evaldo-N-Manejo.pdf>. Acesso em 02 abr. 2021.

CASCUDO, L. C. **Dicionário do folclore brasileiro**. 3 ed. São Paulo: Melhoramentos, 1972. 930p.

CHEFE da Embrapa mostra mitos e verdades sobre queimadas e desmatamento no Brasil. Disponível em <https://www.canalrural.com.br/programas/informacao/mercado-e-cia/embrapa-mitos-e-verdades-queimadas-desmatamento/>. Acesso em 02 abr. 2021.

FERREIRA, B. **Verdades e mistérios da Amazônia**. São Paulo: Clube do Livro, 1967. 139p.

FRADE, C. **Folclore**. São Paulo: Global, 1991. 69p. (Coleção para Entender, 3).

GOMES JÚNIOR, J. da S. **ONGs Transnacionais e os Sentidos de Sustentabilidade Amazônica: Imaginário, Discurso e Poder**. 2017. 235f. Tese (Doutorado em Sociedade e Cultura na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais, Manaus.

GRAZIANO, X. Os 10 maiores mitos sobre o agro brasileiro. Disponível em <https://www.brasilagro.com.br/conteudo/os-10-maiores-mitos-sobre-o-agro-brasileiro-por-xico-graziano.html>. Acesso em 02 abr. 2021.

GRAZIANO, X.; GAZZONI, D.L.; PEDROSO, M.T. **Agricultura: fatos e mitos; fundamentos para um debate racional sobre o agro**. São Paulo: Baraúna, 2020. 284p.

HOMMA, A.K.O. Extrair, manejando e domesticando os recursos da biodiversidade amazônica. In: PONTES, A. N.; ROSARIO, A.S. do (Ed.). **Ciências ambientais: política, sociedade e economia da Amazônia**. Belém: EDUEPA, 2020. p.9-32.

HOMMA, A.K.O.; CARVALHO, J.E.U. de; MENEZES, A.J.E.A. de. Crendices e verdades sobre práticas adotadas por agricultores extrativistas em bacurizais nativos da Amazônia. In: HOMMA, A. K. O. (Ed.). **Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 285-296.

HOMMA, A.K.O.; MENEZES, A.J.E.; CARVALHO, R.A. Sistema “quebradão”: derrubada de floresta densa sem queima para formação de pastagens no sudeste paraense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41, Juiz de Fora, MG, 2003. (Texto completo em CD-ROM).

HOUAISS, Antônio. **Novo dicionário Houaiss**. São Paulo: Objetiva, 2009. 2.048p.

JABOUILLE, V. **Iniciação à ciência dos mitos**. Lisboa: Editorial Inquérito, 1986. 119p.

JAKUBASZKO, R. Os mitos amazônicos. Disponível em https://www.agrolink.com.br/colunistas/os-mitos-amazonicos_385080.html. Acesso em 02 abr. 2021.

JORGE, M. S. & MEIRELLES, S. **O livro das credices**. São Paulo: Publifolha, 1a. ed. 2005. 96p.

LIMA, E. N. de. Amazônia: história, mitos e imagens. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v.2, n.1, p.91-93, jun. 1994.

LINS, C. **As raízes do atraso**. Rio de Janeiro: Daudt Design, 2012. 432p.

LOPES, M.A. Conheça mais sobre os fatos e mitos sobre agricultura e o meio ambiente. Disponível em <https://abag.com.br/fatos-e-mitos-sobre-agricultura-e-meio-ambiente/>. Acesso em 02 abr. 2021.

MIRANDA, E. de; CARVALHO, C.A. de; MARTINHO, P.R.R.; OSHIRO, O.T. Dez fatos e mitos sobre pequenos produtores e vegetação nativa na Amazônia. Disponível em <https://www.portaldbo.com.br/dez-fatos-e-mitos-sobre-pequenos-produtores-e-vegetacao-nativa-na-amazonia/>. Acesso em 02 abr. 2021.

MONTEIRO, M.Y. **Antropogeografia do guaraná**. Manaus: Inpa, 1965. 84p. (Cadernos da Amazônia, 6).

PEREIRA, F. K. **Painel de lendas e mitos da Amazônia**. Belém, PA, 2001. Disponível em: <https://library.um.edu.mo/ebooks/b11716629.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021. Trabalho premiado no Concurso “Folclore Amazônico 1993”.

PORRO, R. Engajamento diferenciado no extrativismo do babaçu: uma análise para o início dos anos 2020. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 59., 2021, Brasília, DF. Ações coletivas e resiliência: inovações políticas, socioeconômicas e ambientais. Brasília, DF: SOBER, 2021.

RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B.; NUNES, F.; BÖRNER, J.; MACHADO,

L.; ASSIS, D.; OLIVEIRA, A.; PINTO, L.; RIBEIRO, V.; RAUSCH, L.; GIBBS, H.; FIGUEIRA, D. The rotten apples of Brazil's agribusiness. **Science**, 17 Jul. 2020, v.369, n. 6501, p. 246-248, 17 jul. 2020.

REBELLO, F.K.& HOMMA, A.K.O. **História da colonização do Nordeste Paraense: uma reflexão para o futuro da Amazônia**. Belém: EDUFRA, 2017. 153p.

REIS, A.C.F. **A Amazônia e a cobiça internacional**. 5ª ed. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1982. 213p.

RIBEIRO, N. de F. **A questão geopolítica da Amazônia: da soberania difusa à soberania restrita**. Brasília: Senado Federal, 2005. 537 p. (Série: Edições do Senado Federal; 64).

RODRIGUES, L. Mitos e fatos na agricultura irrigada (Parte I). Disponível em <<https://www.forum dofuturo.org/agricultura-tropical-sustentavel/mitos-e-fatos-na-agricultura-irrigada-parte-i/>>. Acesso em 09 mai. 2021.

SILVA, D. de M. Amazônia, a pátria dos mitos. In: Anais da 61ª Reunião Anual da SBPC. Manaus, AM, jul. 2009. Disponível em <http://www.sbpnet.org.br/livro/61ra/simposios/SI_DilmaSilva.pdf>. Acesso em 02 abr. 2021.

SILVA, O.M.A. **Economia do Amazonas: visões do ontem, do hoje e do amanhã**. Manaus: Editora Cultural do Amazonas, 2016. 572p.

SOUZA, M. **Breve história da Amazônia**. São Paulo: Marco Zero, 1994. 174p.

STERNBERG, H.O. O pulmão verde. **Geografia**, Rio Claro, v.11, n.22, p.1-13, out. 1986.

WITTKAMPER, J.; ROSE, A.B.; MINEV, D. Can agroforestry replace Amazon monocultures, create new wealth and prevent ecological collapse? Disponível em <<https://amazoninvestor.org/amazon-reforestation-with-a-profitable-twist/>> Acesso em 29 Dec. 2020.

CAPÍTULO 2

PRINCIPAIS LACUNAS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS MINERADOS NA AMAZÔNIA

Walmer Bruno Rocha Martins¹, Victor Pereira de Oliveira², Julia Isabella de Matos Rodrigues³

¹ Engenheiro Florestal, Pós-doutorando em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará (UEPA). E-mail: walmerbruno@gamil.com

² Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: oliveira.vp@yahoo.com

³ Graduando de Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: juliaisabellarodrigues@gmail.com

Resumo

A mineração industrial é uma das principais atividades econômicas da região Amazônica e contribui substancialmente para geração de empregos. No entanto, ela ocasiona intensos impactos ambientais devido à retirada total da vegetação e ao revolvimento do solo, sendo indispensável a restauração ecológica. Para sucesso deste processo, inúmeros fatores abióticos e bióticos devem ser levados em consideração. Com isso, o objetivo deste trabalho foi demonstrar os atuais e principais problemas para restauração florestal de ecossistema degradados pela mineração na Amazônia e listar possíveis soluções. Dentre eles, destacamos os relacionados à dificuldade de obtenção de insumos, como sementes e/ou mudas e mão-de-obra qualificada. Além desses, também enfatizamos os problemas de negligência operacional, incapacidade técnica e falta de proatividade entre os diferentes atores. As soluções que recomendamos para contornar esses gargalos envolvem a qualificação profissional constante, com experiência prática e entendimento teórico sobre o tema, inovação com técnicas baratas e eficientes, melhor gestão dos recursos edáficos, consolidação de parcerias com comunidades tradicionais circunvizinhas e incentivo as pesquisas experimentais. Algumas práticas e ferramentas começam a ser mais usuais e

com perspectiva de crescimento, como a seleção de espécies-chave para plantio de recobrimento associadas aos fungos micorrízicos arbusculares, a aplicação de biochar no solo para melhoria das condições físico-químicas, o uso de papelão e até mesmo nucleários para o controle de plantas daninhas e otimização de água pelas plantas, o estabelecimento de uma lista de indicadores ecológicos com respectivos valores de referência e o monitoramento periódico com Veículos Aéreos Não Tripuláveis (VANTs).

Palavras-chave: Áreas mineradas; ecossistemas degradados; restauração florestal; gargalos ambientais.

Main gaps for ecological restoration of mined ecosystems in the Amazon

Abstract

Industrial mining is one of the main economic activities in the Amazon region and contributes substantially to the generation of jobs. However, it modifies the soil and causes the total removal of vegetation, which must be restored, but numerous abiotic and biotic factors must be taken into account for the restoration to be successful. Thus, the objective of this work was to demonstrate the current and main problems for forest restoration of ecosystems degraded by mining in the Amazon and list possible solutions. Among them, we highlight those related to the difficulty of obtaining inputs, such as seeds and/or seedlings and qualified labor. In addition to these, we also emphasize the problems of operational negligence, technical incapacity and lack of proactivity. The solutions we recommend to overcome these bottlenecks involve constant professional qualification, with practical experience and theoretical understanding of the subject, innovation with cheap and efficient techniques, better management of edaphic resources, consolidation of partnerships with surrounding traditional communities and encouragement of experimental research. Some practices and tools are beginning to be more common and with growth perspective, such as the selection of key species for planting cove-

rings associated with arbuscular mycorrhizal fungi, the application of biochar in the soil to improve physical-chemical conditions, the use of cardboard and even nuclei for weed control and water optimization for plants, the establishment of a list of ecological indicators with respective reference values and periodic monitoring with Unmanned Aerial Vehicles (UAVs).

Keywords: Mined areas; degraded ecosystems; forest restoration; environmental and technical bottlenecks.

Introdução

Dentre as atividades mais importantes da sociedade contemporânea está a mineração industrial, onde os produtos encontram-se presentes em praticamente todos os bens e serviços disponíveis. Os recursos naturais retirados, em sua grande maioria do subsolo, podem ser classificados em metálicos e não-metálicos, os quais são utilizados cotidianamente de maneira direta ou indireta pelo homem. Na Amazônia há a maior abundância e diversidade mineral do mundo (MURGUÍA; BRINGEZU; SCHALDACH, 2016), a qual tem contribuído significativamente para economia local de cada país com território neste bioma (MORENO; LOBATÓN, 2019; VÉLEZ; REBAÍ, 2018).

Apesar de sua grande relevância econômica, a atividade mineral normalmente acarreta inúmeros impactos ambientais negativos, como a remoção total da vegetação nativa e consequente redução da fauna silvestre (MACDONALD et al., 2015; PARROTTA; KNOWLES, 2001)

Medidas mitigadoras devem ser implementadas, iniciando com a reconstrução do solo, denominados *Anthroposols* ou *Technosols*, e com a restauração florestal (MACDONALD et al., 2015). A restauração ecológica, portanto, tem sido a prática de propiciar as condições necessárias para que o ecossistema degradado seja restaurado e reestabeleça os seus processos ecológicos (SER, 2004). Para que a restauração ocorra, as mineradoras devem destinar recursos financeiros para este fim. No entanto, na maioria das vezes, a restauração é realizada apenas para o cumprimento legal, com a minimização de recursos monetários e poucas exigências legais claras por parte dos órgãos de fiscalização sobre

os métodos e técnicas de restauração e do monitoramento periódico.

A escolha dos métodos de restauração e o monitoramento do desempenho dependem de fatores internos e externos à atividade. Entre os fatores internos, estão aqueles relacionados aos métodos de lavra, os quais difere de acordo com a forma, profundidade do minério e aspectos geológicos, podendo ser, a céu aberto (*open pit mining, strip mining and quarry mining*) e método de lavra subterrânea. Entre os fatores externos, estão os recursos monetários disponíveis, proximidade dos remanescentes florestais adjacentes em bom estado de conservação e mão-de-obra técnica qualificada para executar as operações de restauração.

Neste sentido, a restauração ecológica é caracterizada por ser multidisciplinar e normalmente envolve conhecimento em edafologia, ecologia, botânica, silvicultura, e socioeconomia (MELI et al., 2019; SANSEVERO et al., 2018). Isso faz com que, o número de profissionais qualificados seja limitado ou que atue mais especificamente em apenas um desses ramos supracitados. Além disso, inúmeros obstáculos têm sido diagnosticados durante o processo de restauração de ecossistemas degradados pela mineração, sendo os mais comuns: a) problemas edáficos, mais especificamente de compactação, infiltração e erosão do solo; b) problemas para obtenção de sementes e mudas de qualidade; c) escolha e distribuição inadequada de espécies no ecossistema; d) implantação em período inapropriado; e) ausência de monitoramento periódico; f) carência de profissionais qualificados e; g) planos de recuperação genéricos, sem as especificidades locais do empreendimento. Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi demonstrar as principais barreiras enfrentadas durante o processo de restauração e as possíveis soluções, direcionando profissionais no planejamento e tomadas de decisão.

2. Métodos de Pesquisa

Foi realizada uma revisão de artigos científicos, livros, capítulos de livros, Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) e outros materiais científicos, técnicos e didáticos. Para isso, foi utilizado a base de dados do ScienceDirect (Elsevier) (<https://www.sciencedirect.com>), JSTOR (<https://www.jstor.org/>), SciELO (<http://www.scielo.org/php/index.php>), Springer Link (<https://link.springer.com/>),

Wiley Online Library (<https://onlinelibrary.wiley.com/>) e Google Scholar (<https://scholar.google.com.br/>), buscando descrever os principais problema atuais para restauração de áreas degradadas pela mineração na Amazônia.

3. Principais gargalos e barreiras na restauração

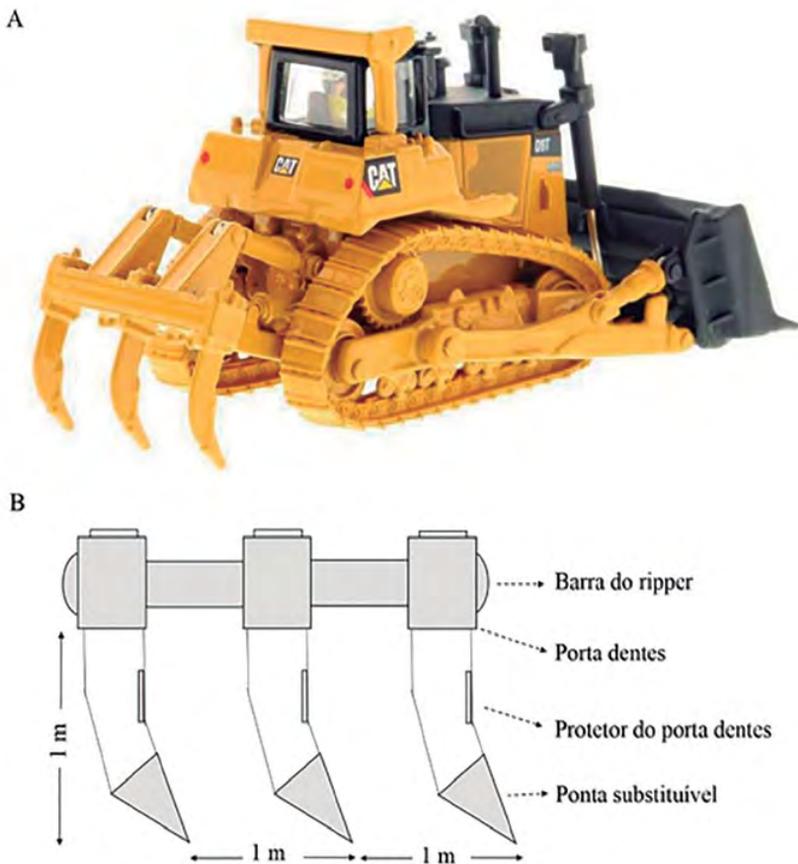
3.1 Problemas edáficos

O *Anthroposols* ou *Technosols*, como é denominado o solo reconstruído após a atividade de mineração (AHIRWAL; MAITI, 2018; FENG et al., 2019; IUSS WORKING GROUP WRB, 2015) (é o fator que apresenta os maiores problemas para o crescimento vegetal. Isso ocorre em função da perda da estrutura horizontal do perfil do solo, onde há mistura de horizontes e conseqüente agrupamento das partículas, causando problemas como o aumento da densidade e compactação do solo o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular e pode levar a planta a morte (MACDONALD et al., 2015). Além disso, com a compactação e o adensamento, a propensão de arraste das partículas pela água da chuva torna-se frequente, sobretudo na Amazônia em que os índices pluviométricos são elevados e intensos no período mais chuvoso, gerando processos erosivos em diferentes intensidades e difíceis de serem estabilizados.

Para cessar ou minimizar esses problemas, há medidas como o retorno sequencial das camadas do solo, de tal modo que, os horizontes estejam na mesma sequência anterior à exploração e que o *topsoil* seja justamente a última a ser inserida. Em ecossistemas com acúmulo de metais pesados, a minimização dos problemas pode ocorrer com a combinação da técnica de fitorremediação e o uso do *Technosols* (ASENSIO et al., 2019)ii. Outra medida fundamental é a correção topográfica com a superfície rugosa e com a adoção de curvas de nível, minimizando o carregamento de partículas e conseqüentemente a erosão. Além disso, torna-se necessário a abertura de covas profundas e largas com no mínimo 40 cm x 40 cm x 40 cm (MARTINS, 2013) para o rápido desenvolvimento radicular. Outra maneira para melhorar as condições físicas do *Technosols* é a escarificação em área total, com a utilização

de três garras de um metro de profundidade ou mais, distanciadas um metro uma da outra, todas acopladas a um trator de esteiras potente (SALOMÃO et al., 2014) (Figura 1A e B).

Figura 1. A) Trator de esteiras com ripper acoplado à parte traseira; B) Profundidade de perfuração do *Technosols* e distância entre as garras.



3.2 Obtenção de sementes e mudas

Para a restauração de ecossistemas degradados pela mineração, após a reconformação do terreno procede-se com a revegetação. Para isso, o método mais usual é o plantio de mudas de espécies nativas, pois durante o processo de licenciamento prioriza-se a com-

posição de espécies em relação à diversidade. O grande obstáculo é onde adquirir sementes e/ou mudas nativas em quantidade e qualidade para o plantio (SCHMIDT et al., 2019). Em toda a Amazônia brasileira há uma carência de viveiros florestais legalizados que produzam mudas de espécies nativas (SILVA et al., 2017). São problemas relacionados a barreiras legais para a produção, desconhecimento das características de reprodução de cada espécie, tempo de retorno e demanda anual, o que se torna uma contradição quando se avalia a diversidade de espécies existente no sítio. Por esse motivo, algumas empresas passam a plantar espécies desconhecidas e até mesmo de outros biomas para o atendimento de demandas da restauração pós-mineração.

Em função do fortalecimento das exigências de restauração de ambientes degradados por mineração, a demanda por mudas nativas tende a aumentar consideravelmente. Por esta razão, uma legislação menos proibitiva para espécies nativas, políticas de apoio e incentivos fiscais devem ser implementadas em caráter de urgência, mas sempre mantendo os padrões mínimos de qualidade, principalmente aos pequenos viveiristas, o que pode garantir um mercado mais amplo e diversificado (PERRANTO; SCHORN; TONETTO, 2018).

De maneira geral, para restauração de ecossistemas degradados, recomenda-se que a coleta de sementes seja de espécies florestais existentes na mesma microbacia hidrográfica ou região. O objetivo é produzir mudas provenientes de diferentes matrizes a fim de garantir a diversidade genética e, caso não se obtenha o quantitativo e diversidade esperada, adquirir mudas de viveiros certificados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Essas práticas visam aumentar as chances dos indivíduos plantados se adaptarem às características dos *Technosols* e principalmente às condições climáticas do ecossistema em restauração. Escolhidos os ecossistemas, busca-se selecionar matrizes para coleta de sementes, sendo necessário conhecer a fenologia de cada espécie escolhida, determinando o período de frutificação e dispersão adequado. Esse passo, por vezes não é possível devido às condições

dos fragmentos existentes no entorno dos empreendimentos. Além de demandar muito tempo, requer mão-de-obra qualificada na definição de matrizes e estudos fenológicos, uma vez que, normalmente o número de espécies utilizadas nesse processo é elevado (ABREU; MEDEIROS, 2018).

Uma alternativa com repercussão social positiva é a inclusão de comunidades tradicionais para coleta de sementes. Isso vem funcionando bem para restauração de matas ciliares na bacia do rio Xingu por tribos indígenas, com a denominada “muvuca” de sementes, consistindo em um método de semeadura direta de espécies nativas pioneiras e não pioneiras, com o objetivo de acelerar o processo de recolonização do solo (Pietro-Souza and Silva, 2014; Schmidt et al., 2019; (Rodrigues et al., 2019). Essa ideia pode ser empregada no setor minerário, englobando as comunidades circunvizinhas por meio de projetos sociais.

3.3. Implantação, distribuição inadequada de espécies e controle de formigas e plantas daninhas

a) Período de plantio

Embora pareça simples conhecer o período adequado para o plantio de mudas, ou semeadura direta, as mudanças nos regimes de chuva, as extensas áreas a serem restauradas e a pouca mão-de-obra disponível têm afetado negativamente o estabelecimento das plantas no sítio, implicando em uma elevada taxa de mortalidade inicial.

Na silvicultura comercial tem-se utilizado frequentemente o polímero hidrorretentor (hidrogel) nas covas de plantio para manter as mudas fertirrigadas nos veranicos, que são pequenos períodos sem chuva, mas que seriam suficientes para ocasionar uma elevada taxa de mortalidade das mudas. O uso do hidrogel para restauração florestal nem sempre demonstra resultados promissores, provavelmente em função das condições ambientais e do volume aplicado inadequado para cada grupo de espécies (SOUZA; ENGEL; MATTOS, 2021). Além disso, o uso do hidrorretentor tem sido um empecilho em função dos custos, ainda que sejam menores quando

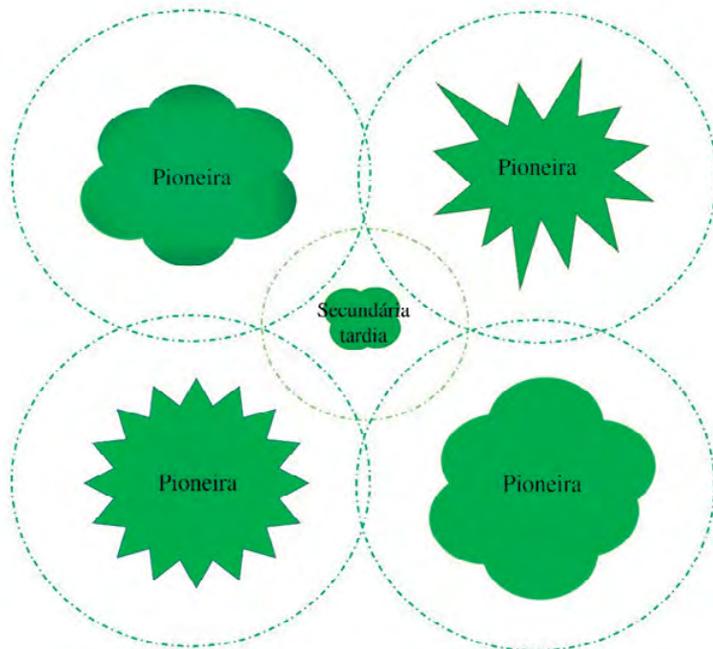
relacionados ao replantio das espécies (FONSECA et al., 2017). O hidrogel é apenas uma das alternativas para manter as mudas hidratadas no ecossistema, outra opção seria a irrigação com auxílio de caminhões pipas em dias com ausência de chuvas garantindo assim que a implantação tenha êxito.

b) Escolha do espaçamento e distribuição das espécies

A escolha do espaçamento para o plantio de mudas florestais de diversas espécies durante muito tempo foi adotada utilizando-se como parâmetro a silvicultura comercial. No entanto, os objetivos são totalmente divergentes e no caso de plantios para restauração florestal, tem-se recomendado espaçamentos menores do que 3,0 x 3,0 m, a exemplo, 3,0 x 2,0 m, 2,5 x 2,0 m e até mesmo 2,0 x 2,0 m. O intuito de espaçamentos menores é o de cobrimento rápido do *Technosol*, com o favorecimento da produção de serapilheira, facilitada pelo crescimento rápido em altura, diâmetro do fuste e a área de copa. Outra vantagem do cobrimento rápido do solo é a indução da regeneração natural de espécies adaptadas à sombra e a mortalidade de gramíneas exóticas agressivas (BRANCALION; RODRIGUES; GANDOLFI, 2015). A principal dificuldade de se estabelecer espaçamentos mais densos é o custo inicial, pois o número de covas e mudas aumenta consideravelmente, podendo inviabilizar o projeto de restauração. Por outro lado, possivelmente o tempo de restauração será menor, bem como as possíveis ações corretivas durante a trajetória de sucessão.

A distribuição das espécies no sítio visa simular um ecossistema florestal heterogêneo, com a inserção de espécies de diferentes grupos ecológicos. O plantio em quincôncio (arranjo de cinco árvores, com quatro nos cantos formando um quadrado ou retângulo e a quinta no centro) por exemplo, é realizado com a implantação de espécies de crescimento rápido (pioneiras ou espécies de cobrimento) em volta daquelas de crescimento mais lento (secundárias tardias ou espécies de diversidade), proporcionando sombreamento parcial e conseqüentemente condições de radiação solar mais favoráveis (MARTINS, 2014) (Figura 2).

Figura 2. Distribuição das espécies em quincôncio observada de cima com as projeções de crescimento de copa demonstradas pelas linhas tracejadas.



A distribuição das espécies em quincôncio é simples, no entanto, é pouco aceita pelos restauradores por requerer o conhecimento dos grupos ecológicos das espécies utilizadas e um planejamento inicial de plantio, que normalmente é ausente ou mal elaborado. Outra questão é o tempo que as copas das espécies pioneiras levarão para começar a sombrear as espécies secundárias tardias. Isso dependerá de inúmeros fatores, sobretudo do ritmo de crescimento das espécies pioneiras e do espaçamento adotado.

c) Controle de formigas cortadeiras e plantas daninhas

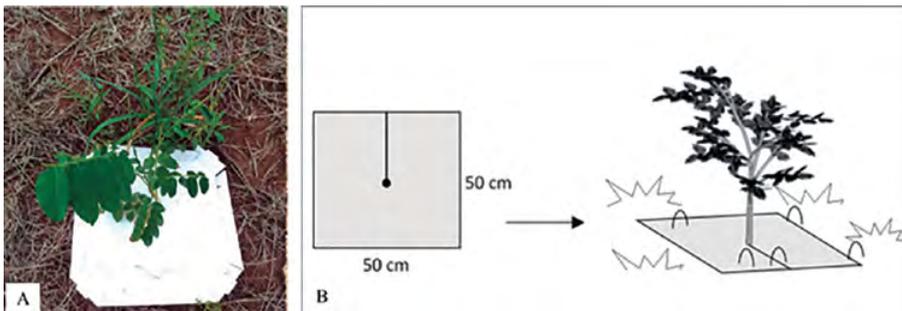
Anteriormente e após o plantio das mudas, alguns cuidados devem ser tomados, como o controle de formigas cortadeiras (*Atta* sp. e *Acromyrmex* sp.) e a competição com plantas daninhas, que são aquelas indesejadas e agressivas. O controle de formigas cortadeiras é realizado apenas quando necessário, ou seja, quando os insetos estiverem

cortando as folhas das mudas plantadas. Essas formigas, apesar de causar prováveis danos, são bioindicadores eficientes, atraindo a fauna silvestre, como os tamanduás e pássaros. Adicionalmente, esses insetos quando controlados, promovem melhorias físicas para solo, pois para a formação dos seus ninhos, criam extensas e profundas galerias no solo, descompactando-os e tornando-os mais propícios ao desenvolvimento radicular.

Um dos maiores problemas relacionados à manutenção de plantios comerciais de *Eucalytus* spp. é o controle de plantas daninhas, o qual tem sido realizado, na maioria das vezes, em área total e com aplicação de herbicidas. Diferentemente disso, nos programas de restauração florestal, o controle dessas plantas competidoras é realizado ao redor de cada planta, no formato de coroa e por isso denominada de coroamento. Essa prática é tradicionalmente realizada com enxadas em um raio ao redor da planta, o qual é determinado em conformidade com a estimativa do desenvolvimento lateral das raízes. Dentre as desvantagens do coroamento convencional está o grande quantitativo de mão-de-obra para realização da atividade, aumentando os custos, e ainda a possibilidade de danos mecânicos no coleto ou sistema radicular superficial.

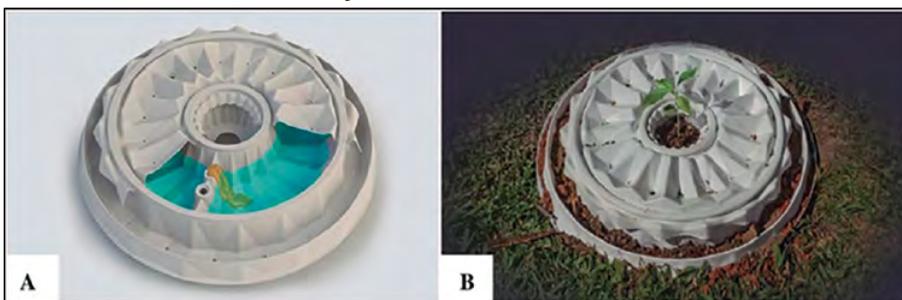
Nos últimos anos, uma técnica inovadora, barata e, até o momento, eficaz que vem sendo adotada, é o uso de papelão ao redor de cada planta (GONÇALVES et al., 2018) (Figura 3A). Esse procedimento evita que a luz chegue até o solo, impede a germinação das plantas daninhas e causa a morte da vegetação indesejada, minimizando o filtro ecológico das daninhas invasoras (GONÇALVES, 2021). Além disso, o papelão mantém a umidade do solo, evitando a perda de água por evaporação (SILVA et al., 2018). Dentre outras vantagens do uso do papelão, tem-se a característica biodegradável do material, a possibilidade de reutilização em diferentes áreas de plantio e a facilidade de aquisição, devido ao uso e descarte frequente. Em algumas áreas em que há ventanias frequentes que poderão ocasionar o dobramento do papelão, por este motivo, é necessário fixá-lo ao solo com arrame ou outro material disponível (Figura 3B).

Figura 3. A) Utilização do papelão como técnica de controle de plantas daninhas (Fonte: BENITES et al., 2020) e; B) Ilustração das dimensões da utilização do papelão e a sua fixação junto ao solo para evitar que haja dobramentos (GONÇALVES et al., 2018).



Recentemente, uma inovação tecnológica denominada Núcleo foi desenvolvida no Brasil, o princípio é semelhante ao uso do papelão, mas com algumas adaptações, como por exemplo, o armazenamento de água da chuva e a liberação gradativa para o solo por capilaridade (Figura 4A), o que diminuirá consideravelmente os custos com o controle das plantas daninhas e também com a irrigação (Figura 4B) (BENITES et al., 2020).

Figura 4. A) Liberação gradativa da água para o solo por capilaridade em um Núcleo e; B) Ilustração de uma muda no interior do Núcleo.



Fonte: BENITES et al. (2020).

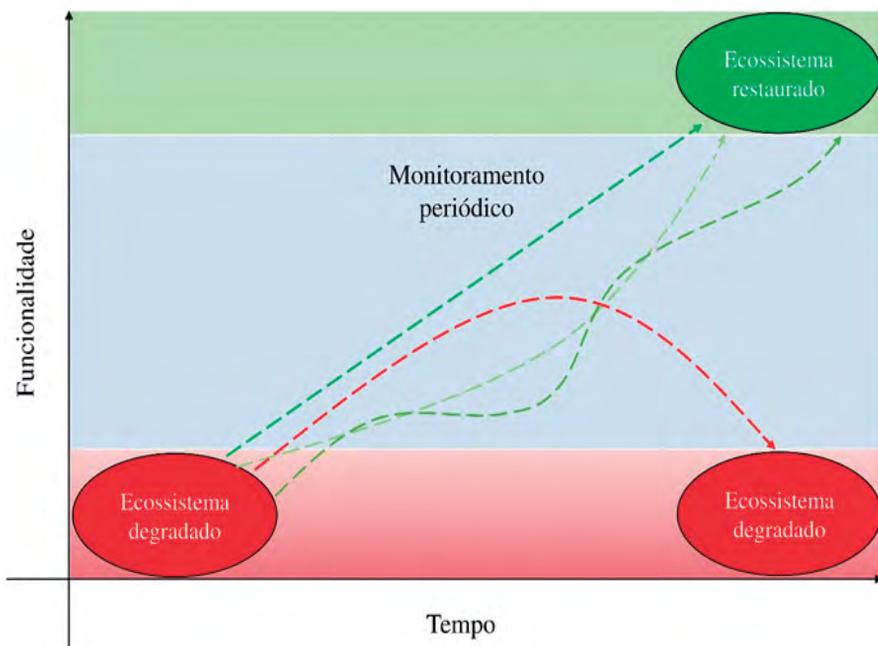
3.4. Ausência de monitoramento periódico dos indicadores ecológicos

O sucesso no processo de restauração parte inicialmente pela definição dos objetivos que deverão nortear as ações de restauração e os indicadores de avaliação da trajetória de desenvolvimento do

ecossistema. Porém, na maioria dos projetos desenvolvidos, o monitoramento periódico por meio da avaliação de indicadores ecológicos ainda é um entrave (RIBEIRO et al., 2019), sendo realizado exclusivamente para atender imposições legais em um curto período de tempo (BRANCALION; RODRIGUES; GANDOLFI, 2015).

O monitoramento periódico permite acompanhar o desempenho dos ecossistemas submetidos aos tratamentos, espécies implantadas e/ou espaçamentos escolhido na fase de planejamento (MARTINS et al., 2020). A ausência desse monitoramento poderá afetar toda a trajetória planejada para a restauração, pois não será possível diagnosticar e corrigir possíveis problemas e comparar com valores de referência. Com isso, sem as possíveis correções o ecossistema poderá novamente retornar a um estágio degradado ou abandonado (Figura 5).

Figura 5. Trajetórias possíveis de um ecossistema em processo de restauração florestal, com destaque para o monitoramento periódico (linhas tracejadas em verde) que deve ser realizado para que o ecossistema não se torne degradado novamente (linha tracejada em vermelho, sem a realização das medidas corretivas diagnosticadas no monitoramento).



3.5. Falta de profissionais qualificados

Uma necessidade atual de toda América Latina, e em especial da Amazônia, é o treinamento teórico e prático de estudantes e profissionais em restauração de ecossistemas, o que deve ser priorizado pelas entidades de ensino (MELI et al., 2019). Essa demanda possui perspectiva de aumento, pois o Brasil se comprometeu a restaurar 12 milhões de hectares até 2030, sendo que, deste total, 38% será voltado para o Bioma Amazônia (BRASIL, 2017).

Diante deste cenário, o Pará apresenta grande deficiência em cursos de pós-graduação em áreas de restauração florestal (botânica, ciências florestais e ciências ambientais). Existe um número limitado de profissionais qualificados para elaboração, execução e condução de projetos de restauração (SANSEVERO et al., 2018), incluindo os ecossistemas pós-mineração. Por outro lado, também não é interessante a obtenção exclusiva de informações empíricas sem embasamento teórico, ainda que apoiado em trabalhos científicos de relevância. Neste sentido, a parceria entre entidades de ensino e empresas é a melhor solução, pois assim os problemas e passivos ambientais são solucionados conjuntamente, beneficiando de forma mais efetiva os ecossistemas degradados (RODRÍGUEZ-UÑA et al., 2020).

Assim, faz-se necessária a criação de cursos de pós-graduação *Stricto sensu* e *Lato sensu* no estado do Pará, além de cursos de formação complementar sobre métodos ecológicos de restauração e ferramentas tecnológicas que podem auxiliar na restauração de ecossistemas minerados. Isto inclui o uso de Veículos Aéreos Não Tripuláveis (VANT's), que vem aumentando nos últimos anos, principalmente para identificação específica de áreas com problemas de cobertura vegetal, diminuindo os custos com deslocamento em áreas extensas e de difícil acesso (MOUDRÝ et al., 2019; (REN et al., 2019).

3.6. Planos de recuperação genéricos

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) é um documento técnico formal que deve ser entregue ao órgão ambiental licenciador competente, contendo de maneira clara e objetiva todas as atividades de recuperação a serem planejadas e realizadas, bem como as

medidas mitigadoras para compensar ou evitar os impactos ambientais inesperados e os métodos de monitoramento dos ecossistemas revegetados (GASTAUER et al., 2019).

Diante disso, um problema muito comum e persistente é a generalização dos PRADs, sem as devidas especificidades em conformidade com o método de extração mineral (LIMA; FLORES; COSTA, 2006). Uma solução eficiente seria um maior rigor na avaliação dos PRADs, aumento do número de profissionais qualificados e capacitados para leitura dos documentos e a execução de vistorias *in loco*. Essas medidas são necessárias para emissão do licenciamento ambiental, com parecer técnico conciso e de acordo com a realidade do projeto e consequentemente dos impactos ambientais.

4. Perspectivas da restauração florestal de ecossistemas degradados pela mineração na Amazônia

- Maior utilização de Veículos Aéreos Não Tripuláveis (VANTs), diminuindo os custos com deslocamentos em áreas extensas e de difícil acesso, além da atuação precisa em micro-sítios não vegetados. A utilização dessa ferramenta não excluirá o uso de imagens de menor resolução espacial, mas sim complementarará, aumentando o nível de detalhamento dos ecossistemas avaliados.
- Manejo adequado do *topsoil*, pois a regeneração natural dependerá do modo de retirada, tempo de armazenamento, espalhamento e espessura do *topsoil* (MACDONALD et al., 2015).
- Avaliação do custo-benefício da utilização de resíduos orgânicos, dentre eles, serragem e esterco bovino, abundantes em praticamente todo estado e que podem ser usados nas covas de plantio e/ou espalhados no preparo do *Techonosols*.
- Consolidar parceria com comunidades tradicionais para produção de sementes e mudas de espécies florestais nativas. Para isso, é necessário capacitação e treinamento para que sementes e mudas de qualidade de espécies nativas possam ser vendidas em quantidade suficiente para os projetos de restauração. Essa ação possibilita geração de renda e envolvi-

mento dos comunitários com a restauração, propiciando uma visibilidade social positivo para as mineradoras.

- Escolha de espécies-chave para o plantio, levando-se em consideração, a adaptabilidade, o desenvolvimento, a sobrevivência e o maior número de redes de interações com a fauna silvestre, promovendo serviços ecossistêmicos (FERNANDEZ et al., 2017; HAGEN et al., 2012; KAISER-BUNBURY et al., 2017).
- Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em mudas de espécies florestais nativas da região amazônica. Essa técnica já tem demonstrado resultados satisfatórios na Indonésia (WULANDARI; CHENG; TAWARAYA, 2016), Brasil (VIEIRA et al., 2017), China (XIAO et al., 2019) e África do Sul (EZEOKOLI et al., 2019).
- Maior utilização do biochar como ferramenta de restauração florestal na Amazônia, tendo em vista os resultados promissores dos estudos em diferentes países em relação ao desenvolvimento das mudas e nas maiores taxas de sobrevivência de plântulas em ecossistemas pós-minerados (LEFEBVRE et al., 2019; LEHMANN et al., 2011; PENIDO et al., 2019; THOMAS; GALE, 2015).
- Utilização frequente de papelão e nucleários como técnica de controle de plantas daninhas e até mesmo de redução de custos com irrigação (BENITES et al., 2020).
- Estabelecer uma lista de indicadores ecológicos com seus respectivos valores de referência. Isso pode ser estabelecido para a Amazônia, por meio de uma meta-análise robusta do que já foi publicado sobre determinando indicador nessa região.

5. Considerações finais

A mineração é fundamental para o desenvolvimento dos países amazônicos, com perspectivas promissoras de aumento substancial nas próximas décadas, havendo a necessidade de restauração ambiental com o uso de diferentes metodologias para a composição da cobertura florestal e indicadores de monitoramento.

Inúmeros problemas devem ser superados para que a restauração florestal em ecossistemas pós-mineração na Amazônia tenha êxito. Dentre esses problemas, destacam-se: (a) más condições edáficas dos *Techonossols*, (b) dificuldade de obtenção de sementes e mudas, (c) inserção e distribuição inadequada de espécies, (d) ausência de monitoramento periódico, (e) carência de recursos humanos qualificados para elaboração, operacionalização, condução e fiscalização de projetos de restauração e, por fim, (f) PRADs genéricos, que não levam em consideração as características locais do projeto e o método de extração mineral.

Ressaltamos a importância do manejo adequado do *topsoil*, da utilização de fungos micorrízicos arbusculares em espécies leguminosas, do biochar, do aproveitamento de resíduos orgânicos, do controle de formigas cortadeiras e da seleção de espécies-chave para o plantio. Na condução do plantio, destacam-se o uso do papelão e nucleários para o controle de plantas daninhas e até mesmo otimização de água pela planta, problemas frequentes em áreas em processo de restauração florestal. Para o monitoramento, o uso dos VANTs será inevitável, com sensores capazes de detectar falhas de plantio, processos erosivos e outros gargalos. Além disso, reiteramos a importância de parcerias com comunidades locais, envolvendo-os em atividades ligadas a restauração florestal, como a coleta de sementes e produção mudas.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de pós-doutorado ao primeiro autor. A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e ao Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas (LABECOS), pelo apoio à pesquisa científica.

Referências

ABREU, D. C. A.; MEDEIROS, A. C. S. Coleta de sementes florestais. In: ARAUJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A. (Eds.). . **Produção de sementes e mudas: um enfoque a silvicultura**. Santa Maria: [s.n.]. p. 59–77.

AHIRWAL, J.; MAITI, S. K. Development of Technosol properties and recovery of carbon stock after 16 years of revegetation on coal mine degraded lands, India. **Catena**, v. 166, n. September 2017, p. 114–123, 2018.

ASENSIO, V. et al. The potential of a technosol and tropical native trees for reclamation of copper-polluted soils. **Chemosphere**, v. 220, p. 892–899, abr. 2019.

BENITES, R. M. A. et al. Nucleário, cardboard, or manual crowning: which maintenance technique is most cost-effective in tree seedling survival establishment? **Journal of Environmental Management**, v. 270, n. May, 2020.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Restauração florestal. São Paulo: Oficina de Textos. 431p.** São Paulo: [s.n.].

BRASIL. PLANAVEG: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. **Brasília: MMA.**, p. 73p., 2017.

EVANS, D. M. et al. Hydrologic effects of surface coal mining in Appalachia (U.S.). **Journal of the American Water Resources Association**, v. 51, n. 5, p. 1436–1452, 2015.

EZEOKOLI, O. T. et al. Arbuscular mycorrhizal fungal community differentiation along a post-coal mining reclamation chronosequence in South Africa: A potential indicator of ecosystem recovery. **Applied Soil Ecology**, v. 147, n. November, p. 1–12, 2019.

FENG, Y. et al. Effects of surface coal mining and land reclamation on soil properties: A review. **Earth-Science Reviews**, v. 191, n. February, p. 12–25, 2019.

FERNANDEZ, F. A. S. et al. Rewilding the Atlantic Forest: Restoring the fauna and ecological interactions of a protected area. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15, n. 4, p. 308–314, 2017.

FONSECA, L. et al. Viabilidade do Hidrogel na Recuperação de Cerrado sensu stricto com Espécies Nativas. **Floresta e Ambiente**, v. 24, n. 0, 2017.

GASTAUER, M. et al. Mine land rehabilitation in Brazil: Goals and techniques in the context of legal requirements. **Ambio**, v. 48, p. 74–88, 2019.

GONÇALVES, F. Efficiency of cardboard crowning on the suppression of invasive alien grasses. v. 28, n. 3, 2021.

GONÇALVES, F. L. A. et al. Manual crowning versus cardboard in forest restoration: Costs and effect on seedling development. **Planta Daninha**, v. 36, 2018.

HAGEN, M. et al. Biodiversity, species interactions and ecological networks in a fragmented world. In: JACOB, U.; WOODWARD, G. (Eds.). **Global Change in Multispecies Systems**. 1. ed. [s.l.] Elsevier Ltd., 2012. v. 46p. 89–210.

IUSS WORKING GROUP WRB. **World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps**. 106. ed. Rome: [s.n.].

KAISER-BUNBURY, C. N. et al. Ecosystem restoration strengthens pollination network resilience and function. **Nature**, v. 542, n. 7640, p. 223–227, 2017.

LEFEBVRE, D. et al. Biochar effects on two tropical tree species and its potential as a tool for reforestation. **Forests**, v. 10, n. 8, p. 1–14, 2019.

LEHMANN, J. et al. Biochar effects on soil biota - A review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 43, n. 9, p. 1812–1836, 2011.

LIMA, H. M.; FLORES, J. C. C.; COSTA, F. L. Plano de recuperação de áreas degradadas versus plano de fechamento de mina: um estudo comparativo. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 59, n. 4, p. 397–402, 2006.

MACDONALD, S. E. et al. Forest restoration following surface mining disturbance: Challenges and solutions. **New Forests**, v. 46, n. 5–6, p. 703–732, 2015.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: como recuperar áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e áreas de mineração. Viçosa: Aprenda Fácil. 270p. [s.l.: s.n.].**

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares: no contexto do novo código florestal**. 3.ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 220p. [s.l: s.n.].

MARTINS, W. B. R. et al. Ecological methods and indicators for recovering and monitoring ecosystems after mining: A global literature review. **Ecological Engineering**, v. 145, p. 105707, 2020.

MELI, P. et al. Multidimensional training among Latin America's restoration professionals. **Restoration Ecology**, v. 27, n. 3, p. 477–484, 2019.

MORENO, A. H.; LOBATÓN, S. B. Habitar el paisaje: un ejercicio desde la producción de paisajes posmineros. **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**, v. 28, p. 373–393, 2019.

MOUDRÝ, V. et al. Comparison of leaf-off and leaf-on combined UAV imagery and airborne LiDAR for assessment of a post-mining site terrain and vegetation structure: Prospects for monitoring hazards and restoration success. **Applied Geography**, v. 104, n. May 2018, p. 32–41, 2019.

MURGUÍA, D. I.; BRINGEZU, S.; SCHALDACH, R. Global direct pressures on biodiversity by large-scale metal mining: Spatial distribution and implications for conservation. **Journal of Environmental Management**, v. 180, p. 409–420, 2016.

PARROTTA, J. A.; KNOWLES, O. H. Restoring tropical forests on lands mined for bauxite: Examples from the Brazilian Amazon. **Ecological Engineering**, v. 17, n. 2–3, p. 219–239, 2001.

PENIDO, E. S. et al. Combining biochar and sewage sludge for immobilization of heavy metals in mining soils. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 172, n. November 2018, p. 326–333, 2019.

PERRANTO, E. R.; SCHORN, L. A.; TONETTO, T. DA S. Trâmites legais na produção de sementes e mudas florestais. In: ARAUJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A. (Eds.). **Produção de sementes e mudas: um enfoque a silvicultura**. Santa Maria: [s.n.]. p. 301–326.

PIETRO-SOUZA, W.; SILVA, N. M. Plantio manual de muvuca de sementes no contexto da restauração ecológica de áreas de preservação permanente degradadas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 3, p. 63–74, 2014.

REN, H. et al. A review of UAV monitoring in mining areas: current status and future perspectives. **International Journal of Coal Science & Technology**, 2019.

RIBEIRO, S. S. et al. Forest restoration evaluation through indicators in areas of bauxite mining. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 3, p. 1–11, 2019.

RODRIGUES, S. B. et al. Direct seeded and colonizing species guarantee successful early restoration of South Amazon forests. **Forest Ecology and Management**, v. 451, n. August, p. 117559, 2019.

RODRÍGUEZ-UÑA, A. et al. Fresh perspectives for classic forest restoration challenges. **Restoration Ecology**, v. 28, n. 1, p. 12–15, 2020.

SALOMÃO, R. P. et al. Dinâmica de reflorestamento em áreas de restauração após mineração em unidade de conservação na Amazônia. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 1–24, 2014.

SANSEVERO, J. B. B. et al. On the teaching of ecological restoration in Brazil: An analysis of postgraduate courses. **Restoration Ecology**, v. 26, n. 5, p. 997–1004, 2018.

SCHMIDT, I. B. et al. Community-based native seed production for restoration in Brazil – the role of science and policy. **Plant Biology**, v. 21, n. 3, p. 389–397, 2019.

SER. **Science & policy working group. The SER international primer on ecological restoration**, 2004.

SILVA, A. P. M. et al. Can current native tree seedling production and infrastructure meet an increasing forest restoration demand in Brazil? **Restoration Ecology**, v. 25, n. 4, p. 509–515, 2017.

SILVA, F. F. DA et al. Use of Cardboard Disks for Crowning Seedlings in Reforestation. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 3, 2018.

SOUZA, D. C.; ENGEL, V. L.; MATTOS, E. C. Direct seeding to restore tropical seasonal forests: effects of green manure and hydrogel amendment on tree species performances and weed infestation. **Restoration Ecology**, v. 29, n. 1, 2021.

THOMAS, S. C.; GALE, N. Biochar and forest restoration: a review

and meta-analysis of tree growth responses. **New Forests**, v. 46, n. 5–6, p. 931–946, 2015.

VÉLEZ, J. A. A.; REBAÏ, N. Minería y vulnerabilidad de los territorios rurales en los Andes ecuatorianos: evidencias desde la provincia del Azuay. **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**, v. 27, n. 2, p. 389–406, 2018.

VIEIRA, C. K. et al. Morphological and molecular diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in revegetated iron-mining site has the same magnitude of adjacent pristine ecosystems. **Journal Environmental Sciences**, v. 67, p. 330–343, 2017.

WULANDARI, D.; CHENG, W.; TAWARAYA, K. Arbuscular mycorrhizal fungal inoculation improves *Albizia saman* and *Paraserianthes falcataria* growth in post-opencast coal mine field in East Kalimantan, Indonesia. **Forest Ecology and Management**, v. 376, p. 67–73, 2016.

XIAO, L. et al. Effects of re-vegetation type and arbuscular mycorrhizal fungal inoculation on soil enzyme activities and microbial biomass in coal mining subsidence areas of Northern China. **Catena**, v. 177, p. 202–209, 2019.

CAPÍTULO 3

BASES ECOLÓGICAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CAULIM NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Victor Pereira de Oliveira¹, Walmer Bruno Rocha Martins², Julia Isabella de Matos Rodrigues³, Gustavo Schwartz⁴

¹ Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: oliveira.vp@yahoo.com

² Engenheiro Florestal, Pós-doutorando em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Pará (UEPA). E-mail: walmerbruno@gmail.com

³ Graduando de Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: juliaisabellarodrigues@gmail.com

⁴ Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil. E-mail: gustavo.schwartz@embrapa.br

Resumo

A mineração de caulim na Amazônia Oriental é considerada a maior do mundo, contribuindo para geração de renda e emprego, mas proporciona concomitantemente severos impactos ambientais negativos como a supressão vegetal e a descaracterização do solo. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi descrever e comentar a sobre a restauração florestal em áreas pós mineração de caulim localizado na Amazônia Oriental. A região concentra cerca de 10% das reservas mundiais de caulim, onde as principais jazidas estão localizadas na região do Rio Capim, nordeste do estado do Pará, conhecida como Distrito Rio Capim (DRC). Atualmente, as minas em operação no DRC são: a Rio Capim Caulim (RCC) e a Pará Pigmentos S.A. (PPSA), ambas localizadas no município de Ipixuna, estado do Pará, as quais pertencem ao Grupo Imerys. Após o processo de extração mineral, os ecossistemas degradados devem ser obrigatoriamente restaurados por meio de métodos ativos e/ou passivos. Nos métodos ativos, há intervenções humanas diretas, enquanto que, nos passivos, as intervenções são mínimas. Ambos os métodos são

baseados na teoria da sucessão florestal, que leva em consideração a dinâmica e o sentido multidirecional da trajetória ecológica, sempre buscando conduzir cada ecossistema ao mais próximo possível ao que outrora houvera. Em virtude da intensidade do impacto ocasionado pela mineração, o método ativo de plantio de mudas tem sido o mais usual, garantindo inicialmente uma elevada densidade e diversidade de espécies no campo. Apesar disso, o monitoramento nos primeiros anos das propriedades edáficas e do crescimento e mortalidade são indicadores essenciais para selecionar espécies mais adaptadas e garantir que a restauração seja bem sucedida. Neste sentido, esta revisão chama atenção para os métodos e indicadores de restauração florestal visando uma atividade mineral mais responsável e sustentável.

Palavras-chave: Passivos ambientais; Serviços ecossistêmicos; Estrutura do solo; Indicadores ecológicos.

Ecological bases for forest restoration of areas degraded by kaolin mining in the Eastern Amazon

Abstract

Kaolin mining in the Eastern Amazon is considered the largest in the world, contributing to the generation of income and employment, but concomitantly causing severe negative environmental impacts such as vegetation suppression and soil decharacterization. In this sense, the objective of this research was to describe and comment on forest restoration in areas after kaolin mining located in the Eastern Amazon. The region concentrates around 10% of the world's kaolin reserves, where the main deposits are located in the Rio Capim region, northeast of the state of Pará, known as the Rio Capim District (DRC). Currently, the mines in operation in the DRC are: Rio Capim Caulim (RCC) and Pará Pigmentos S.A. (PPSA), both located in the municipality of IPIXUNA, state of Pará, which belong to the Imerys Group. After the mineral extraction process, degraded ecosystems must be mandatorily restored through active and/or passive methods. In active methods, there are direct human interventions, while in passive methods, interventions are minimal. Both methods are based on the theory of forest succession,

which takes into account the dynamics and multidirectional direction of the ecological trajectory, always seeking to lead each ecosystem as close as possible to what it once existed. Due to the intensity of the impact caused by mining, the active method of planting seedlings has been the most common, initially ensuring a high density and diversity of species in the field. Despite this, monitoring in the early years of edaphic properties and of growth and mortality are essential indicators to select more adapted species and ensure that restoration is successful. In this sense, this review draws attention to forest restoration methods and indicators aimed at a more responsible and sustainable mineral activity.

Keywords: Environmental liabilities; Ecosystem services; Soil structure; Ecological indicators.

1. Introdução

A mineração é uma atividade industrial com papel indispensável para o desenvolvimento de vários setores de bens e serviços (MELO et al., 2018), contribuindo para a economia global, por meio da geração de empregos, renda e infraestrutura (SÖDERHOLM; SVAHN, 2015; MATLABA et al., 2017). No Brasil, por exemplo, os minérios metálicos, contribuíram com 4% de seu Produto Interno Bruto (PIB) no ano de 2019 (IBRAM, 2020). Por outro lado, a atividade mineral ocasiona intensos impactos negativos para os ecossistemas, como a interrupção dos ciclos hidrobiogeoquímicos e o afugentamento da fauna, os quais são intensificados pela supressão da vegetação nativa, revolvimento e destruição dos perfis do solo (CARNEIRO et al., 2008; SANTOS et al., 2013; SANTOS et al., 2016) do volume explorado e do rejeito produzido. Os microrganismos do solo e sua atividade, por participarem de funções-chave, podem fornecer indicações sobre o real estado de reabilitação de áreas mineradas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da atividade de mineração em duas cronosseqüências com diferentes estratégias (revegetação. Esses impactos afetam negativamente a provisão de serviços ecossistêmicos, tais quais a regulação climática, manutenção dos estoques de carbono pelas florestas, subsistência das comunidades tradicionais e o bem estar humano (PAN et al., 2011; FEARNSIDE, 2016; STRAND et al., 2018)

A Amazônia, apresenta uma enorme diversidade de reservas minerais, especialmente de ouro, prata, ferro, bauxita e caulim (SANTOS et al., 2002), o que pode gerar mais pressão para a exploração desses recursos e consequentemente a destruição dos ecossistemas naturais. Ainda dentro desse contexto, o estado do Pará destaca-se como um dos maiores produtores de minérios do Brasil, tendo a maior mina de minério de ferro (CRUZ et al., 2020; VALE, 2020), caulim (IMERY'S, 2020) e uma das maiores reservas de bauxita do mundo (MONSELS; VAN BERGEN, 2018). Além disso, o estado foi o maior arrecadador de *royalties* de mineração do Brasil em 2019, sendo o equivalente a USD 421 milhões (ANM, 2020). Neste cenário, a restauração florestal tem ganhado relevância e destaque, devido à necessidade de recuperação das áreas degradadas pela atividade da mineração. Assim, os projetos de restauração buscam restabelecer os processos ecológicos, a biodiversidade e a função dos ecossistemas impactados (BRANCALION et al., 2015).

O Brasil, por ser um dos principais países mineradores do mundo, possui uma ampla variedade de leis, decretos e instruções normativas que regulam a atividade minerária bem como a preservação do meio ambiente (ARONSON et al., 2011). A exemplo, desde 1988, a Constituição Federal por meio do Art. 225 prevê a reabilitação de áreas degradadas pela mineração e constitui penalidades em caso de infrações (BRASIL, 1988). Ainda dentro desse arcabouço jurídico e legal, as mineradoras autorizadas pela Agência Nacional de Mineração (ANM) a explorarem recursos, devem obrigatoriamente apresentar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas e Alteradas (PRADA), contemplando todas as medidas mitigadoras e detalhando os protocolos necessários para recuperação das áreas degradadas pela mineração. Além disso, o descumprimento do PRADA e das condicionantes pode resultar na retirada da licença de operação da empresa mineradora. Adicionalmente, o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) também estabelece em diversos artigos, ações para que o setor público e a sociedade civil promovam a recuperação dos ecossistemas degradados.

Assim, as práticas de restauração florestal têm se tornado ferramentas indispensáveis para o desenvolvimento econômico sustentável, frente à degradação dos ecossistemas. Essas práticas devem ser acompanhadas do monitoramento contínuo e periódico dos indicadores, os quais demonstrem

a eficiência do método aplicado (PRACH et al., 2019; MARTINS et al., 2020) para que seja possível identificar os desvios das trajetórias desejadas, fornecendo avaliações consistentes para os órgãos ambientais (GASTAUER et al., 2020). Além da viabilidade ecológica e técnica a ser considerada na escolha do método de restauração, os recursos financeiros não devem ser negligenciados, sendo que a viabilidade econômica também deve ocupar lugar de destaque frente à demanda de áreas a serem restauradas (CROUZEILLES et al., 2017; HOLL, 2017), devendo ser priorizados os métodos mais eficientes e baratos. Diante desse contexto, estudos de restauração florestal em minas de caulim na Amazônia ainda são incipientes na literatura, embora a região apresente a maior planta de caulim a céu aberto do mundo. Por esse motivo, o objetivo desse artigo é discorrer sobre as bases para a restauração florestal em áreas degradadas pós mineração de caulim na Amazônia Oriental, levando em consideração as metodologias disponíveis e as principais soluções como medidas mitigadoras dos passivos ambientais.

2. Métodos de Pesquisa

Utilizamos para o desenvolvimento desta pesquisa uma revisão bibliográfica baseada primordialmente em artigos científicos, livros e capítulos de livros usando a base de dados disponíveis no ScienceDirect (Elsevier) (<https://www.sciencedirect.com>), JSTOR (<https://www.jstor.org/>), SciELO (<http://www.scielo.org/php/index.php>), Springer Link (<https://link.springer.com/>), Wiley Online Library (<https://onlinelibrary.wiley.com/>) e Google Scholar (<https://scholar.google.com.br/>). Além disso, verificamos alguns dispositivos legais (Leis, Decretos e similares), Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) e sites sobre informações da atividade mineral no Brasil, como a Agência Nacional de Mineração (ANM - <https://www.gov.br/anm/pt-br>), Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM - <https://ibram.org.br>).

3. Desenvolvimento

3.1. Mineração de caulim e suas especificidades no Pará

O caulim, argilomineral de alumínio hidratado do tipo 1:1, é um minério composto predominantemente pela caulinita, e apresenta minerais acessórios como hematita, goethita, zircão, rutilo, anatase e

moscovita em proporções inferiores a 5% (CARNEIRO et al., 2003). Esse minério é encontrado naturalmente branco ou pode atingir essa coloração através do beneficiamento, que elimina as impurezas (geralmente óxidos de ferro). Possui aplicação tecnológica especialmente nas indústrias de papel, cerâmica, refratários, pigmentos e aditivos (PRUETT, 2016).

De acordo com o Sumário Mineral, o Brasil é o 7º maior produtor mundial desse mineral, com cerca de 1,7 milhões de toneladas, correspondendo a 5% da produção mundial em 2016 (ANM, 2019). A região amazônica concentra cerca de 10% das reservas mundiais de caulim e as principais ocorrências desse minério são na região do Rio Capim, nordeste do estado do Pará, conhecida mundialmente como Distrito Rio Capim (DRC), apresentando caulim com elevada pureza, com melhor índice de brancura e granulometria apropriada para uso industrial (SOUSA et al., 2007; DIAS et al., 2012; MAIA et al., 2019).

As principais minas em operação no DRC são a Rio Capim Caulim (RCC) e a Pará Pigmentos S.A. (PPSA), ambas localizadas no município de Ipixuna, estado do Pará, e são subsidiárias do Grupo Imerys (IMERYS, 2020). As operações de lavra ocorrem a céu aberto, em média a 20 metros de profundidade, onde se encontra o caulim macio (*soft*), recoberto por um nível de caulim duro (*flint*), considerado como material estéril por conter elevado teor de óxidos de ferro (CARNEIRO et al., 2003). O caulim dessas duas minas é proveniente dos sedimentos da Formação Ipixuna, do período Cretáceo, intensamente intemperizados e de formação *in situ* (KOTSCHOUBEY et al., 1996).

O caulim extraído da RCC e da PPSA é transportado via mineroduto até o município de Barcarena, no Pará, onde ocorre o beneficiamento e transporte para o mercado internacional via porto privado da mineradora Imerys, sendo Estados Unidos e Europa os principais mercados (IMERYS, 2020). A mineração de caulim ocorre dentro das práticas da mineração sustentável, ocorrendo as principais etapas: a) exploração; b) desenvolvimento e prospecção de recursos; c) viabilidade e desenvolvimento das reservas; d) mina, planejamento, permissão e construção; e) produção (extração e beneficiamento); e f) restauração ecológica para reestabelecimento das funções do ecossistema (KOGEL, 2014).

3.2. Bases teóricas da restauração florestal

As florestas cobrem quase um terço da área terrestre do planeta e contêm mais de 80% de toda a biodiversidade presente em ecossistemas terrestres (AERTS; HONNAY, 2011). Os ecossistemas terrestres contribuem para o ciclo global do carbono, desempenhando a regulação e mitigação das mudanças climáticas em nível global (PAN et al., 2011; LEWIS et al., 2015). Por outro lado, o modelo de exploração e desenvolvimento da região amazônica contribui para a degradação desses ecossistemas, gerando enormes passivos ambientais e a perda dos recursos genéticos e florestais (BLIGNAUT et al., 2014). Além disso, a mineração é uma das atividades que mais impactam negativamente o meio ambiente, devido à supressão completa das florestas e, consequentemente, contribuição para o desaparecimento da vida selvagem, importantes para a manutenção dos recursos ambientais (MACDONALD et al., 2015).

Visando reverter essa situação, a restauração ecológica desempenha uma importante função, pois de acordo com a Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica – SER (2004) é uma ciência que busca iniciar ou acelerar a restauração de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído, em decorrência de ações diretas ou indiretas do homem, enfatizando o reestabelecimento dos serviços ecossistêmicos. Também pode ser descrita como uma atividade que busca a restauração dos fluxos de bens e serviços naturais que os ecossistemas fornecem à sociedade (CLEWELL; ARONSON, 2007).

De maneira resumida, o uso do termo “restauração” significa que a estrutura, a composição de espécies, a produtividade e a diversidade do ecossistema restaurado sejam semelhantes às suas condições originais, mas não necessariamente cópias idênticas (ZIPPER et al., 2011; FAO, 2015). A restauração pode ser classificada em ativa e passiva (Quadro 1), onde no primeiro caso ocorre a interferência humana direta no processo de restauração, enquanto no segundo, há ocorrência apenas e unicamente dos processos naturais de sucessão.

Quadro 1. Classificação da restauração florestal de áreas degradadas em ativa e passiva com a descrição das suas principais características.

Tipo de Restauração	Principais características
Ativa	Aplicada em áreas que necessitam de práticas intervencionistas com ações mais diretas, como a retirada dos fatores de degradação, fornecimento de propágulos de qualidade (sementes e mudas), eliminação de barreira à regeneração, transposição do <i>topsoil</i> e monitoramento contínuo.
Passiva	Aplicada em áreas degradadas com alto potencial de resiliência, apresentando remanescentes florestais próximos, banco e chuva de sementes do solo com alta diversidade de espécies induzindo a regeneração natural.

Fonte: Adaptado de Meli et al. (2017).

Estudos meta-analíticos apontam que a restauração passiva demonstra ser o método mais econômico para a restauração da biodiversidade e do funcionamento dos ecossistemas (CHAZDON, 2017; CROUZEILLES et al., 2017). Além disso, estudos de restauração passiva tendem a ser realizados em locais com maior resiliência e alto poder de regeneração, gerando viés comparativo. Em contrapartida, a restauração ativa é realizada em várias condições locais, especialmente em ecossistemas altamente degradados, onde a atuação do homem é imprescindível para induzir os processos de restauração e a sucessão florestal (REID et al., 2018).

Atualmente, a restauração florestal está fundamentada no paradigma contemporâneo da ecologia proposto por Pickett & White (1985), no qual se reconhece que os distúrbios influenciam diretamente na dinâmica da vegetação e na sucessão florestal. Admitindo-se que o processo de restauração não é unidirecional e pode assumir diversas comunidades finais possíveis (BRANCALION et al., 2009), não estando sujeita a um único clímax pré-estabelecido. Adicionalmente, Suding (2011) aborda quatro paradigmas gerais que fornecem a estrutura básica para a discussão dos objetivos da restauração ecológica: a) restauração para orientar os ecossistemas degradados; b) restauração como compensação pela perda de habitat; c) restauração para provimento de serviços ecossistêmicos; e d) restauração para garantir a resiliência.

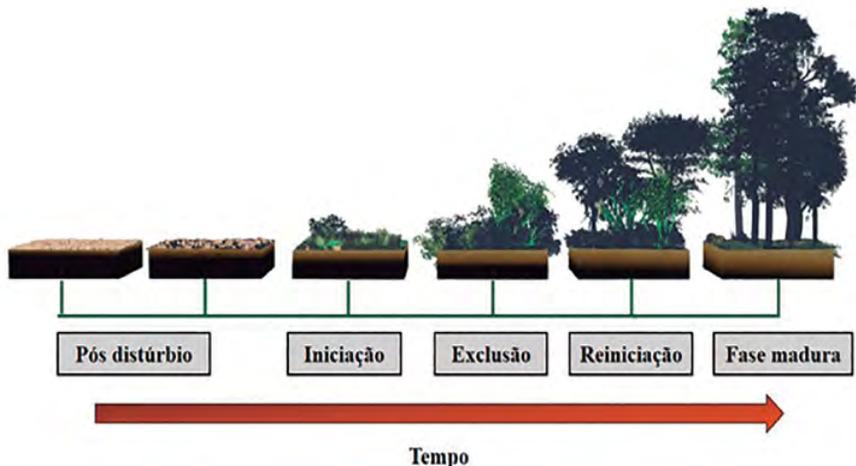
O principal objetivo dos programas de restauração em diversas frentes está direcionado à restauração dos atributos ecológicos do ecossistema florestal (ARADOTTIR; HAGEN, 2013), dos quais incluem a composição de espécies, a fertilidade do solo, além de outros aspectos da estrutura e função do ecossistema, bem como sua dinâmica, resiliência, sustentabilidade e variabilidade natural (THORPE; STANLEY, 2011). As intervenções para esse fim incluem a revegetação com a reintrodução de espécies-chave de acordo com o conhecimento dos grupos ecológicos e de plantio.

No Brasil, a classificação atualmente mais adotada para os grupos ecológicos de espécies florestais é a de Gandolfi (1991), no qual o autor propõe três grupos de espécies: a) pioneiras, que necessitam de alta luminosidade para seu desenvolvimento e possuem sementes pequenas as quais são facilmente dispersadas; b) secundárias, que se desenvolvem em condições intermediárias de sombreamento e possuem plasticidade em relação à demanda por luminosidade e c) tardias, que se desenvolvem em condições de sombreamento (sub-bosque) e apresentam sementes grandes. Além disso, as classificações de Budowski (1965), que divide as espécies em 4 grupos ecológicos (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas), e de Whitmore (1989), que propôs apenas 2 grupos (pioneiras e não pioneiras), também são utilizadas.

Iniciativas de restauração através dos modelos de sucessão em florestas tropicais levam em consideração o padrão de desenvolvimento de uma floresta secundária submetida a determinado distúrbio e está dividida em quatro fases clássicas: i) iniciação da floresta, podendo ocorrer colonização por espécies ruderais ou espécies pioneiras de vida curta, com crescimento rápido; ii) exclusão competitiva entre os indivíduos florestais, favorecendo os mais vigorosos; iii) reiniciação do sub-bosque, caracterizado pelo estabelecimento dos indivíduos provenientes da competição na fase anterior; e iv) fase madura, quando algumas árvores do dossel morrem e outras do sub-bosque tomam o espaço vago (Figura 1) (OLIVER; LARSON, 1996; SMITH et al., 1997). O conhecimento da dinâmica das florestas tropicais e da sucessão secundária fornece os subsídios técnicos para a escolha dos métodos mais adequados para a restauração, contribuindo para a conservação da bio-

diversidade, provimento dos serviços ecossistêmicos e manutenção das comunidades tradicionais (JAKOVAC et al., 2017)

Figura 1. Fases da sucessão secundária em florestas tropicais.

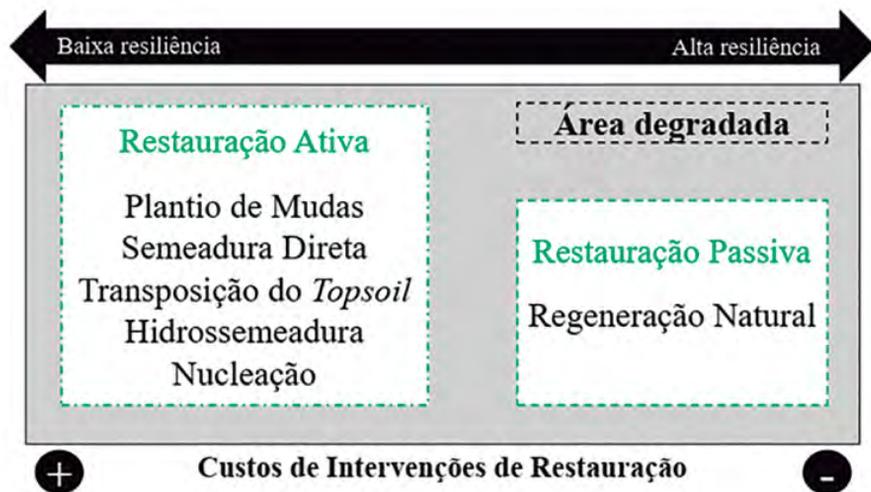


3.3. Métodos de restauração de ecossistemas degradados pós-mineração

As iniciativas de restauração para ecossistemas degradados por mineração contam atualmente com métodos que visam reestabelecer a composição, estrutura, função e os serviços ecossistêmicos, sendo: a) plantio de mudas (em área total ou em ilhas), b) semeadura direta, c) hidrossemeadura, d) nucleação e f) indução da regeneração natural por meio da transposição do solo superficial rico em fonte de propágulos (*Topsoil*). Os quatro primeiros métodos são utilizados como métodos da restauração ativa e o último é considerado o principal método da restauração passiva (Figura 2) (CRUZ et al., 2020).

Esses métodos podem ser empregados isoladamente ou em conjunto, visando melhores resultados para o ecossistema a ser restaurado. O plantio de mudas de espécies nativas regionais é o método de restauração ativa mais adotado em ecossistemas degradados pós-mineração na Amazônia, visto reestabelecer rapidamente a cobertura do solo, diminuir a erosão laminar e acelerar os processos edáficos do solo (VILLACÍS et al., 2016; GUERRA et al., 2020), demonstrando ser um método eficiente por apresentar elevada taxa de sobrevivência das espécies em sítio (SALOMÃO et al., 2007).

Figura 2. Principais métodos utilizados na restauração em áreas degradadas pós-mineração em função da resiliência local.



Um método de restauração ativa considerado de baixo custo é a semeadura direta em sítio, pois não há custos adicionais com a produção de mudas em viveiros nem com a logística de transporte até o local de plantio (COLE et al., 2011). Por outro lado, esse método ainda possui determinadas limitações, pois depende de uma série de fatores para o seu completo êxito, dentre eles, destacamos a correta composição do mix de sementes a serem distribuídas, levando em consideração aspectos como a quebra de dormência e vigor fisiológico. Além disso, ainda há a necessidade de maior aprimoramento dos implementos utilizados para a semeadura, visto que, muitas vezes a profundidade adequada para a semeadura não é controlada, podendo as sementes ficarem em profundidades superiores a necessária para a germinação, inibindo a quebra de dormência (MASAREI et al., 2019).

Em terrenos inclinados, como encostas e taludes, a hidrossemeadura tem sido utilizada como o principal método de restauração visando maior estabilização do solo e redução da erosão superficial pelo impacto direto da precipitação pluviométrica (ANSHARI et al., 2018). As sementes utilizadas por esse método geralmente são de espécies herbáceas ou gramíneas de recobrimento, no qual são misturadas com um substrato

(i.e., pasta de celulose), tendo função de agente colante das sementes no solo. Após a hidrossemeadura, as telas de sisal ou a fibra de coco podem ser utilizadas como medidas complementares, visando reduzir a remoção das sementes pelo escoamento superficial (BRANCALION et al., 2015).

A nucleação é considerada uma técnica de restauração relativamente nova, quando comparada aos métodos mais conhecidos. Tem baixo custo para implementação e pode ser aplicada de diferentes maneiras: 1) translocação do topsoil; 2) via sementes; 3) plantio de espécies nativas em grupos; 4) resíduos vegetais de supressão vegetal ricos em fontes de propágulos e 5) poleiros artificiais que formam núcleos ou ilhas de vegetação em torno dos quais outras espécies se estabelecem (CORBIN; HOLL, 2012), sendo atrativo aos pássaros e outros animais dispersores (CABRAL et al., 2003; PUYRAVAUD et al., 2003).

A regeneração natural por meio da translocação do topsoil é um método bastante empregado mundialmente em áreas pós-mineração, apresentando resultados promissores devido ao rico banco de sementes e de propágulos disponíveis, aumentando o potencial para a restauração da vegetação (NORMAN et al., 2006; VERGÍLIO et al., 2013). O topsoil representa o horizonte A do solo florestal após a supressão da vegetação, sendo rico em matéria orgânica, nutrientes e alta diversidade de microrganismos benéficos para os processos ecológicos a nível edáfico (FERREIRA & VIEIRA, 2017). Além disso, uma das vantagens relacionadas a esse método é a introdução de várias formas de vida vegetal, como as espécies herbáceas, arbustivas e trepadeiras que contribuem para o rápido recobrimento do solo. Porém, atenção especial deve ser dada para o aparecimento de gramíneas invasoras exóticas que podem inibir o crescimento das espécies florestais na fase inicial de muda.

3.4. Plantio de mudas como método de proteção e qualidade do solo em áreas de caulim

Nas áreas submetidas à exploração de caulim ocorrem alterações significativas no ambiente e na paisagem. A retirada da vegetação e o decapeamento do solo, como atividades indispensáveis ao processo de lavra, comprometem a possibilidade de regeneração natural da área,

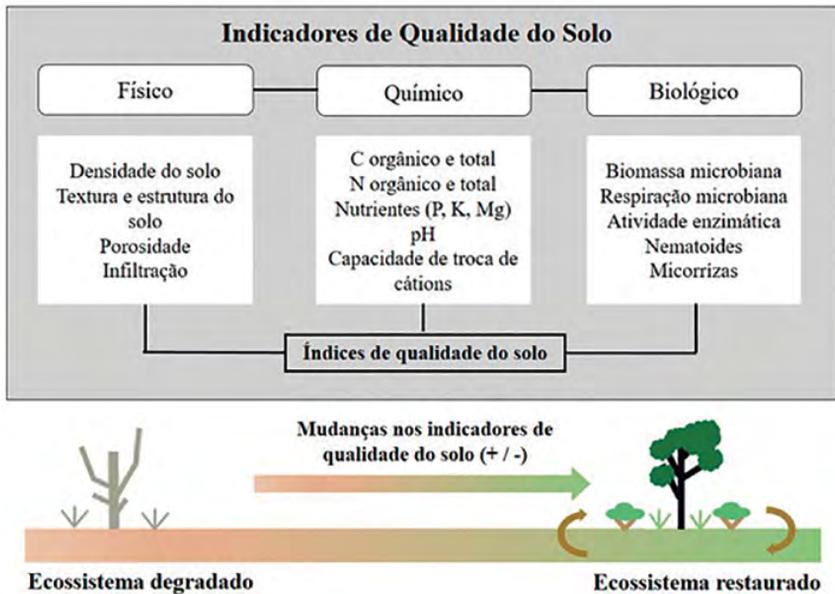
uma vez que, a retirada do solo ocasiona a perda do estoque de nutrientes, do banco de sementes e de outras fontes de propágulos dos remanescentes florestais próximos (KOGEL, 2014; SKOUSEN; ZIPPER, 2014). Dessa forma, uma das primeiras etapas para reparar a degradação pós-mineração é a conformação da topografia, que consiste em repor os horizontes do solo retirados anteriormente.

Geralmente, esse solo reconstruído, amplamente denominado *Technosols*, é compactado e não apresenta os atributos físicos, químicos e biológicos necessários para iniciar, de forma espontânea, os processos de sucessão, o que impede o desenvolvimento do sistema radicular das plantas e maximiza a ocorrência de processos erosivos (MACDONALD et al., 2015; FENG et al., 2019). Além disso, a vegetação é capaz de formar um microambiente adequado para a manutenção do ciclo biogeoquímico e, conseqüentemente, melhorar o desenvolvimento das plantas (LU et al., 2002), desempenhando um papel importante na ciclagem de nutrientes e na manutenção da estrutura ecossistêmica.

Definir metas claras para a restauração e utilizar os indicadores de qualidade do solo (IQS) podem ser ativos indispensáveis para o monitoramento e a avaliação dos ecossistemas degradados pela atividade da mineração de caulim. Esses indicadores envolvem uma série de fatores e características físicas, químicas e biológicas do solo, estando conectados às principais funções do ecossistema, como a regulação climática, a ciclagem de nutrientes, a estabilidade do solo e a biodiversidade microbiana (Figura 3).

Os IQS podem ainda contribuir na orientação da restauração, principalmente no que diz respeito à compreensão do papel das propriedades do solo e das relações planta-solo que promovem melhorias na função do ecossistema do solo (MUÑOZ-ROJAS, 2018). Práticas de intervenção ativa como correção do pH por meio da calagem, adubação com NPK e plantio de recobrimento com espécies nativas regionais são os principais mecanismos para promover a estabilidade dos processos ecológicos do solo. Além disso, são recomendadas avaliações periódicas desses indicadores funcionais para que se possa acompanhar a sua evolução (GRANT et al., 2007; WORTLEY et al., 2013)

Figura 3. Os indicadores de qualidade do solo fornecem informações sobre as características funcionais do ecossistema degradado e contribuem para a melhor condução da trajetória da restauração.



O plantio de recobrimento com espécies nativas e fixadoras de nitrogênio favorece a estabilização do solo, impedindo a erosão superficial. Isto ocorre em função dessas espécies serem sombreadoras, o que aumenta a cobertura do dossel e facilita concomitantemente a incorporação de nutrientes por meio da deposição da serapilheira no solo (DAVIS et al., 2012). Diversos estudos avaliaram as interações entre as propriedades físicas e químicas do solo em conjunto com o crescimento das plantas após a atividade da mineração de caulim, demonstrando efeitos positivos para os ecossistemas degradados (OLIVEIRA et al., 2016; WANG et al., 2016; SHI et al., 2017). Porém, alguns aspectos técnicos relacionados ao plantio devem ser levados em consideração para melhor aproveitamento desse método em sítio. Dentre eles, estão a escolha das espécies, sendo indicado as leguminosas que apresentem boa proporção de copa e o tipo de espaçamento do plantio, podendo ser de 3 m x 3 m, 3 m x 2 m, 2 m x 3 m ou 2 m x 2 m para maior densidade e recobrimento do solo. O controle de formigas cortadeiras com uso

de iscas granuladas antes e após o plantio, e o coroamento das mudas com a retirada das plantas indesejadas também são indicados para garantir o estabelecimento e desenvolvimento vegetal na fase inicial do plantio (CAMPOE et al., 2010; LU et al., 2017; VALENTE et al., 2019; SCHWEIZER; BRANCALION, 2020).

3.5. Avaliação dos indicadores ecológicos: propriedades do solo, sobrevivência e crescimento

Avaliar o sucesso da restauração em ambientes degradados é indispensável para definir as principais estratégias que visam estabelecer uma melhor trajetória para o ecossistema. O monitoramento através dos indicadores ecológicos (variáveis qualitativas e/ou quantitativas) são organizados de acordo com proposta original de Noss (1990) e posteriormente modificados por Ruiz-Jaen e Aide (2005) e Wortley et al. (2013), sendo classificado em três grupos: a) composição, b) estrutura e c) função.

Os indicadores de composição, estão relacionados aos elementos vivos do ecossistema, incluindo as variáveis como riqueza, similaridade, diversidade de plantas e/ou animais, formas de vida e os grupos ecológicos. A estrutura está diretamente relacionada à melhoria das condições ambientais e às mudanças físicas da vegetação, incluindo altura e diâmetro total das árvores, biomassa, camada de serapilheira e fechamento do dossel. Já os indicadores funcionais são aqueles que medem direta ou indiretamente os parâmetros de formação e qualidade do solo (i.e. pH, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, P, N, densidade, textura e matéria orgânica), ciclagem de nutrientes, interações tróficas da microfauna e atividade enzimática (GATICA-SAAVEDRA et al., 2017). Em uma meta-análise utilizando 700 artigos publicados no período de 1990 a 2018 (28 anos) em áreas restauradas pós-mineração de minerais metálicos, os indicadores funcionais representam mais de 70% dos indicadores avaliados, devido a maior dificuldade em reestabelecer os processos do solo reconstruído, em comparação com os indicadores de composição e estrutura (MARTINS et al., 2020).

Dale e Beyeler (2001) consideram que apenas um único indicador ecológico não pode representar todo o contexto da avaliação, sendo ideal selecionar um pequeno conjunto de indicadores de fácil medi-

ção, passíveis de mudança ao longo do tempo, sensíveis aos fatores de estresse e que respondam aos distúrbios de maneira previsível. Para o método de restauração através do plantio de mudas, os indicadores ecológicos como crescimento, sobrevivência e propriedades do solo, fornecem subsídios essenciais para a escolha de espécies mais aptas ao plantio de restauração. Este método também pode ter custos reduzidos e contribuir nas funções do ecossistema, como estoque de carbono na biomassa viva, aumento da serapilheira, qualidade do solo e inibição das gramíneas exóticas que competem por recursos como luz e nutrientes (MCDONALD et al., 2016).

Os indicadores supracitados, se bem interpretados nos primeiros anos de restauração podem melhorar a resiliência das áreas restauradas, embora a diversidade ainda deva permanecer relativamente baixa (SANTOS et al., 2006; LU et al., 2017). Campoe et al. (2010) ressaltam que o tempo é um fator importante para alcançar o desenvolvimento completo do dossel florestal, a fim de minimizar a dessecação do solo na estação seca e permitir que as raízes atinjam profundidades onde a umidade está disponível para sustentar os indivíduos florestais nos períodos mais secos como ocorre nas florestas tropicais.

4. Considerações Finais

Mineradoras, instituições de pesquisa e órgãos públicos são responsáveis pela busca do conhecimento científico, que, uma vez disponível, aprimora e possibilita o reestabelecimento de florestas biologicamente viáveis, contribuindo para uma atividade mineral mais responsável e sustentável. O monitoramento dos indicadores ecológicos é indispensável para a avaliação do status da restauração, pois permite diagnosticar os possíveis desvios ao longo do tempo e vencer os filtros ecológicos, como por exemplo: gramíneas invasoras, espécies exóticas e a falta de fonte de propágulos que propiciam os modelos de sucessão ecológica. Além disso, após a escolha do método de restauração é importante utilizar indicadores de fácil mensuração, evitando desperdícios de recursos e tempo. Adicionalmente, outro ponto importante é a necessidade de estudos mais aprofundados em áreas degradadas por mineração de caulim na Amazônia, objetivando restaurar os atributos ecológicos, riqueza, diversidade e a provisão de serviços ambientais.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de pós-graduação na modalidade Mestrado acadêmico ao primeiro autor [Processo nº: 134262/2019-0].

Referências

AERTS, R.; HONNAY, O. Forest restoration, biodiversity and ecosystem functioning. **BMC Ecology**, v. 11, n. 1, p. 11–29, 2011.

AGENCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). Sumário mineral 2017. v. 37, p. 77–78, 2019.

ANM. **Agência Nacional de Mineração. Sistemas de arrecadação.** Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/cfem/maiores_arrecadadores.aspx>. Acesso em: 19 nov. 2020.

ANSHARI, M. F.; FERNANDES, A. A. R.; ARISOESILANINGSIH, E. Comparing seeds germination of some local plant species on two hydroseeding mulches for post mining revegetation. **Journal of Degraded and Mining Lands Management**, v. 5, n. 2, p. 1103–1110, 2 Jan. 2018.

ARADOTTIR, A. L.; HAGEN, D. **Ecological restoration: approaches and impacts on vegetation, soils and society.** [s.l.] Elsevier, 2013. v. 120

ARONSON, J. et al. What role should government regulation play in ecological restoration? Ongoing debate in São Paulo state, Brazil. **Restoration Ecology**, v. 19, n. 6, p. 690–695, 2011.

BLIGNAUT, J.; ARONSON, J.; GROOT, R. Restoration of natural capital: A key strategy on the path to sustainability. **Ecological Engineering**, v. 65, p. 54–61, Apr. 2014.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Fase 3: Restauração baseada na sucessão determinística, buscando reproduzir uma floresta definida como modelo. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Eds.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 24–30.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40–42, 1965.

CABRAL, A. C. et al. Shrub encroachment in Argentinean savannas. **Journal of Vegetation Science**, v. 14, n. 2, p. 145–152, 24 Apr. 2003.

CAMPOE, O. C.; STAPE, J. L.; MENDES, J. C. T. Can intensive management accelerate the restoration of Brazil's Atlantic forests? **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 9, p. 1808–1814, Apr. 2010.

CARNEIRO, B. S. et al. Caracterização mineralógica e geoquímica e estudo das transformações de fase do caulim duro da região do Rio Capim, Pará. **Cerâmica**, v. 49, p. 237–244, Dec. 2003.

CARNEIRO, M. A. C. et al. Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas cronosseqüências de reabilitação após a mineração de bauxita. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 621–632, 2008.

CHAZDON, R. L. Landscape restoration, natural regeneration, and the forests of the future. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 102, n. 2, p. 251–257, 11 Aug. 2017.

CLEWELL, A. F.; ARONSON, J. **Ecological restoration. Principles, values, and structure of an emerging profession**. Second Edi ed. Washington DC: Island Press, 2007.

COLE, R. J. et al. Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1590–1597, May 2011.

CORBIN, J. D.; HOLL, K. D. Applied nucleation as a forest restoration strategy. **Forest Ecology and Management**, v. 265, p. 37–46, Feb. 2012.

CROUZEILLES, R. et al. Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. **Science Advances**, v. 3, n. 11, p. e1701345, 8 Nov. 2017.

CRUZ, D. C. et al. Tree communities in three-year-old post-mining sites under different forest restoration techniques in the Brazilian Amazon. **Forests**, v. 11, n. 5, p. 1–16, 2020a.

CRUZ, T.L. et al. Assessing Sustainability in Mining Industry: Social License to Operate and Other Economic and Social Indicators in Canaã dos Carajás (Pará, Brazil). In: FILHO, W. .; BRITO, P. R. B. DE; FRANKENBERGER, F. (Eds.). **International Business, Trade and Institutional Sustainability. World Sustainability Series**. [s.l: s.n.]. p. 555–573.

DALE, V. H.; BEYELER, S. C. Challenges in development and use of ecological indicators. **Ecological indicators**, v. 1, p. 3–10, 2001.

DAVIS, A. S.; JACOBS, D. F.; DUMROESE, R. K. **Challenging a paradigm: toward integrating indigenous species into tropical plantation forestry**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012. v. 15

DIAS, A. T. C. et al. Rehabilitation of a bauxite tailing substrate in central amazonia: The effect of litter and seed addition on flood-prone forest restoration. **Restoration Ecology**, v. 20, n. 4, p. 483–489, 2012.

FAO. Forest restoration and rehabilitation. p. 1–10, 2015.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Amazonian forest carbon: the key to Southern Amazonia's significance for global climate. **Regional Environmental Change**, v. 18, n. 1, p. 47–61, 11 Jan. 2016.

FENG, Y. et al. Effects of surface coal mining and land reclamation on soil properties: A review. **Earth-Science Reviews**, v. 191, p. 12–25, 2019.

FERREIRA, M. C.; VIEIRA, D. L. M. Topsoil for restoration: Resprouting of root fragments and germination of pioneers trigger tropical dry forest regeneration. **Ecological Engineering**, v. 103, p. 1–12, Jun. 2017.

GASTAUER, M. et al. Vegetative functional traits guide plant species selection for initial mineland rehabilitation. **Ecological Engineering**, v. 148, n. December 2019, p. 105763, 2020.

GATICA-SAAVEDRA, P.; ECHEVERRÍA, C.; NELSON, C. R. Ecological indicators for assessing ecological success of forest restoration: a world review. **Restoration Ecology**, v. 25, n. 6, p. 850–857, Nov. 2017.

GRANT, C. D.; WARD, S. C.; MORLEY, S. C. Return of ecosystem function to restored bauxite mines in western Australia. **Restoration Ecology**, v. 15, n. 4, p. 94–103, 12 Dec. 2007.

GUERRA, A. et al. Ecological restoration in Brazilian biomes: Identifying advances and gaps. **Forest Ecology and Management**, v. 458, p. 1–7, 2020.

HOLL, K. D. Research directions in tropical forest restoration. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 102, n. 2, p. 237–250, 11 Aug. 2017.

IBRAM, I. B. DE M. **Economia Mineral Brasileira 2020 (Ano base 2019)**. [s.l.: s.n.].

IMERYYS. **Imerys no Pará**. Disponível em: <https://www.imerysnopara.com.br/pagina/?id=1&id_categoria=21>.

JAKOVAC, C. C. et al. Spatial and temporal dynamics of shifting cultivation in the middle-Amazonas river: Expansion and intensification. **PLOS ONE**, v. 12, n. 7, p. 1–15, 20 Jul. 2017.

KOGEL, J. E. Mining and Processing Kaolin. **Elements**, v. 10, n. 3, p. 189–193, 1 Jun. 2014.

KOTSCHOUBEY, B.; TRUCKENBRODT, W.; HIERONYMUS, B. Depósitos de Caolim e argila semi-flint no nordeste do Pará. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 26, n. 2, p. 71–80, 1996.

LEWIS, S. L.; EDWARDS, D. P.; GALBRAITH, D. Increasing human dominance of tropical forests. **Science**, v. 349, n. 6250, p. 827–832, 2015.

LU, D.; MORAN, E.; MAUSEL, P. Linking Amazonian secondary succession forest growth to soil properties. **Land Degradation & Development**, v. 13, n. 4, p. 331–343, Jul. 2002.

LU, Y. et al. Selection of native tree species for subtropical forest restoration in southwest China. **PLOS ONE**, v. 12, n. 1, p. e0170418, 19 Jan. 2017.

MACDONALD, S. E. et al. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions. **New Forests**, v. 46, p. 703–732, 9 Nov. 2015.

- MAIA, A. Á. B. et al. Influence of an aging step on the synthesis of zeolite NaA from Brazilian Amazon kaolin waste. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 8, n. 3, p. 2924–2929, May 2019.
- MARTINS, W. B. R. et al. Ecological methods and indicators for recovering and monitoring ecosystems after mining: A global literature review. **Ecological Engineering**, v. 145, p. 1–11, 2020.
- MASAREI, M. et al. Factoring restoration practitioner perceptions into future design of mechanical direct seeders for native seeds. **Restoration Ecology**, v. 27, n. 6, p. 1251–1262, 21 Nov. 2019.
- MATLABA, V. J. et al. Social perception at the onset of a mining development in Eastern Amazonia, Brazil. **Resources Policy**, v. 54, p. 157–166, Dec. 2017.
- MCDONALD, T. et al. **International standards for the practice of ecological restoration - including principles and key concepts**. Washington, DC: [s.n.].
- MELI, P. et al. A global review of past land use, climate, and active vs. passive restoration effects on forest recovery. **PLoS ONE**, v. 12, n. 2, p. 1–17, 2017.
- MELO, V. F. et al. Soil quality and reforestation of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) after laterite-type bauxite mining in the Brazilian Amazon forest. **Ecological Engineering**, v. 125, p. 111–118, 2018.
- MONSELS, D. A.; VAN BERGEN, M. J. Bauxite formation on Tertiary sediments in the coastal plain of Suriname. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 89, p. 275–298, 2018.
- MUÑOZ-ROJAS, M. Soil quality indicators: critical tools in ecosystem restoration. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 5, p. 47–52, Oct. 2018.
- NORMAN, M. A. et al. Vegetation succession after bauxite mining in western Australia. **Restoration Ecology**, v. 14, n. 2, p. 278–288, Jun. 2006.
- NOSS, R. F. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. **Conservation Biology**, v. 4, n. 4, p. 355–364, 1990.

OLIVEIRA, D. et al. Soil quality and grass yield in a mined area under poultry litter application in Minas Gerais state , Brazil. **Annals of Agricultural & Crop Sciences**, v. 1, n. 1, p. 1–6, 2016.

OLIVER, C. D.; LARSON, B. A. **Forest stand dynamics**. New York: John Wiley & Sons, 1996.

PAN, Y. et al. A large and persistent carbon sink in the world's forests. **Science**, v. 333, n. 6045, p. 988–993, 19 Aug. 2011.

PICKETT, S. T. A.; WHITE, P. S. **The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics**. [s.l.] Elsevier, 1985.

PRACH, K. et al. A primer on choosing goals and indicators to evaluate ecological restoration success. **Restoration Ecology**, v. 27, n. 5, p. 917–923, Sep. 2019.

PRUETT, R. J. Kaolin deposits and their uses: northern Brazil and Georgia, USA. **Applied Clay Science**, v. 131, p. 3–13, Oct. 2016.

PUYRAVAUD, J.-P.; DUFOUR, C.; ARAVAJY, S. Rain forest expansion mediated by successional processes in vegetation thickets in the Western Ghats of India. **Journal of Biogeography**, v. 30, n. 7, p. 1067–1080, Jul. 2003.

REID, J. L.; FAGAN, M. E.; ZAHAWI, R. A. Positive site selection bias in meta-analyses comparing natural regeneration to active forest restoration. **Science Advances**, v. 4, n. 5, p. 1–3, 16 May 2018.

RUIZ-JAEN, M. C.; MITCHELL AIDE, T. Restoration success: How is it being measured? **Restoration Ecology**, v. 13, n. 3, p. 569–577, Sep. 2005.

SALOMÃO, R. P.; ROSA, N. A.; MORAIS, K. A. C. Dinâmica da regeneração natural de árvores em áreas mineradas na Amazônia. **Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Cienc. Nat. Belém**, v. 2, n. 2, p. 85–139, 2007.

SANTOS, B. A. DOS. Recursos minerais da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p. 123–152, Aug. 2002.

SANTOS, J. V. et al. Soil biological attributes in arsenic-contaminated gold mining sites after revegetation. **Ecotoxicology**, v. 22, n. 10, p. 1526–1537, 11 Dec. 2013.

SANTOS, J. V. et al. Biological attributes of rehabilitated soils contaminated with heavy metals. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 7, p. 6735–6748, 10 Apr. 2016.

SANTOS, U. M.; GONÇALVES, J. F. C.; FELDPAUSCH, T. R. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 226, p. 299–309, May 2006.

SCHWEIZER, D.; BRANCALION, P. H. S. Rescue tree monocultures! A phylogenetic ecology approach to guide the choice of seedlings for enrichment planting in tropical monoculture plantations. **Restoration Ecology**, v. 28, n. 1, p. 166–172, 10 Jan. 2020.

SER. **Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group**. Disponível em: <https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/ser_primer.pdf>.

SHI, X.-K.; MA, J.-J.; LIU, L.-J. Effects of phosphate-solubilizing bacteria application on soil phosphorus availability in coal mining subsidence area in Shanxi. **Journal of Plant Interactions**, v. 12, n. 1, p. 137–142, 30 Jan. 2017.

SKOUSEN, J.; ZIPPER, C. E. Post-mining policies and practices in the eastern USA coal region. **International Journal of Coal Science and Technology**, v. 1, n. 2, p. 135–151, 2014.

SMITH, D. M. et al. Stand dynamics: The ecology of forest succession. In: ASHTON, M. S.; KELTY, M. J. (Eds.). **The practice of silviculture: applied forest ecology**. 10th. ed. New York: [s.n.]. p. 63–78.

SÖDERHOLM, P.; SVAHN, N. Mining, regional development and benefit-sharing in developed countries. **Resources Policy**, v. 45, p. 78–91, Sep. 2015.

SOUSA, D. J. L. et al. Ages and possible provenance of the sediments of the Capim River kaolin, northern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 24, n. 1, p. 25–33, Jun. 2007.

STRAND, J. et al. Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon forest's ecosystem services. **Nature Sustainability**, v. 1, n. 11, p. 657–664, 13 Nov. 2018.

SUDING, K. N. Toward an era of restoration in ecology: Successes, failures, and opportunities ahead. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 42, n. 1, p. 465–487, Dec. 2011.

THORPE, A. S.; STANLEY, A. G. Determining appropriate goals for restoration of imperilled communities and species. **Journal of Applied Ecology**, v. 48, n. 2, p. 275–279, Apr. 2011.

VALE. **Complexo S11D**. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/initiatives/innovation/s11d/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

VALENTE, F. D. DE A. et al. Growth, biomass and carbon stocks in forest cover planted in an area of bauxite mining in rehabilitation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, p. 1–15, 2019.

VERGÍLIO, P. C. B. et al. Effect of brushwood transposition on the leaf litter arthropod fauna in a cerrado area. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 5, p. 1158–1163, Oct. 2013.

VILLACÍS, J. et al. Selection of adequate species for degraded areas by oil–exploitation industry as a key factor for recovery forest in the Ecuadorian Amazon. **Land Degradation & Development**, v. 27, n. 7, p. 1771–1780, 22 Oct. 2016.

WANG, J. et al. Effects of soil and topographic factors on vegetation restoration in opencast coal mine dumps located in a loess area. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 1–11, 26 Feb. 2016.

WHITMORE, T. C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, v. 70, n. 3, p. 536–538, 1989.

WORTLEY, L.; HERO, J.-M.; HOWES, M. Evaluating ecological restoration success: A review of the literature. **Restoration Ecology**, v. 21, n. 5, p. 537–543, Sep. 2013.

ZIPPER, C. E. et al. Restoring forests and associated ecosystem services on appalachian coal surface mines. **Environmental Management**, v. 47, p. 751–765, 11 May 2011.

CAPÍTULO 4

A IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DOS SISTEMAS PRODUTIVOS FLORESTAIS PARA O MODO DE VIDA DE COMUNIDADES QUILOMBOLAS DE ABAETETUBA, PARÁ

Janaina Pinheiro Gonçalves¹, Thyago Gonçalves Miranda², Raynon Joel Monteiro Alves³, Ana Cláudia Caldeira Tavares-Martins⁴, Eloísa Helena de Aguiar Andrade⁵

¹ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: janainagoncalves08@gmail.com

² Doutorando do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: thyagomiran@hotmail.com

³ Doutorando do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: raynon_alves@yahoo.com.br

⁴ Professora permanente do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais – PPGCA e colaboradora do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Estado do Pará (UEPA). E-mail: ana.martins@uepa.br

⁵ Professora do Programa de Pós-graduação em Química – PPGQ e Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: eloisa@museu-goeldi.br

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar o perfil socioeconômico e o sistema de cultivo florestal nas comunidades quilombolas do Ramal do Bacuri e Baixo Itacuruçá, no município de Abaetetuba-PA. Para a seleção dos informantes, utilizou-se uma amostragem não probabilística e por meio da técnica “bola de neve” a amostra foi composta por 157 informantes, os quais foram entrevistados com base em questionários estruturados. Do total de informantes, 67 foram do Ramal do Bacuri e 90 do Itacuruçá. De modo geral, a maioria (77,1%) foram do gênero feminino, com ampla abrangência etária, nativos de suas respectivas comunidades e com tempo de moradia acima de 30 anos. Apenas 34,3% das unidades familiares estudadas possuíam ambientes florestais em suas propriedades e somente no

Ramal do Bacuri houve o registro de algum tipo de extração na área. Nas duas comunidades, foram identificadas 47 espécies vegetais nos quintais florestais, com diferentes categorias de uso, sendo que a família Fabaceae foi a que apresentou maior número de espécies e de citações, seguido da família Arecaceae. As unidades familiares, alvo do estudo, buscam a sua sobrevivência no ambiente onde estão inseridas, sobretudo, por meio de suas atividades laborais agrícolas e extrativistas, o que vem favorecendo a sua reprodução social ao longo dos anos. Nestes sistemas produtivos as características socioeconômicas permitem a produção voltada para a subsistência, de acordo com a capacidade tecnológica e de trabalho familiar, mas que cumpre seu papel para a manutenção do modo de vida quilombola.

Palavras-chave: Socioeconomia, Quintais, Populações tradicionais, Extrativismo.

The socioeconomic importance of forest productive systems for the way of life of quilombola communities in Abaetetuba, Pará

Abstract

The objective of this study was to analyze the socioeconomic profile and the forest cultivation system in the quilombola communities of Ramal do Bacuri and Baixo Itacuruçá, in the municipality of Abaetetuba-PA. For the selection of informants, a non-probabilistic sampling was used and through the “snowball” technique the sample consisted of 157 informants, who were interviewed based on structured questionnaires. Of the total number of informants, 67 were from the Bacuri branch and 90 from Itacuruçá. Overall, the majority (77.1%) were female, with a wide age range, natives of their respective communities and with more than 30 years of residence. Only 34.3% of the studied family units had forest environments on their properties and only in the Ramal do Bacuri there was a record of some type of extraction in the area. In both communities, 47 plant species were identified in forest yards, with different categories of use, and the Fabaceae family was the one with the highest number of species and citations, followed by the Arecaceae family. The family units, the object of the study, seek their survival in the environment where they are inserted, above all, through their agricultural and extractive labor activities, which

has favored their social reproduction over the years. In these production systems, socioeconomic characteristics allow production aimed at subsistence, according to the technological and family work capacity, but which fulfills its role in maintaining the quilombola way of life.

Keywords: Socioeconomics, Backyards, Traditional populations, Extractivism.

Introdução

As comunidades quilombolas são definidas pelo artigo 68, do Ato das Disposições Transitórias (ADCT) da Constituição Federal, como núcleos populacionais com características específicas, identificadas por critérios de autoatribuição, com trajetória histórica própria ancorada em determinado território, com presunção de ancestralidade africana e relacionados com a resistência à opressão sofrida em tempos da escravidão brasileira. De acordo com Lima e Lima (2017) os territórios de comunidades remanescentes de quilombo se originaram em diferentes situações, como: doações de terras realizadas a partir da desagregação da lavoura de monoculturas, como a cana-de-açúcar e o algodão, terras que foram conquistadas por meio da prestação de serviços, compra de terras, assim como áreas ocupadas por negros que fugiam da escravidão.

Os quilombolas, ao se fixarem em ecossistemas florestais, tornaram-se extrativistas, sendo que as formas de apropriação dos recursos naturais foram, na maioria das vezes, resultado da interação com o ambiente em que se encontravam na medida em que as famílias se refugiavam em áreas de florestas (CARRIL, 2006), durante o período da escravatura. Nos dias atuais, a exploração dos recursos da floresta é uma prática vivenciada pelos povos tradicionais que habitam a Amazônia, já que essas populações ocupam cerca de um terço das florestas da região, mas detêm uma parcela mínima da riqueza gerada pela indústria madeireira (LIMA et al., 2003).

O processo de retirada dos recursos florestais para a subsistência é uma realidade na Amazônia, principalmente em comunidades tradicionais quilombolas, devido à disponibilidade e acessibilidade a esses recursos por grande parte desses povos (ANDERSON, 1994; GONÇALVES, 2016). Isso porque essas comunidades estão localizadas, so-

bretudo, em áreas rurais, apresentando um modo de vida tradicional, expresso na cultura, nos costumes, nas festas, nas danças e nos hábitos particularizados de sua população (PEREIRA; COELHO-FERREIRA, 2017; ARAÚJO; FOSCHIERA, 2012).

No Brasil, cerca de 3.475 comunidades quilombolas já foram certificadas pela Fundação Cultural Palmares, instituição vinculada ao Ministério da Cultura para preservar a cultura afro-brasileira, onde 63,2% (2.196) foram no Nordeste; 15,7% (547) no Sudeste; 10,6 % (369) no Norte; 5,6 % (193) no Sul; e 4,9% (169) no Centro-Oeste do país (FCP, 2021). O esforço de certificar comunidades quilombolas autoidentificadas é um constante desafio, pois a maior parte destas coletividades não se autorreconhece como tal (AFONSO; CORRÊA; SILVA, 2020).

No estado do Pará existem cerca de 264 comunidades quilombolas situadas na mesorregião do Baixo Amazonas, Marajó, Nordeste e Região Metropolitana de Belém, sendo um dos estados brasileiros que possui maior título de terras quilombolas no Brasil (206), ficando atrás apenas da Bahia (672), Maranhão (590) e Minas Gerais (320) (FCP, 2021). O governo do Pará foi o primeiro a expedir títulos de reconhecimento às comunidades remanescentes de quilombo (TRECCANI, 2006; NAHUM, 2011), o que garante propriedade definitiva sobre as terras, podendo ser utilizadas para a garantia da reprodução física, social, econômica e cultural de tais comunidades.

Atualmente, no município de Abaetetuba existem 15 comunidades remanescentes de quilombos certificadas pela Fundação Cultural Palmares, as quais possuem relações cotidianas diretamente ligadas aos ambientes naturais, como pesca, extrativismo vegetal e agricultura (GONÇALVES, 2016; GONÇALVES; ALVES; PONTES, 2020; FCP, 2021). Dentre estas comunidades, o Ramal Bacuri e o Rio Baixo Itacuruçá, alvos deste estudo, possuem como base produtiva as atividades agrícolas e extrativistas a partir do emprego de mão-de-obra familiar, gerando importantes recursos alimentares e financeiros e evidenciando a relação de dependência humana com o meio natural.

Diante deste cenário, estudos para caracterizar a socioeconomia e os meios de produção de comunidades quilombolas do Pará, como as do município de Baião (MORAES; CARVALHO; SANTOS, 2014); Abaetetu-

ba (GONÇALVES; LUCAS, 2017; FERREIRA; PONTES; DE PAULA, 2018; GONÇALVES; ALVES; PONTES, 2020; FERREIRA et al., 2020); Moju (QUARESMA et al., 2021); Oriximiná (SCARAMUZZI, 2016), são importantes para compreender a situação socioeconômica e os aspectos produtivos de comunidades quilombolas que permitem a sua reprodução social, a fim de auxiliar na implementação de políticas públicas destinadas à manutenção das atividades que geram renda e a inserção de outras fontes de trabalho, contribuindo para a qualidade de vida dessas populações (ALVES; PONTES; GUTJAHR, 2015; TERCEIRO et al., 2013).

Portanto, este estudo foi norteado pelas seguintes questões: a) Como os aspectos socioeconômicos estão relacionados ao modo de produção das comunidades quilombolas do Ramal do Bacuri e do Rio Baixo Itacuruçá? b) Como os sistemas de produção florestal contribuem para a manutenção do modo de vida e condições socioeconômicas das comunidades quilombolas abaetetubenses? Neste sentido, o presente trabalho teve objetivo analisar o perfil socioeconômico e o sistema de cultivo florestal nas comunidades do Ramal Bacuri e Baixo Itacuruçá, município de Abaetetuba-PA, ressaltando a importância dos ecossistemas florestais para a subsistência e a geração de renda para as populações tradicionais amazônicas.

2. Material e Métodos

2.1. Localização e caracterização da área de estudo

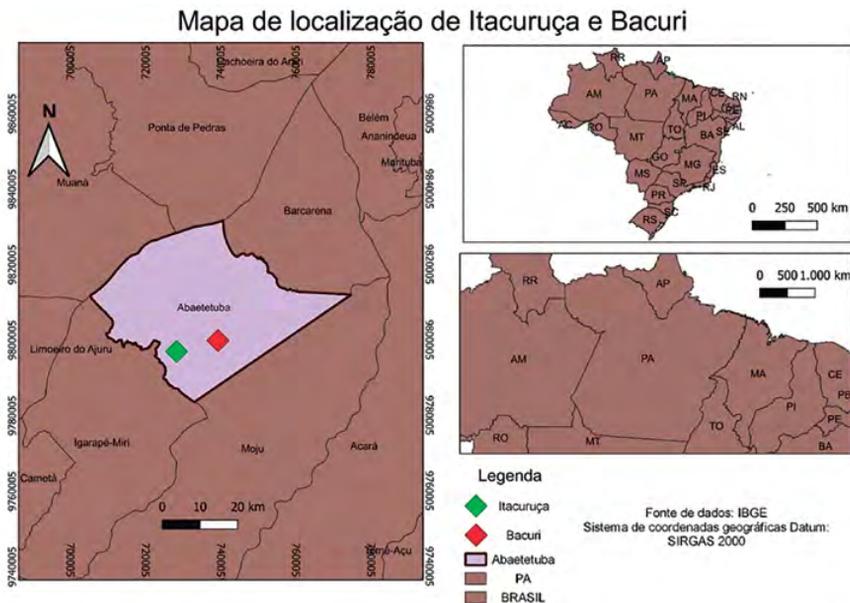
O município de Abaetetuba pertence à Mesorregião do Nordeste Paraense e situa-se nas coordenadas geográficas de 01°43'24" S e 48°52'54" W (IBGE 2007). Possui uma população de 141.100 habitantes e suas principais fontes de renda decorrem do comércio, agricultura, pecuária, extrativismo de madeira, fibras, palmito e frutos do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), e do miriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) (SOUSA; BARROS; VIEIRA-DA-SILVA, 2016; IBGE, 2021).

O município possui clima do tipo Ami, de acordo com a classificação climática de Köppen, com índice pluviométrico anual de 2.500 e 3.000 mm, com precipitação pluviométrica maior ou igual a 60 mm no mês mais seco do ano, a temperatura média anual é de 26,0°C e média anual da umidade relativa do ar é de 85%. A cobertura vegetal original é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa Aluvial semiaberta nas

ilhas desta região, e Floresta Ombrófila Densa semiaberta nos ambientes rurais (IBGE 2012). Quanto aos solos, o município apresenta predominância de solos planos de várzea (tipos *gley*) (SANTOS et al., 2012).

O município conta com um território vasto de 72 ilhas, situadas na confluência do rio Tocantins com o rio Pará, no estuário do rio Amazonas, e 35 colônias (ramais e estradas), habitado, em sua maioria, por comunidades quilombolas, ribeirinhas, extrativistas, pescadores e artesãos (POJO, 2017). Para compor este estudo, foram selecionadas duas comunidades quilombolas, Ramal Bacuri (01°48'33" S e 48°50'58,6" W) e Rio Baixo Itacuruçá (1° 44'22" S, 48°54'48" W), localizadas a cerca de 25 km e 40 km da sede municipal, respectivamente (Figura 1), considerando os critérios: presença de unidades de produção agrícola para autoconsumo e/ou geração de renda, tipo de sistema de produção predominante (pesca e/ou agricultura), tipo de ambiente (várzea ou terra firme), bem como a facilidade de acesso.

Figura 1. Localização das Comunidades Ramal Bacuri e Rio Baixo Itacuruçá, município de Abaetetuba, Pará.



A comunidade Ramal do Bacuri é constituída por 88 residências, com um total de 100 famílias e aproximadamente 377 habitantes. Historicamente, a região era formada por áreas com vegetação exuberante

e cultivos de plantas e criação de animais voltados apenas para a subsistência, sendo que, até hoje, plantas e animais são importantes recursos para o autoconsumo e geração de renda por meio de sua comercialização dentro e fora da comunidade (GONÇALVES; LUCAS, 2017).

O Itacuruçá é um rio comprido, que forma um conjunto paisagístico com áreas de terra firme, de várzea, de florestas e com faixas de areia, cuja divisão fora realizada pelos próprios quilombolas, em baixo, médio e alto Itacuruçá. Partindo de Abaetetuba, leva-se em torno de 30 a 60 minutos para chegar até a comunidade, com uso de transporte hidroviário, mas o trajeto também pode ser realizado pela rodovia PA 151, pelo Km 16, antes de chegar ao município de Igarapé-Miri, percorrendo o ramal Itacuruçá ou Santa Rosa (POJO, 2017). A comunidade do Baixo Itacuruça é composta por 204 famílias que trazem em sua prática social a ligação com a terra, mata, várzea e rio.

2.2. Procedimentos de amostragem e procedimentos éticos

A unidade familiar foi considerada como informante da pesquisa, sendo entrevistado o membro designado pela família no primeiro contato estabelecido pelo entrevistador, e quando ocorreu algum pronunciamento dos demais integrantes da família, as informações também foram registradas (SIVIERO et al. 2011; GONÇALVES; LUCAS, 2017).

De acordo com as agentes comunitárias de saúde das duas comunidades estudadas, o contingente populacional é de 120 unidades familiares no Ramal Bacuri e 204 no Rio Baixo Itacuruçá. Para selecionar as unidades familiares participantes deste estudo utilizou-se o método de amostragem não probabilística, por meio da técnica “*snowball*” ou “bola de neve”, onde o primeiro informante foi indicado pelas lideranças locais (ALBURQUERQUE; LUCENA; CUNHA, 2010).

As autorizações para a execução da pesquisa foram solicitadas junto aos representantes das comunidades e demais moradores por meio da assinatura do Termo de Anuência Prévia (TAP), documento comprobatório da concordância, além de apresentar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para as famílias entrevistadas. Todos esses documentos foram encaminhados ao sistema da plataforma Brasil (<http://aplicacao.saude.gov.br/plataformabrasil/login.jsf>) e comitê de ética em pesquisa

do Instituto de ciências da saúde da Universidade Federal do Pará, cujo CAAE 44754021.0.0000.0018 e parecer de aprovação com o n° 4.846.204.

2.3. Coleta e análise dos dados

A coleta de dados ocorreu no período de dezembro de 2019 a abril de 2021, totalizando 15 eventos nas comunidades, cada um com duração de um mês cada. Para tanto, as técnicas utilizadas foram o diário de campo, observação direta e entrevistas semiestruturadas (ALBUQUERQUE et al., 2010), orientadas por formulários contendo perguntas objetivas e subjetivas sobre os aspectos socioeconômicos, como: gênero, idade, tempo de residência no local, naturalidade, composição familiar, questões de saúde, auxílio(s) financeiro(s) do governo, atividades que constituem a renda mensal familiar, envolvimento familiar nas atividades agroextrativistas; e sobre o sistema produtivo florestal: espécies manejadas e categorias de uso.

Os nomes populares das espécies de interesse para os comunitários foram anotados e suas as categorias de uso foram indicadas pelos próprios interlocutores. Para a identificação dessas espécies vegetais foram utilizadas as fotografias feitas *in loco*, com o auxílio de um parataxonomista do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará. A nomenclatura científica foi atualizada de acordo com as bases de dados Flora do Brasil 2020 (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora>) e do Trópicos 2020 (<https://www.tropicos.org/home>).

Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva para a determinação de médias, medianas, frequências e elaboração de gráficos e tabelas, usando o *software* Microsoft Excel 2019. As informações de caráter qualitativo foram discutidas no desenvolvimento artigo como complemento dos resultados quantitativos.

Para aferir diferença estatísticas entre as idades dos informantes nas duas comunidades utilizou-se o teste de Mann Whitney, haja vista que não houve normalidade nos dados, o teste foi realizado no programa R (R Development Core Team 2010).

3. Resultados e Discussão

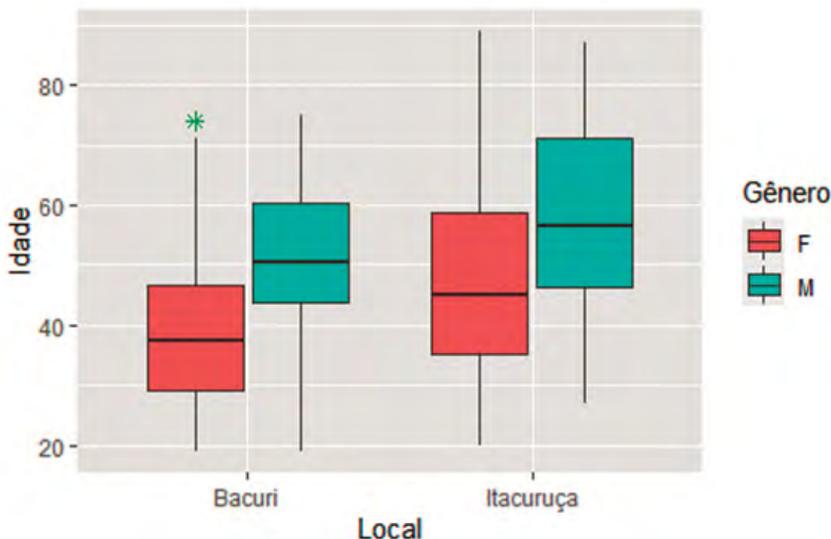
3.1. Caracterização socioeconômica das unidades familiares

Nas comunidades quilombolas em estudo foram entrevistados um total de 157 informantes, sendo 67 do Ramal Bacuri e 90 no Baixo Itacu-

ruça. Deste total, 77,1% foram do gênero feminino e 22,9%, do masculino, o que pode estar relacionado ao papel da mulher no gerenciamento de atividades domésticas, enquanto o homem se ocupa de atividades externas ao ambiente familiar, como nos roçados, quintais florestais ou outras atividades aos arredores da comunidade. Entretanto, estudos realizados em comunidades quilombolas no estado do Pará sugeriram que a figura feminina possui papel específico nos sistemas produtivos familiares, onde na divisão de trabalho agrícola e/ou extrativista, os homens são os principais responsáveis pelas atividades que exigem maior força física (SCARAMUZZI, 2016; MORAES et al., 2019; SOARES et al., 2021).

Quanto à faixa etária, os informantes eram adultos, com idades variando entre 19 e 89 anos, onde a média geral de idade foi de 48 anos. De forma isolada, a média de idade presente nas comunidades foi de 43 anos no Ramal do Bacuri e 48 anos, no Itacuruçá, porém, essas médias não foram significativamente diferentes ($W = 2450$, $p = 0,06232$), cujos dados comparativos da composição amostral podem ser observados na Figura 2.

Figura 2. Boxplot comparativo entre as idades nas diferentes áreas e gêneros. F- Feminino. M- Masculino. *outlier.



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao estudar a dinâmica socioeconômica de uma comunidade quilombola no arquipélago de Marajó-PA, Rodrigues et al. (2017) observaram que a média de idade dos extrativistas entrevistados foi de 37 anos, com amplitude variando de 21 a 66 anos, o que significou dizer que eles se encontravam em plena idade produtiva para exercer suas atividades laborais. Pela abrangência etária dos grupos estudados expressa na Figura 2, pode-se inferir que os sistemas de produção são viáveis como meio de sobrevivência, independentemente da idade dos agricultores, já que os mais idosos também desenvolviam atividades agrícolas e extrativistas. A presença de jovens nas unidades de produção familiar pode estar relacionada à vivência tradicional quilombola e o sentimento de pertencimento à terra, já que jovens e adultos produzem conhecimentos a partir de seus territórios, culturas, saberes e práticas cotidianas.

Em estudo anterior na Comunidade Ramal do Bacuri, Gonçalves, Alves e Pontes (2020) ressaltaram que o conhecimento sobre as atividades agrícolas e extrativistas, repassado entre as gerações, é importante para a manutenção socioeconômica do povoado e para o modo de vida quilombola. Silva et al. (2014) verificaram que a presença de jovens nas unidades produtivas pode possibilitar a sucessão na condução destes espaços, uma vez que os investimentos produtivos se atrelam ao fator idade e mão de obra na agricultura familiar.

Em relação ao tempo de moradia, a maioria dos entrevistados no Ramal do Bacuri (56,7%) e no Itacuruçá (79,0%) residia em suas respectivas comunidades há mais de 30 anos, sendo, predominantemente, natural de suas próprias povoações, indicando que a relação entre aspectos socioeconômicos e culturais já é bem estabelecida (Tabela 1). Na comunidade marajoara estudada por Rodrigues et al. (2017) foi identificada uma ligação entre o tempo de residência no local e o conhecimento dos moradores em relação ao meio ambiente. Ressalta-se ainda que a vivência quilombola em comunidade permite a construção e valorização de uma identidade cultural que se fortalece com os saberes e valores compartilhados, graças ao diversificado trabalho humano e às relações sociais e ambientais, estabelecidas, geralmente, desde a infância (SANTOS et al., 2013; GONÇALVES; ALVES; PONTES, 2020).

Tabela 1. Tempo de moradia e local de origem dos entrevistados das Comunidades Quilombolas do Ramal Bacuri e Rio Baixo Itacuruçá, Abaetetuba, Pará

PARÂMETRO	RAMAL BACURI		BAIXO ITACURUÇÁ	
	Variável	%	Variável	%
Tempo de moradia	Menos de 10 anos	11,9	Menos de 10 anos	5,6
	10 a 20 anos	10,5	10 a 20 anos	3,3
	20 a 30 anos	20,9	20 a 30 anos	12,2
	Mais de 30 anos	56,7	Mais de 30 anos	79,0
	Comunidade do Ramal do Bacuri;	58,2	Comunidade Rio Baixo Itacuruçá;	77,8
Local de origem	Outras comunidades de Abaetetuba (Cataiandeuá, Camotim, Curuperé, Piratuba, Rio Guajarazinho e Sirituba); Sede Municipal de Abaetetuba;	22,4	Outras comunidades de Abaetetuba (Rio Arapapu, Arapapuzinho, Alto Itacuruçá, Bacuri, Ipanema e Piquiarana); Sede Municipal de Abaetetuba;	15,6
		6,0		4,4
	Outros municípios (Barcarena, Belém, Acará, Currálinho).	13,4	Outros municípios (Belém e Igarapé-Miri).	2,2

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto à composição do grupo familiar por residência, esta variou de duas a 22 pessoas, com média de cinco moradores por domicílio, em ambas as comunidades. Dados semelhantes foram encontrados por Almeida et al. (2017), na Bahia, onde 30% dos entrevistados tinham em suas residências cinco moradores, o que facilitava o trabalho familiar nos diversos espaços de produção a partir do aproveitamento dessa mão de obra e manutenção do modo de vida. Alguns estudos realizados em comunidades quilombolas demonstraram que nesses territórios ainda não intensamente modificados, com carência de ramais e estradas com condições adequadas de tráfego, e o crescimento do número de membros por família são fatores significativos, cuja força de trabalho

braçal, de regime familiar, é determinante para garantir o desenvolvimento do território e o sucesso do aumento da renda (RODRIGUES et al., 2017; FERREIRA et al., 2020), e evitar a erosão dos conhecimentos tradicionais. Não obstante, nas duas comunidades estudadas, a mão de obra familiar é empregada em todas as atividades produtivas, em tarefas específicas, independentemente de idade e gênero.

Em relação às estruturas locais de saúde, serviços e métodos utilizados em tratamentos de doenças, todos os entrevistados de ambas as povoações relataram que não havia postos de saúde para atender as populações locais, sendo obrigados a buscar atendimento médico em comunidades vizinhas, na sede municipal de Abaetetuba ou em outros municípios como Igarapé-miri e Belém. Sobre isso, pode-se inferir que as comunidades rurais possuem um acesso mais dificultado ao Sistema Único de Saúde (SUS), pois muitas delas não possuem posto médico local ou nas adjacências, provocando o deslocamento de pacientes para outros lugares, em geral, deparando-se com uma assistência limitada e de baixa complexidade devido à ausência de equipamentos ou insumos e/ou de profissionais específicos (NOGUEIRA; MAINBOURG, 2010). Porém, essas duas povoações têm agentes de saúde (ACS) a serviço para atender os comunitários em determinados dias da semana.

Na comunidade Ramal do Bacuri e no Itacuruçá a maioria dos entrevistados recebia visita dos agentes de saúde (89,5% e 60,0%, respectivamente), com frequência variável, geralmente, uma vez por semana, o que demonstrou que estas comunidades estão sendo assistidas, minimamente, pelo SUS. Apesar dessa participação ativa dos ACS, cerca de 73,1% no Ramal do Bacuri e 77,7% no Itacuruçá recorriam, como primeira opção ou exclusivamente, a plantas medicinais para o tratamento de enfermidades, evidenciando a importância da concomitância da atividade dos ACS e do conhecimento popular sobre o uso das plantas como recurso medicinal.

Pires et al. (2020) ressaltaram que é muito salutar a conciliação entre a presença de ACS e o saber popular sobre plantas medicinais, além de ser uma característica muito marcante em comunidades rurais amazônicas. Além disso, as comunidades rurais são as mais vulneráveis às enfermidades devido à frágil assistência gratuita à saúde (ALVES; PONTES; GUTJAHR, 2015).

Portanto, para os quilombolas em estudo, o saber tradicional, ao longo dos anos, tornou-se uma solução viável para os problemas locais e regionais de saúde pública, já que para estes moradores a solução mais simples é cultivar e manipular plantas medicinais, criando uma farmácia verde em seus sistemas de produção, podendo comercializá-las dentro e fora da comunidade, o que acaba suprimindo suas necessidades básicas de saúde.

Dentre todas as fontes geradoras de renda dessas unidades familiares, que ocorriam em conjunto, as maiores frequências, no Ramal do Bacuri, foram o Programa Bolsa Família (27,4%), agricultura (23,6%) e fruticultura (17,8%), enquanto no Itacuruçá, a fruticultura (32,9%), aposentadoria e a Bolsa Família, ambos com 12,9% (Tabela 2). Destaca-se que a agricultura, assim como a fruticultura, é concebida como fonte de renda primária ou secundária pelos informantes, normalmente por estar associada à comercialização dos produtos. Sobre isso, Kontogeorgopoulos, Churyen e Duangsaeng (2015) frisaram que associar a agricultura familiar com a comercialização é muito comum em comunidades rurais, sendo, por vezes, necessária para o sustento das famílias. No povoado de Itacuruçá a comercialização está mais ligada ao extrativismo vegetal do que com a agricultura. Tugume e Nyakoojo (2020) afirmaram que o extrativismo vegetal sempre surge como uma alternativa econômica, haja vista que as residências rurais, normalmente, apresentam área com espécies frutíferas com valor ambiental, ecológico e econômico.

Tabela 2. Fontes geradoras de renda nas comunidades do Ramal do Bacuri e na do Baixo Rio Itacuruçá, Abaetetuba, Pará.

Fontes geradoras de renda	Descrição	Ramal do Bacuri (%)	Rio Baixo Itacuruçá (%)
Aposentadoria	Aposentadoria proveniente, em sua maioria, do Instituto Nacional do Seguro Social (INSS).	8,2	12,9
Fruticultura	Atividades centradas na comercialização de algumas frutas.	17,8	32,9
Agricultura	Atividades centradas na agricultura itinerante de derruba e queima em pequenas propriedades.	23,6	10,3

Programa Bolsa Família	Programa do Governo Federal para assistência às famílias de baixa renda.	27,4	12,9
Extrativismo vegetal	Extração de lenha para comercialização e produção de carvão.	6,4	1,3
Serviço público ou assalariado	Atividades realizadas por funcionários públicos, com predominância na área de educação; e trabalhadores de carteira assinada.	9,6	2,6
Comércio de plantas medicinais	Comercialização de plantas de diferentes categorias de uso dentro e fora da comunidade.	1,3	1,3
Trabalho em Olaria	Atividades em fábrica que produz objetos feitos em barro, como vasos, telhas, louças e tijolos.	-	3,9
Comercialização do palmito do açáí	Após o manejo dos açazais, os agricultores retiram as touceiras mais antigas ou mais altas e extraem o palmito.	-	1,9
Pesca	Pesca e comercialização de peixes e camarão.	-	4,5
Produção de Artesanato	Trabalho manual, utilizando-se de matéria-prima natural, ou produção de um artesão, como em matapi, paneiros e crochê.	-	3,9
Comercialização de animais	Venda de animais criados nos sistemas de produção (galinha, pato e porco).	-	2,6
Outras atividades	Atividades esporádicas, chamadas de bicos; comércio local, como bares, mercearias, banca de jogos.	5,7	9,0

Fonte: Dados da pesquisa

3.2. Os quintais florestais das comunidades quilombolas de Abaetetuba

Do total de unidades familiares entrevistadas nas duas comunidades, apenas 34,3% possuíam ambientes florestais em suas propriedades, geralmente, distantes das residências. Na comunidade Ramal Bacuri, de 55,3% das unidades familiares que possuíam quintais florestais, apenas 21 realizavam algum tipo de extração na área, enquanto no Itacuruçá, estes ambientes estavam presentes em 7,8% das propriedades, com extração sendo realizada por apenas 3 entrevistados. Neste contexto, os tratos culturais não foram tão comuns e o plantio quase inexistente e, por isso, as formas de manejo observadas foram poucas. De acordo com Macedo (2000), os quintais florestais, também conhecidos como sistemas agroflorestais (SAFs), podem ser conceituados como técnicas alternativas para o uso dos recursos naturais, onde espécies florestais estão em associação com cultivos agrícolas e/ou animais em uma mesma área.

Nessas duas comunidades estudadas, embora os SAFs propriamente não existam, os quintais florestais, com espécies que nascem naturalmente nos locais (nativas), oferecem aos moradores conforto ambiental, alimentos, remédios e matéria prima para a construção de embarcações, cercados, imóveis etc. Para Dupin e Gontijo (2010), em estudo realizado em comunidades quilombolas no Alto Jequitinhonha, os conhecimentos tradicionais e os recursos naturais das matas nativas são importantes aliados das populações de matrizes etnoculturais africanas, uma vez que é deles que se obtém alimentos, madeira para construção civil, material para confecção de artesanatos e produção de ferramentas de trabalho, além de medicamentos naturais.

Em ambas as comunidades, os ecossistemas florestais são áreas de propriedades privadas que não possuem documentos que comprovem a posse de terra, mas os moradores conhecem seus limites territoriais. Não há cercas ou muros que delimitem as áreas produtivas, mas os ambientes se diferenciam por suas fisionomias vegetais. Nestes espaços, as áreas de usufruto comum são inexistentes, portanto, as famílias se apropriam dos terrenos ou lotes de forma particular. Em alguns casos, quando uma unidade familiar não tem terra suficiente para cultivar, o vizinho ou parente cede uma parcela em troca da metade do que é produzido (GONÇALVES & LUCAS, 2017).

Neste tipo de sistema produtivo foram identificadas 47 espécies vegetais nas duas comunidades, alvo do estudo, com diferentes categorias de uso, sendo que a família Fabaceae foi a que apresentou maior número de espécies e de citações, com destaque para acapú (*Vouacoupa americana* Aubl.) e sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess), ambas com cinco citações, seguido de espécies da família Arecaceae (Tabela 3). A importância dessas espécies para o modo de vida está relacionada ao uso madeireiro para a confecção de embarcações, casas, cercas e aparatos de trabalho, que é muito frequente no cotidiano das comunidades e, por isso, estão situadas nas categorias de uso madeireiro e artesanal. Tal relevância é corroborada ao observar que outras espécies, categorizadas como madeiras, foram mais citadas, como a quaruba (*Vochysia inundata* Ducke) (19), que é a mais apreciada pela qualidade de sua madeira como matéria-prima, além da cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.) (9), ananim (*Symphonia globulifera* L.f.) e andirobeira (*Carapa guianensis* Aubl.), com cinco citações, cada uma (Tabela 3). Em ambas as comunidades, a andiroba, o coré (*Parkia nitida* Miq.) e a sapucaia foram as espécies com mais categorias de uso (Tabela 3).

Tabela 3. Espécies presentes nos quintais florestais das Comunidades Quilombolas do Ramal Bacuri e Baixo Itacuruçá, Abaetetuba, Pará. Abreviações: Categorias de uso (C.U): Alimentar (Al), Artesanal (Ar), Energia (E), Madeira (Ma), Medicinal (Me). Procedência (PR): Ramal Bacuri (RB) e Baixo Itacuruça (BI). Número de citações (NC).

Nome Científico	Etnoespécie	C.U	PR	NC
ANACARDIACEAE				
<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	Al	BI	1
APOCYNACEAE				
<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	Sucuuba	Me	RB/BI	2
ARECACEAE				
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Açaí	Al	RB/BI	3
<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	Bacaba	Al	RB	1
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	Al/Me	BI	1
<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	Inajá	Al	RB	2

<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Miriti	Al/Ar	BI	2
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Mucajá	Al	RB	2
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	Pupunha	Al	BI	1
<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	Tucumã	Al	RB	1
CARICACEAE				
<i>Carica papaya</i> L.	Mamão	Al	BI	1
CARYOCARACEAE				
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Piquiá	Al	RB/BI	3
CLUSIACEAE				
<i>Platonia insignis</i> Mart.	Bacuri	Al	BI	2
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Ananim	Ma	RB	5
GOUPIACEAE				
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Cupiúba	Ma	RB/BI	9
FABACEAE				
<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	Acapú	Ma	RB/BI	5
<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	Angelim	Ma	BI	1
<i>Centrolobium paraense</i> Tul.	Arareua	Ma	BI	1
<i>Parkia nitida</i> Miq.	Coré, pau de vick, Atanã	Ma/Me	RB/BI	2
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Cumarú	Ma	RB	3
<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá	Ma/E	RB	3
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jutaí	Ma	RB	2
<i>Dimorphandra macrosta- chya</i> Benth.	Sapateira	Ma	RB	1
<i>Diplotropis martiusii</i> Ben- th.	Sucupira	Ma	RB/BI	5
<i>Tachigali paraenses</i> (Hu- ber) Barneby	Tachi	Ma	BI	1

<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	Timborana	Ma	RB	1
HUMIRIACEAE				
<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) A.St.-Hil.	Umiri	Ma	BI	1
ICACINACEAE				
<i>Poraqueiba sericea</i> Tul.	Mari	Ma/Al	RB	3
LECYTHIDACEAE				
<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Castanheira	Ma/Al/E	RB	3
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess	Sapucaia	Ma/E/Ar	RB/BI	3
<i>Eschweilera</i> sp.	Mata-Matá	Ma	RB	1
MALVACEAE				
<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacau	Al	BI	1
<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd.ex Spreng.) K.S-chum.	Cupuaçú	Al	RB/BI	3
MELIACEAE				
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	Ma/Me	RB/BI	5
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Ma	RB	4
MORACEAE				
<i>Ficus maxima</i> Mill.	Caxinguba	Me	RB/BI	2
MYRISTICACEAE				
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	Ucuuba	Ma	RB	2
PERACEAE				
<i>Chaetocarpus echinocarpus</i> (Baill.) Ducke	Cumaté	Ma	BI	1
PHYLLANTHACEAE				
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	Andorinha	Ma	RB	1
SAPOTACEAE				

<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex Miq.) Monach.	Maçaran-duba	Ma	BI	1
VOCHYSIACEAE				
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Cinzeiro	Ma	BI	1
<i>Vochysia inundata</i> Ducke	Quaruba	Ma	RB/BI	19
<i>Qualea</i> sp.	Mandioqueira	Ma	RB	1

Torna-se importante destacar que a exploração de recursos madeireiros ocorria na comunidade Ramal do Bacuri em 31,3% das famílias entrevistadas, sendo que apenas seis realizavam a comercialização do produto, que pode ocorrer na própria comunidade ou em Abaetetuba, e no caso de Itacuruçá, as unidades familiares não realizavam as atividades de extração vegetal e/ou venda. No estudo de Menezes et al. (2014) foi possível observar que essas madeiras costumavam ser bastante solicitadas por populações tradicionais amazônicas para a construção de barcos e paredes das casas, onde a família explorava sua área individual de acordo com suas necessidades, força de trabalho e espécies disponíveis.

Nas duas comunidades em estudo, a extração de recursos naturais tem relação estreita com a necessidade das famílias e espécies de interesse. Normalmente, quando há exploração de uma espécie, como as madeiras para fins de comercialização, isto não acontece de forma predatória, pois os comunitários, além de necessitarem de autorização para tal atividade, já se conscientizaram quanto ao uso sustentável das espécies, como expressado pelas seguintes verbalizações: “*eu tenho uma área de floresta, só que ela é 500 metros só, mas lá é sombra, é bonito e eu tô preservando pra fazer meu novo sítio lá, lá eu tenho muita madeira que eu nem sei dá o nome, acho que nem a ciência sabe, se eu precisar derrubar alguma eu já planto outra madeira no lugar.*” (L.R, 74 anos, Rio Baixo Itacuruçá); e “*Ai na floresta é muito gostoso, aqui no Bacuri a gente quase não vê mais isso, eu uso muita coisa daí, eu uso alguma planta, casca pra remédio, madeira, gosto de comer fruta que tem nesse mato, agora nessa epidemia eu ia toda manhã respirar o ar puro lá, se eu tiro, eu logo planto outra, não quero deixar morrer.*” (A.G, 77 anos, Ramal Bacuri).

As famílias botânicas, Fabaceae e Arecaceae, destacaram-se por oferecerem a esses moradores recursos madeireiros e alimentares, respectivamente. Pasa (2020) afirmou que Fabaceae é a maior família em número de espécies da flora brasileira, presente em todos os tipos de vegetação. Essa família foi a mais expressiva no estudo de Souza et al. (2021), em Ourém-PA, onde foram registradas espécies típicas das florestas tropicais amazônicas com importante valor madeireiro, como o acapú, espécie ameaçada de extinção no Brasil. A Arecaceae tem destaque em diversos estudos no Pará, principalmente em quintais agroflorestais de comunidades quilombolas e/ou ribeirinhas (NASCIMENTO; GUERRA, 2014; COSTA et al., 2017; GONÇALVES; LUCAS, 2017; PEREIRA; COELHO-FERREIRA, 2017; SOUSA et al., 2021), pois compreende espécies direcionadas à complementação alimentar, fonte de renda (direta ou indiretamente), lugar de lazer, de serviços e fonte de qualidade de vida com o melhoramento do microclima do local e da paisagem (BORTOLUZZI; MOREIRA; VIEIRA, 2021).

Na categoria alimentar estão presentes o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd.ex Spreng.)), piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.) e mari (*Poraqueiba sericea* Tul.), cada uma com três citações, consumidas geralmente *in natura* (Tabela 3). Destas espécies, o açaí, a pupunha e o cupuaçu, além de possuírem valor pessoal para os comunitários, também possuem valor comercial, principalmente o açaí, considerado por todos os informantes como a espécie mais importante dos sistemas de produção para a subsistência e complementação da renda. Ponte (2013) afirmou que o açaí e demais elementos da palmeira são utilizados diariamente pelas populações amazônicas, já que seu fruto é consumido de forma plena e absoluta, não impondo usos exclusivos e estruturas excludentes.

Sobre as plantas medicinais, as espécies citadas pelos entrevistados foram: a andirobeira (5), caxinguba (*Ficus maxima* Mill.), sucubua (*Himatanthus articulatus* (Vahl) Woodson) e coré (*Parkia nitida* Miq.), com duas citações cada uma, e o coco (*Cocos nucifera* L.) (1) (Tabela 3). Os moradores de ambas as comunidades extraem o óleo da andiroba para usar como anti-inflamatório, cicatrizante, repelente, e para massagem, porém, apenas as unidades familiares do Ramal Bacuri relataram a comercialização do produto dentro e fora da comunidade. As espécies caxinguba e

sucuuba têm seu látex extraído para o tratamento de gastrites, úlceras e dores no estômago, já o coré é utilizado de forma tópica, para afumentações¹ ligadas a dores no peito, principalmente quando há casos de gripe, e o coco tem sua água retirada para tratar dores de cabeça.

Nos quintais florestais das comunidades em estudo, as espécies medicinais não foram tão expressivas, correspondendo a 10,6% do total, fato que está relacionado à preferência pelo plantio destas espécies em espaços mais próximos as residências, como quintais ou jardins, pois são mais fáceis de ser manejados. No estudo de Gonçalves (2016) os quintais domésticos foram mais ricos e abundantes em plantas medicinais, sendo cultivadas em jiraus e canteiros. Pasa et al. (2017), em seus estudos, descobriram que homens que trabalham em florestas e habitats menos manejados têm mais conhecimento sobre espécies florestais, enquanto as mulheres são mais proficientes em ervas medicinais, por estarem em ambientes mais próximos da residência.

Na categoria energia o ingá (*Inga edulis* Mart.), a castanheira e a sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess) receberam igual número de citações, três cada uma, pois são utilizadas para a produção de lenha e/ou fabricação de carvão para uso doméstico ou comercialização desses produtos. Destaca-se que os recursos madeiros, como a lenha, são fundamentais para a cocção de alimentos nos domicílios e/ou para a produção de carvão vegetal (para fins de autoconsumo e/ou comercialização), assim como a madeireira pode ser utilizada para a confecção de aparatos de trabalho agrícola e extrativista (ALVES; PONTES; GUTJAHR, 2016b), já que estas espécies também foram categorizadas como de uso madeiro.

Conclusão

As unidades familiares do Ramal do Bacuri e do Baixo Itacuruçá são formadas predominantemente por indivíduos nativos, residentes há décadas em seus respectivos locais e unidas em forma de comunidade, buscando a sua sobrevivência no ambiente onde estão inseridas, sobretudo, por meio de suas atividades laborais agrícolas e extrativistas, o que vem favorecendo a sua reprodução social ao longo dos anos. Estas atividades ocorrem em diferentes

¹ Termo utilizado pelos moradores das comunidades estudadas para representar uma massagem suave feita com óleos naturais ou outros preparados caseiros a base de plantas medicinais.

sistemas de produção, independentemente de gênero, idade, local de origem e tempo de moradia, onde todos os membros familiares têm funções a serem desempenhadas no trabalho agrícola e extrativista e no ambiente doméstico.

Nos sistemas produtivos florestais as características socioeconômicas permitem a produção voltada para a subsistência, de acordo com a capacidade tecnológica e de trabalho familiar, mas que cumpre seu papel para a manutenção do modo de vida quilombola. Em ambas as comunidades, os quintais florestais apresentaram uma significativa riqueza de espécies vegetais e de conhecimentos tradicionais relacionados aos usos na construção, artesanato, alimentação, medicina popular e produção de energia, que garantem a sobrevivência desses povos, juntamente com outros sistemas de produção que coexistem nesses locais. As espécies de plantas citadas pelos moradores compreendem importantes recursos direcionados para o autoconsumo e, em alguns casos, para a comercialização, permitindo-lhes a aquisição de bens e produtos que os próprios não produzem e, com isso, buscam gradativamente melhores condições socioeconômicas e a sua manutenção enquanto comunidades tradicionais.

Agradecimentos

À Capes pela concessão da Bolsa de Demanda Social para a primeira autora. Aos líderes comunitários e moradores das comunidades estudadas pela atenção e colaboração durante a realização deste estudo.

Referências

AFONSO, L. F. C.; CORRÊA, N. A. F.; SILVA, H. P. Segurança Alimentar e Nutricional em comunidades quilombolas no Brasil : um balanço da literatura indexada. **Segur. Aliment. Nutr.**, v. 27, p. 1–13, 2020.

ALBURQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; CUNHA, L. V. F. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica**. Recife: Nupeea, 2010.

ALMEIDA, A. T.; PEIXOTO, C. P.; CARLI POELKING, V. G.; BLOISI, L. F. M.; DOS SANTOS, J. M. D. S.; DOS SANTOS, A. M. P. B. Ethnobotany of the peanut in recôncavo da Bahia, Brazil. **Bioscience Journal**, v. 33, n. 2. 2017.

ALVES, R. J. M.; PONTES, A. N.; GUTJAHR, A. L. N. Caracterização socioeconômica de comunidades rurais amazônicas do estado do Pará, Brasil. **Observatorio de La Economía Latinoamericana**, 2015.

ANDERSON, A. **O destino da Floresta: reservas extrativistas e desenvolvimento sustentável na Amazônia**. – Rio de Janeiro: Relume-Dumará; Curitiba, PR: Instituto de Estudos Amazônicos e Ambientais, Fundação Konrad Adenauer, 1994. 276p.

ARAÚJO, S. R. E.; FOSCHIERA, A. A. As contradições entre a realidade socioeconômica da comunidade quilombola Mimoso do Kalunga e a garantia dos direitos legais de educação e território. **Revista Pegada**, v. 13, n. 2, p. 203-227. 2012.

BORTOLUZZI, R. N.; MOREIRA, L. L.; VIEIRA, C. R. Diversidade de plantas alimentares em quintais agroflorestais de Cuiabá e Várzea Grande, Mato Grosso, Brasil. **Interações (Campo Grande)**, p. 295-307, 2021.

CARRIL, L. F. B. Quilombo, Território e Geografia. **Agrária**, São Paulo, v.3, n.3, p.156-171, 2006.

COSTA, M. R. T. R.; HOMMA, A. K. O.; REBELLO, F. K.; SOUZA FILHO, A. P. S.; FERNANDES, G. L. C.; BALEIXE, W. **Atividade Agropecuária no estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, (Documentos 432), 2017.

DUPIN, P. C.; GONTIJO, B. M. Os usos da biodiversidade do Alto Jequitinhonha – MG pelas comunidades quilombolas de Chapada do Norte e Minas Novas – MG. **Anais...** Simpósio Internacional Sobre Saberes Tradicionais, Biodiversidade, Biotecnologia e Dinâmicas Territoriais – SINBIOTEK. Goiânia: 3 a 5 de novembro de 2010. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2010.

FERREIRA, P. F.; ALVES, R. J. M.; ROSARIO, A. S.; PONTES, A. N. Subsistência e agricultura familiar na Comunidade Quilombola África, Abaetetuba, Pará - Brasil. In: PONTES, A. P., ROSÁRIO, A. S. (Org.). **Ciências ambientais: política, sociedade e economia da Amazônia**. 1 ed. Belém: EDUEPA, v. 1, p. 86-97. 2020.

FERREIRA, V. A.; MONTEIRO, D. A. T.; GARCIA, L. A. A.; CAMARGO, F. C.; CONTIM, D.; AMARAL, J. B. Do. Evolução Da Completude Das Informações Sobre Mortalidade Neonatal Em Minas Gerais. **Revista de Enfermagem e Atenção à Saúde**, v. 8, n. 2, p. 61–73, 2020.

FERREIRA, P. F.; PONTES, A. N.; DE PAULA, M. T. Agricultura familiar e segurança alimentar na Comunidade Quilombola África, Abaetetuba (PA). **Natural Resources**, v. 8, n. 2, p. 60-65. 2018.

FLORA DO BRASIL. **Flora do Brasil em construção**. 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?i%0Ad=FB96582>.

GONÇALVES, J. P. **Sistemas de produção em Comunidade Rural de Abaetetuba, Pará: agrobiodiversidade e conhecimentos tradicionais**. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2016.

GONÇALVES, J. P.; ALVES, R. J. M; PONTES, A. N. Socioeconomia e sistemas produtivos na Amazônia: o caso da Comunidade Ramal do Bacuri e sua relação com os recursos naturais. In: PONTES, A. P., ROSÁRIO, A. S. (Org.). **Ciências ambientais: política, sociedade e economia da Amazônia**. 1 ed. Belém: EDUEPA, v. 1, p. 136-161. 2020.

GONÇALVES, J. P.; LUCAS, F. C. A. Agrobiodiversidade e etnoconhecimento em quintais de Abaetetuba, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 15, n. 3. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2021. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/abaetetuba/panorama>. Acesso em: 23 jul. 2021.

KONTOGEOURGOPOULOS, N.; CHURYEN, A.; DUANGSAENG, V. Homestay Tourism and the Commercialization of the Rural Home in Thailand. **Asia Pacific Journal of Tourism Research**, v. 20, n. 1, p. 29–50, 2015.

LIMA E.; LEITE, A. A.; NEPSTAD, D.; KALIF, K.; AZEVEDO-RAMOS, C.; PEREIRA, C.; ALENCAR, A.; SILVA JUNIOR, U. L.; MERRY F. **Florestas Familiares: Um pacto sócio-ambiental entre**

a indústria madeireira e a agricultura familiar na Amazônia. Belém: IPAM, 2003. 70p.

LIMA, S. L. M.; LIMA, J. M. Organização social e resistência camponesa aos grandes projetos do capital no território quilombola de Jambuçu: análise a partir da comunidade Nossa Senhora das Graças em Moju/Pará. **Anais... VII Simpósio Internacional de Geografia Agrária – SINGA2017.** Curitiba: 1 a 5 de novembro de 2017. Paraná, 2017.

MACEDO, R. L. G. **Princípios Básicos para o Manejo Sustentável de Sistemas Agroflorestais.** Lavras: UFLA/FAEPE.157, 2000p.

MACHADO, J. **O município de Abaetetuba: geografia física e dados estatísticos.** 2ª ed. Abaetetuba: Edições Alquimia. 2008. 24p.

MENEZES, M. C.; BARBOSA, C. W. S.; MEDINA, G.; LIMA, C. A. T.; TRINDADE, N. G. P.; CAVALCANTE, T. V.; ALMEIDA, O. Uso Tradicional da Floresta para a Extração de Madeira por populações tradicionais e desafios para o manejo sustentável. In: CASTRO, E. M. R.; FIGUEIREDO, S. L. (Eds.). **Sociedade, Campo Social e Espaço Público.** Belém: NAEA. p. 14-42, 2014.

MORAES, C. K. A.; CARVALHO, J. O. P; SANTOS, A. S.. Cadernos Cepec. **Perspectiva**, v. 3, n. 11, p. 1–29, 2014.

NAHUM, J. S. De ribeirinha a quilombola: dinâmica territorial de comunidades rurais na Amazônia Paraense. **Campo Território: Revista de Geografia Agrária**, v. 6, n. 12, p. 79-103, 2011.

NASCIMENTO, E. C.; GUERRA G. A. D. Do avortado ao comprado: práticas alimentares e a segurança alimentar da comunidade quilombola do baixo Acaraqui, Abaetetuba, Pará. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciênc. Hum.** v. 11, n. 1, p. 225-241, 2016.

NOGUEIRA, A. C. F; MAINBOURG, E. M. T. A comunidade do Pau Rosa/Amazonas e a relação entre natureza, cultura e o processo saúde/doença. **Saúde e Sociedade**, v. 19, p. 22-34, 2010.

PEREIRA, M. G. S.; COELHO-FERREIRA, M. Uso e diversidade de plantas medicinais em uma comunidade quilombola na Amazônia Oriental, Abaetetuba, Pará. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 3, p. 57–68, 2017.

PIRES, J. O.; LEDA, P. H. O.; OLIVEIRA, D. R.; COELHO-FERREIRA, M. R.; SCHER, I. S.; TALGATTI, D. M. Etnobotânica aplicada à seleção de espécies nativas amazônicas como subsídio à regionalização da fitoterapia no SUS : município de Oriximiná – PA , Brasil. **Fitos**, v. 14, n. 4, p. 492–512, 2020.

POJO, E. C. **Gapuiar de Saberes e de Processos Educativos e Identitários na Comunidade do Rio Baixo Itacuruçá, Abaetetuba-PA**, 2017, Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Universidade Federal de Campinas, 2017.

PONTE, R. X. **Assahy-yuricé, iassaí, oyasaí, quase, açã, jussara, manacá, açai, acay-berry: rizoma**. 163f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais). Universidade Federal do Pará. Belém, 2013.

QUARESMA, A. B.; GARCIA, O. S.; ALVES, R. J. M.; TAVARES-MARTINS, A. C. C. Abordagem Socioeconômica e Etnoecológica na Comunidade Santa Luzia do Bom Prazer, Moju, Pará, Brasil. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 1, n. 5, p. 1–23, 2021

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. <https://www.R-project.org/>. 2020.

RODRIGUES, P. L.; GUIMARÃES, J. B.; MARTINS, C. M.; SANTOS, M. A. S. Dos; REBELLO, F. K. Dinâmica socioeconômica e organizacional em comunidade remanescente do quilombo Rio Gurupá, Marajó, Pará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 105–116, 2017.

SANTOS, A. S.; OLIVEIRA, L. C. L.; CURADO, F. F.; AMORIM, L. O. Caracterização e desenvolvimento de quintais produtivos agroecológicos na comunidade Mem de Sá, Itaporanga d'Ajuda-Sergipe. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n.2, p: 100–111. 2013.

dos SANTOS, J. C., SENA, A. D. S., & Homma, A. K. O. (2012). Viabilidade econômica do manejo de açazais no estuário amazônico: estudo de caso na região do Rio Tauerá-açu, Abaetetuba-estado do Pará. In *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 50., 2012, Vitória. Agricultura e desenvolvimento rural com sustentabilidade: anais. Vitória: SOBER: UFES, 2012.

SCARAMUZZI, I. A. B. **Extrativismo e as relações com a natureza em comunidades quilombolas do rio Trombetas/Oriximiná/PA.** 2016. 338f. Tese (Doutorado em Antropologia Social) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, SP. 2016.

SILVA, M. B.; SILVA, K. C. A.; HERRMANN, M.; ARAÚJO, M. V. L. F.; CINTRA, I. H. A. Mulheres pescadoras de camarão-da-Amazônia a jusante da usina hidrelétrica de Tucuruí, Amazônia, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 7, n. 2, p.15-33, 2014.

SIVIERO, A.; DELUNARDO, T. A.; HAVERROTH, M.; OLIVEIRA, L. C.; MENDONÇA, A. M. S. Cultivo de espécies alimentares em quintais urbanos de Rio Branco, Acre, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 25, n. 3, p. 549-556. 2011.

SOUSA, E. J. B.; PINHEIRO, K. A. O.; DA SILVA CARNEIRO, F.; PINHEIRO, G. L.; DE SOUSA, J. D. C. M., AMORIM, M. B., ... & RIBEIRO, E. G. P. Uso de espécies nativas na restauração de ecossistemas florestais alterados pela retirada de seixo no nordeste paraense. **Research, Society and Development**, v.10, n.9, e32310916937-e32310916937, 2021.

SOUSA, F. F.; BARROS, F. B.; VIEIRA-DA-SILVA, C. Miriti: alimentação e renda na várzea amazônica, Abaetetuba-PA. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

TERCEIRO, A.; SILVA, J. J. S.; CORREIA, M. F. Caracterização da sociedade, economia e meio ambiente costeiro atuante à exploração dos manguezais no estado do Maranhão. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 5, n. 3, p. 94-111, 2013.

TRECCANI, G. D. **Terras de quilombo: entaves do processo de titulação.** Belém: Programa Raízes. 2006.

TROPICOS.ORG. **Tropicos - Home.** 2020. Disponível em: <https://www.tropicos.org/home>. Acesso em: 23 nov. 2020.

TUGUME, P.; NYAKOOJO, C. Traditional use of wild edible plants in the communities adjacent to mabira central forest reserve, Uganda. **Ethnobotany Research and Applications**, v. 20, p. 1-14, 2020.

CAPÍTULO 5

SEEDLING GROWTH OF *POUTERIA CAIMITO* UNDER DIFFERENT NURSERY SHADING LEVELS

Noemi Vianna Martins Leão¹, Elizabeth Santos Cordeiro Shimizu², Marcus Victor Almeida Campos³, Sérgio Heitor Sousa Felipe⁴

¹ Pesquisadora do Laboratório de Sementes Florestais, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil. noemi.leao@embrapa.br

² Analista do Laboratório de Sementes Florestais, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil. elizabeth.shimizu@embrapa.br

³ Mestrando em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). engmarcus@hotmail.com

⁴ Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Capitão Poço, Pará, Brasil. sergio.felipe@ufr.edu.br

Abstract

Luminosity can indicate the degree of tolerance of plant species to shading conditions and influence growth and development. In this sense, the present study aimed to evaluate the growth of *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk. seedlings under different shading levels. The experimental design was completely randomized consisting of four treatments: 0 (full sunlight; $2050 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-2}$), 30 ($1435 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-2}$), 50 ($1025 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-2}$) and 70% ($615 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-2}$) shading. The results showed that after 120 days of culture, the seedlings grown under 50% shading presented the highest height values (61 and 60% at 300 and 390 days, respectively) and collar diameter (28 and 15% at 300 and 390 days, respectively) when compared to the full sunlight grown seedlings. Likewise, after 390 days of sowing, plants grown under 50% shading also had the highest number of leaves, which was also 25% higher than that presented by full sunlight seedlings. Overall, *P. caimito* seedlings grown under 50% shading had the highest dry mass accumulation for leaves, stem, root, and total dry mass. Finally, the treatment of 50% shading is indicated for the production of *P. caimito* seedlings as it allows better growth and development in nursery.

Keywords: abiu, luminosity, seedling production.

Crescimento de mudas de *Pouteria caimito* sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro

Resumo

A luminosidade pode indicar o grau de tolerância das espécies vegetais às condições de sombreamento e influenciar no crescimento e desenvolvimento. Nesse sentido, o estudo objetivou avaliar o crescimento de mudas de *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk. sob diferentes níveis de sombreamento. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso constando de quatro tratamentos: 0 (pleno sol; $2050 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-2}$), 30 ($1435 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-2}$), 50 ($1025 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-2}$) e 70% ($615 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-2}$) de sombreamento. Os resultados evidenciaram que a partir de 120 dias de cultivo, as mudas sob 50% de sombreamento apresentaram os maiores incrementos de altura (61 e 60% aos 300 e 390 dias, respectivamente) e diâmetro do colo (28 e 15% aos 300 e 390 dias, respectivamente), quando comparadas as mudas de pleno sol. Seguindo esse padrão de resposta, as plantas sob 50% de sombreamento também evidenciaram os maiores números de folhas aos 390 dias, 25% a mais em relação às mudas de pleno sol. No geral, as mudas de *P. caimito* sob 50% de sombreamento apresentaram o maior acúmulo de massa seca para folhas, caule, raiz e total. Por fim, o nível de sombreamento de 50% é indicado para produção de mudas de *P. caimito*, pois permite melhor crescimento e desenvolvimento em viveiro.

Palavras-chave: abiu, luminosidade, produção de mudas.

Introduction

Pouteria caimito (Ruiz & Pav.) Radlk. belongs to the Sapotaceae family and is popularly known as abiu. It is a non-endemic native species from Brazil, distributed in different states of the North (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondonia, Roraima, and Tocantins), Northeast (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, and Sergipe), Center-West (Mato Grosso), Southeast (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, and São Paulo), and South (Paraná and Santa Catarina) (ALVES-ARAÚJO et al., 2019). Specimens can also be found in neighboring zones of Peru, Colombia, and Venezuela (MANICA, 2000). This fruit tree is an evergreen

perennial, usually with a dense crown and medium size. Its inflorescence type is an axillary fascicle, containing one to four flowers growing on a cluster. The fruit is classified as the berry type, whose size varies from 4 to 9 cm in length, containing from 1 to 4 seeds (LORENZI, 2002).

Pouteria caimito stands out for its food potential due to edible fruits (PINTO, 2013); logging, because of its wood high density (LORENZI, 2002); medicinal, on account of its therapeutic properties with anti-anemic, anti-inflammatory, and anti-thermal action (GOMES, 1972); ornamental (REVILLA, 2002); and also industrial, due to the presence of latex in the different organs of the plant, which can be used in chewing-gum production (CLEMENT et al., 1979). Additionally, this species can be used in forest restoration projects as its flowers and fruits attract a wide range of animal species.

Success in planting depends mainly on seedling quality, plant density, and light availability (ALBUQUERQUE et al., 2015). Therefore, in the phase of seedling formation, obtaining higher quality plants is necessary to achieve greater weather resistance and adequate growth in the final site (Salles et al., 2017), reducing losses and costs with seedling replacement in the field.

Several studies have been conducted to evaluate the effect of different shading levels on the phenotypic plasticity of tree species, such as *Tocoyena formosa* (BONAMIGO et al., 2016), *Bertholletia excelsa* (ALBUQUERQUE et al., 2015), *Azadirachta indica* (AZEVEDO et al., 2015), *Copaifera langsdorffii* (DUTRA et al., 2012), and *Simarouba amara* (AZEVEDO et al., 2010). The results of these studies show that shading levels directly affected growth of these seedlings, modulating quality standard.

Overall, light intensity directly influences plant growth and development as it provides energy for photosynthesis, stomatal opening, chlorophyll synthesis, among other physiological processes (MARENCO & LOPES, 2009). Light also promotes morphogenic changes in plants, such as increasing specific leaf area to maximize the interception of irradiance in a shaded environment (SCHMIDT et al., 2017).

Studies on the effect of light on seedling growth contribute to commercial production systems, as well as to obtain seedlings with higher quality standard (e.g., larger stem diameter, enhanced shoot

and root development) to meet different conservation and reforestation projects (DELARMELINA et al., 2014). Hence, there is a need to know the light requirements for tree species that are little known or have not been evaluated at all (QUEIROZ & FIRMINO, 2014).

Due to the lack of information on the influence of light on *Pouteria caimito* seedlings production, this work aimed to evaluate the effect of different shading levels on seedling growth of this species under nursery conditions.

2. Material and Methods

The experiment was conducted from September/2015 to October/2016 in the nursery for forest seedlings of the Forest Seed Laboratory (LASF), Embrapa Eastern Amazon, Belém, Pará, at the geographical location 01° 28' S and 48° 27' W. The region has Af climate type according to the Koppen classification, with annual average rainfall ranging from 3000 to 4000 mm and average temperature of 26.4 °C (BASTOS et al., 2002).

The fruits of *abiu* were collected in the municipality of Santa Barbara, state of Pará, and transported to the LASF where manual processing and seed extraction were performed. Subsequently, seeds were sown 2 cm under the soil surface in black polyethylene plastic bags (15 x 25 cm and 0.20 microns thick) containing surface forest soil, as well as tanned sawdust and poultry manure (3: 1: 1, v/v/v; pH = 7.2; N = 0.04%; P = 391 mg dm⁻³; K = 909 mg dm⁻³; Na = 353 mg dm⁻³; Ca = 4.6 Cmol_c dm⁻³; Ca+Mg = 6.1 Cmol_c dm⁻³; Al = 0.0 Cmol_c dm⁻³).

Seeds were exposed to four shading levels: 0 (full sunlight); 30; 50; and 70% (or 2050; 1435; 1025 and 615 μmol m⁻² s⁻², respectively, measured at 12 a.m., local time, on a cloudless day). Shading was provided by black polyethylene screens (*sombrite* type).

Plants were irrigated in the morning and afternoon when necessary (e.g., dry substrate). Growth evaluations (shoot length and stem diameter) were performed at 60, 90, 120, 300, and 390 days of sowing. At 390 days, plants were removed from the substrate and separated into plant organs (leaf, stem, and root). Roots were washed in running water over a sieve to prevent material loss, then weighed in a precision scale and kept in an oven at 50 °C until dry mass stabilization.

Shoot height (H) was determined by the measuring from the collar region of the seedling to the apical bud; stem diameter (SD) was measured at the substrate level, at the collar region; number of leaves (NL) was performed by counting all the leaves in the plant; dry mass of the leaves (DML); dry mass of the stem (DMS); and dry mass of the root (DMR) were obtained separately; the dry mass of the shoot (DMSH) was obtained through the sum of the DML and DMS; and total dry mass (TDM) was achieved summing DML, DMS, and DMR.

The experimental design was completely randomized (CRD), consisting of four shading levels (0, 30, 50, and 70%), with four replications and fifteen seedlings for each experimental unit for evaluations regarding H, SD, and NL. For DML, DMS, DMR, DMSH, and TDM evaluations, the experimental units comprised seven randomly selected plants. Experimental data were submitted to analysis of variance and regression analysis was used for growth data (H, SD, and NL) and Tukey test at a 5% probability for biomass data (DML, DMS, DMR, DMSH, and TDM). All analyses were performed using Sisvar software (FERREIRA, 2014).

3. Results and Discussion

Shading levels affected growth and development of *P. caimito* seedlings. Plant height was significantly different in all evaluations carried out over the production period of *P. caimito* seedlings (Table 1).

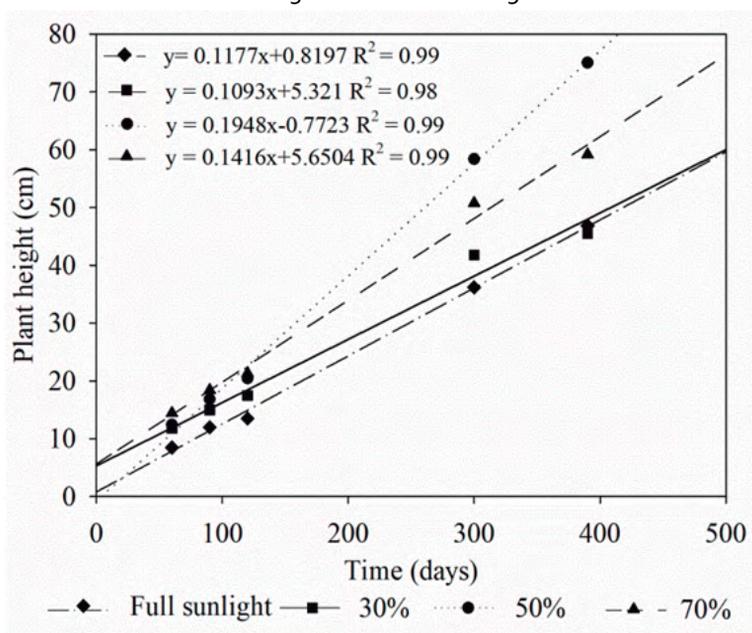
Table 1. Summary of the analysis of variance for height of *Pouteria caimito* plants at 60, 90, 120, 300, and 390 days after sowing at different shading levels.

SV	DF	Mean Square				
		60 days	90 days	120 days	300 days	390 days
Treatments	3	73.36**	91.65**	149.35**	1150.24**	2261.13**
Residue	12	20.39	26.6	46.55	194.02	542.15
CV (%)		11.05	9.56	10.82	8.59	11.87
Mean		11.79	15.56	18.19	46.78	56.65

SV: source of variation; DF: degrees of freedom; CV: coefficient of variation; **: significant at 1% probability by test F.

The 70% shading treatment induced higher plant height at 120 days, with significant increases of 70, 54, and 58% at 60, 90, and 120 days, respectively, when compared to seedling submitted to full sunlight (Figure 1). However, after 120 days, this response pattern changed: seedlings grown under 50% shading showed the largest increments, with significant increases of 61 and 60% at 300 and 390 days, respectively, compared to seeds exposed to full sunlight (Figure 1).

Figure 1. Height of *Pouteria caimito* seedlings at 60, 90, 120, 300, and 390 days after sowing at different shading levels.



Regarding height, similar results were found for *Adenanthera pavonina* (OLIVEIRA, 2013) and *Sclerobium paniculatum* (FREITAS et al., 2012), which showed better seedling development in the 50% shading treatment. Plants with well-developed shoots improve photosynthetically active radiation uptake to achieve more vigorous growth (CASTRO-HENRIQUE et al., 2011).

Stem diameter was affected by different shading levels at 60, 90, 300, and 390 days. On the other hand, no significant difference was observed at 120 days (Table 2).

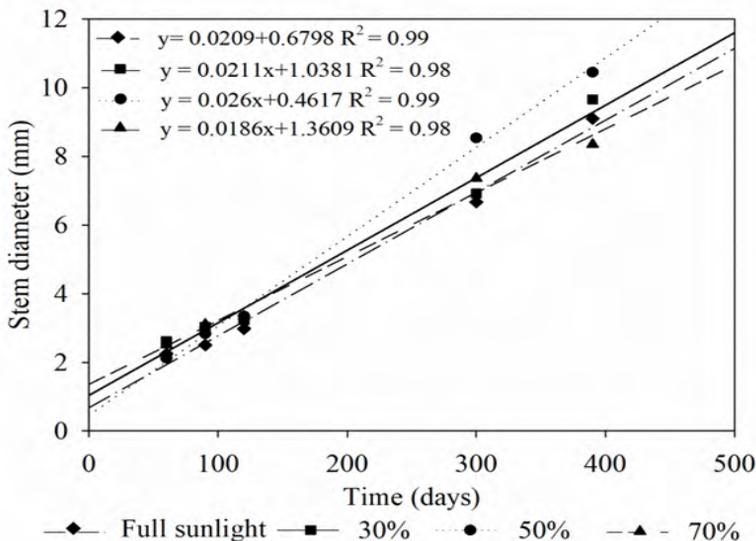
Table 2. Summary of the analysis of variance for stem diameter of *Pouteria caimito* plants at 60, 90, 120, 300, and 390 days after sowing at different shading levels.

SV	DF	Mean Square				
		60 days	90 days	120 days	300 days	390 days
Treatments	3	0.63*	0.87**	0.36 ^{ns}	8.24**	9.44*
Residue	12	0.53	0.44	0.43	2.7	9.55
CV (%)		8.9	16.74	5.9	6.44	9.5
Mean		2.37	2.87	3.22	7.36	9.39

SV: source of variation; DF: degrees of freedom; CV: coefficient of variation; ** and *: significant at 1% and 5% probability, respectively, by the F test; ns: not significant.

Different shading levels enhanced seedling stem diameter, especially from 120 days onward (Figure 2). Plants grown under 50% shading showed significant increases of 28 and 15% at 300 and 390 days, respectively, compared to seedlings grown under full sunlight (Figure 2). Stem diameter is indicative for survival and growth potential after permanent planting of seedlings (SOUZA et al., 2006). Therefore, plants with low stem diameter are more susceptible to lodging due to the wind or rainfall.

Figure 2. Stem diameter of *Pouteria caimito* seedlings at 60, 90, 120, 300, and 390 days after sowing at different shading levels



The parallel rise in stem diameter and height may indicate that photosynthesis and respiration are in a favorable balance (DUTRA et al., 2012), which may have contributed to the satisfactory growth and development of *P. caimito* seedlings under 50% shading. On the other hand, seedlings of *Maclura tinctoria* and *Hymenaea courbaril* (ALMEIDA et al., 2005) and *Theobroma grandiflorum* (SILVA et al., 2007) did not exhibit differences in collar development when grown under 50% shading and full sunlight.

The number of leaves was significantly affected by different shading levels at 90, 120 and 390 days (Table 3).

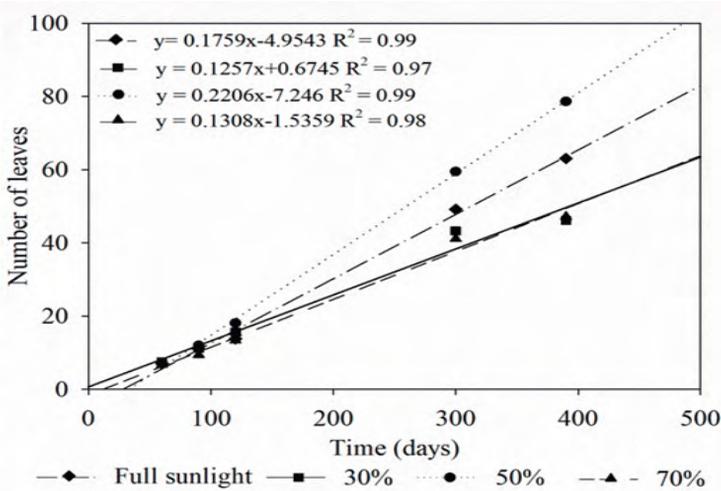
Table 3. Summary of the analysis of variance for leaf number of *Pouteria caimito* plants at 60, 90, 120, 300, and 390 days after sowing at different shading levels.

SV	DF	Mean Square				
		60 days	90 days	120 days	300 days	390 days
Treatments	3	1.61 ^{ns}	14.02*	55.56*	811.25 ^{ns}	2828.18*
Residue	12	5.7	12.59	47.64	1042.19	2209.46
CV (%)		9.64	9.37	13.08	19.31	23.09
Mean		7.14	10.93	15.26	48.27	58.77

SV: source of variation; DF: degrees of freedom; CV: coefficient of variation; *: significant at 5% probability by the F test; ns: not significant

Plants grown under 30% shading had the largest number of leaves at 90 days, with 8% more leaves compared to plants exposed to full sunlight (Figure 3). However, this response pattern changed over time, considering that at 90 days, plants under 50% shading exhibited the largest number of leaves at 390 days in contrast to full sunlight seedlings (25% more leaves) (Figure 3).

Figure 3. Number of leaves of *Pouteria caimito* seedlings at 60, 90, 120, 300, and 390 days after sowing at different shading levels



Forest species such as *Dipteryx alata* (QUEIROZ & FIRMINO, 2014) and *Syagrus coronata* (CARVALHO et al., 2006) have already been reported showing a higher number of leaves in shaded plants when compared to those exposed to full sunlight, corroborating the results of the present study. However, other species such as *Bertholletia excelsa* (ALBUQUERQUE et al., 2015) and *Pseudopiptadenia psilostachya* (FONSECA et al., 2006) showed a similar number of leaves in shading and full sunlight conditions. In contrast, *Azadirachta indica* (AZEVEDO et al., 2015) and *Caesalpinia echinata* (AGUIAR et al., 2011) presented a lower number of leaves when subjected to shading. These different response patterns suggest that the phenotypic plasticity for leaf number is intrinsic to each species.

In fact, different light levels can cause morphological and physiological changes in plants, and the degree of adaptation is induced by the genetic characteristics of each species and the environment (SCALON et al., 2003). In addition, different plant species have specific light requirements (AZEVEDO et al., 2015), as observed in the present study for *P. caimito*, which showed better development and growth under 50% shading.

The variables dry mass of leaves, stem, root, and total dry mass were significantly affected by different shading levels (Table 4).

Table 4. Summary of the analysis of variance for dry mass of the leaves (DML), dry mass of the stem (DMS), dry mass of the root (DMR), total dry mass (TDM, and ratio between dry mass of the shoot (DMSH) and dry mass of the root (DMR) of *Pouteria caimito* seedlings at 390 days after sowing at different shading levels

SV	DF	Mean Square				
		DML (g)	DMS (g)	DMR (g)	TDM (g)	DMSH / DMR
Treatments	3	101.35**	51.60**	43.50**	561.99**	0.34*
Residue	12	5.51	3.11	3.29	29.36	0.08
CV (%)		19.83	26.04	17.52	28.96	15.84
Mean		11.84	6.78	10.35	28.96	1.74

SV: source of variation; DF: degrees of freedom; CV: coefficient of variation; ** and *: significant at 1% and 5% probability, respectively, by the F test

P. caimito seedlings presented the highest dry mass accumulation for leaves, stem, root, and total dry mass under 50% shading (Table 5). Similar to our results, *Simarouba amara* was also significantly affected by different shading treatments (30, 50, and 70%), presenting higher quality and balanced growth at 50% shading (AZEVEDO et al., 2010). Results such as these indicate that during the initial growth of the species, shading may favor the production of higher quality seedlings (CHAVES & PAIVA, 2004).

Table 5. Dry mass of the leaves (DML), dry mass of the stem (DMS), dry mass of the root (DMR), total dry mass (TDM, and ratio between dry mass of the shoot (DMSH) and dry mass of the root (DMR) of *Pouteria caimito* seedlings at 390 days after sowing at different shading levels

Shading	Dry mass (g)				
	DML (g)	DMS (g)	DMR (g)	TDM (g)	DMSH / DMR
Full sunlight	10.43 b	5.39 b	9.71 b	25.52 b	1.64 ab
30%	8.05 b	4.56 b	8.83 b	21.44 b	1.40 b
50%	19.24 a	12.15 a	15.15 a	46.55 a	2.08 a
70%	9.64 b	4.97 b	7.74 b	22.35 b	1.87 b

Means followed by the same lower-case letter in the column do not differ from each other by the Tukey test at 1% and 5% probability levels

For the ratio between shoot and root dry mass, seedlings grown under 50% shading were superior to those under 30 and 70% shading but did not differ from the full sunlight treatment (Table 5). Although the 50% and full sunlight treatments provided the highest DMSH/DMR, it is noteworthy that *P. caimito* seedlings under 50% shading made the largest investment in dry mass accumulation in the root system (Table 5), increasing the chances of survival in the field.

Enhanced development and accumulation of dry mass in the root system favor adaptation, growth, and development under field conditions (Campos & Uchida, 2002). Moreover, this higher dry mass accumulation in *P. caimito* plants cultivated under 50% shading (Table 5) is indicative of phenotypic plasticity at different light levels.

Finally, the results of this research show unprecedented silvicultural technical aspects for the production of *P. caimito* seedlings that can be destined for the establishment of orchards or for use in forest restoration programs. Seedling production with better growth performance and biomass distribution can guarantee the cost reduction with possible replanting in the field.

4. Conclusion

The environment with black shade cover equivalent to 50% shading provides higher growth and biomass accumulation, and well as better dry-mass partitioning between shoot and root in *P. caimito* plants. Thus, we recommend this level of shading (i.e., 50%) in the production of *P. caimito* seedlings in nursery.

Acknowledgment

To FAPESPA (Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas) for the financial support and to the collaborators of the Forest Seeds Laboratory of Embrapa Eastern Amazon for their support in carrying out the study.

References

AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, v.58, n.6, p.729-734, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000600008>.

ALBUQUERQUE, T. C. S.; EVANGELISTA, T. C.; ALBUQUERQUE-NETO, A. A. R. Níveis de sombreamento no crescimento de mudas de castanheira do Brasil. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.9, n.4, p.440-445, 2015. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i4.3025>.

ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.62-68, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000100010>.

AZEVEDO, G. T. O. S.; NOVAES, A. B.; AZEVEDO, G. B.; SILVA, H. F. Desenvolvimento de mudas de nim indiano sob diferentes níveis de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, vol.22, n.2, p.249-255, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.091414>.

AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R.M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazonica**, v.40, n.1, p.157-164, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672010000100020>.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A.; NECHET, D.; SÁ, T. D. de A. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 128). <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/389773/1/OrientalDoc128.pdf>. 13 Ago. 2019.

BONAMIGO, T.; SCALON, S. P. Q.; PEREIRA, Z. V. Substratos e níveis de luminosidade no crescimento inicial de mudas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K. Schum. (Rubiaceae). **Ciência Florestal**, v.26, n.2, p.501-511, 2016. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509822750>.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.281-288, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000300008>.

CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. D. S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v.30, n.3, p.351-357, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000300005>.

CASTRO-HENRIQUE, P.; ALVES, J. D.; DEUNER, S.; GOULART, P. D. F. P.; LIVRAMENTO, D. E. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.5, p.458-465, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000500002>.

CHAVES, A. D. S.; PAIVA, H. D. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, n.65, p. 22-29, 2004. <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr65/cap02.pdf>. 13 Ago. 2019.

CLEMENT, C. R.; KERR, W. E.; WEBER, H.; FREITAS JR., E. de; ARKCOLL, D. B.; RANZANI, G.; PAHLEN, E. VON DER. **Ecologia e fruticultura na Amazônia**. Manaus: INPA, 1979.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O.; ROCHA, R. L. F. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta Ambiente**, v.21, n.2, p.224-233, 2014. <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2014.027>.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p.321-329, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000200015>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

FONSECA, E. P.; VALÉRIA, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p.515-523. 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000400015>.

FONSECA, M. G.; LEÃO, N. V. M.; SANTOS, F. A. M. D. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Pseudopiptadenia psilostachya* (DC.) GP Lewis & MP Lima (Leguminosae) em diferentes ambientes de luz. **Revista Árvore**, v.30, n.6, p.885-891, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000600003>.

FREITAS, G. A.; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA, M. A. B.; ANDRADE, C. A. O.; LUCENA, G. N.; SILVA, R. R. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.3, n.3, p.5-12, 2012. <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/287>. 20 Ago. 2019.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. P. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. (Caderno Didático, 72). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 116p. 2004.

GOMES, R. P. **Fruticultura Brasileira**. São Paulo: Nobel, 1972. 80 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. v.2, 2.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 13p.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 1: técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biribá, carambola, cereja-do-rio-grande, jabuticaba**. Porto Alegre, Cinco Continentes, 2000. 333p.

MARENCO, R. A.; LOPES N. F. 2009. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas, nutrição mineral**, 3 ed., 486p. Viçosa: UFV.

OLIVEIRA, E. F. **Influência de diferentes níveis de sombreamento e aclimação no estabelecimento pós-plantio de mudas de Tenta Vermelho (*Adenantha pavonina* L.) em áreas alteradas**.

67f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013. <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/4520>. 20 Ago. 2019.

PINTO, P. M. **Pós-colheita de abiu, bacupari e camu-camu, nativos da Região Amazônica, cultivados no Estado de São Paulo**. 2013. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013. <http://dx.doi.org/10.11606/T.11.2013.tde-03052013-170158>.

QUEIROZ, S. É. E., FIRMINO, T. O. Efeito do sombreamento na germinação e desenvolvimento de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Biociências**, v.20, n.1, 2014. <http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/1837>. 20 Ago. 2019.

ALVES-ARAÚJO, A.; FARIA, A. D.; RIBEIRO, J. E. L. S.; MONTEIRO, M. H. **Pouteria in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB14499>. 21 Ago. 2019.

REVILLA, J. **Plantas úteis da Bacia Amazônica**. Manaus: INPA, v.2. 2002.

Salles, J. S.; Lima, A. H. F.; COSTA, E. Mudanças de jambolão sob níveis de sombreamento, bancadas refletoras e profundidade de semeadura. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.4, n.5, p.110-118, 2017. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i5.2181>.

SCALON, S. D. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p.753-758, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000600001>.

SCHMIDT, D.; CARON, B. O.; PILAU, J.; NARDINO, M.; ELLI, E. F. Morfoanatomia foliar de azevém no sub-bosque de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais. **Revista Ceres**, v.64, n.4, p.368-375, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201764040005>.

SILVA, M. S. C.; SILVA, E. M. R.; PEREIRA, M. G.; SILVA, C. F. Estoque de Serapilheira e Atividade Microbiana em Solo sob Sistemas Agroflorestais. **Floresta e Ambiente**, v.19, n.4, p.431-441, 2012. <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2012.058>.

SILVA, R. R.; FREITAS, G. A.; SIEBENEICHLER, S. C.; MATA, J. F.; Chagas J.R. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazonica**, v.37, n.3, p.365-370, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000300007>.

SOUZA, G. L. F. M.; RIBEIRO, M. C. C.; CARDOSO, E. A.; PIRES, G. S.; SOUZA, P. A. Efeito da época de poda do sistema radicular no crescimento de mudas de algarobeira. **Caatinga**, v.19, n.3, p.250-254, 2006. <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/80/48>. 20 Ago. 2019.

CAPÍTULO 6

DINÂMICA POPULACIONAL DE *PSEUDOAZYA PUSILLA* (WEISE, 1922) (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) EM PLANTIOS COMERCIAIS DE COQUEIRO EM SANTA IZABEL DO PARÁ – PA

*Lizandra Maria Maciel Siqueira*¹, *Rafhael Gomes de Souza*², *Adaiane Catarina Marcondes Jacobina*³, *Lucas Faro Bastos*⁴, *Telma Fátima Vieira Batista*⁵

¹ Mestranda em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR).
E-mail: lizzsiqueira26@gmail.com

² Mestrando em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR).
E-mail: fahhsouza26@gmail.com

³ Doutorando em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR).
E-mail: adaianejacobina@gmail.com

⁴ Mestre em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).
E-mail: lucas.fbufra@gmail.com

⁵ Dra Profa. da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: telmabatista@coelho@yahoo.com.br

Resumo

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma planta de clima tropical, cultivado em mais de 90 países, com grande importância na socioeconomia do mundo devido à diversidade do uso oferecendo infinitas possibilidades no mercado nacional e mundial. Em áreas extensas de plantio é registrado inúmeras espécies de artrópodes associadas ao coqueiro, ainda desconhecidas em relação ao seu comportamento, potencial de predação, danos e provável origem de introdução. Em função disso, este trabalho teve como objetivos determinar a flutuação populacional de *Pseudoazya pusilla*, análise da flutuação desta espécie no período de um ano, frequência e correlação populacional dos fatores climáticos da região de estudo estabelecendo a época de maior densidade para o aprimoramento de programas de manejo integrado de pragas. Coletas foram realizadas por um ano na área de plantio comercial de coqueiro

situada na Fazenda Reunidas, Santa Izabel do Pará - PA, utilizando-se 40 armadilhas do tipo painel amarelo instaladas quinzenalmente na base da copa das plantas, totalizando 24 amostras. Dados meteorológicos foram obtidos da estação meteorológica da empresa Sococo Agroindústrias da Amazônia. A espécie foi identificada em maior quantidade nos meses de janeiro/2018, julho/2018, agosto/2018 e setembro/2018; e em menor quantidade nos meses de outubro/2017 e abril/2018. Obteve-se dois picos de abundância de *P. pusilla*, janeiro e julho, porém não houve correlação significativa com fatores climáticos da região. Concluiu-se que a distribuição da espécie é mais relacionada com a disponibilidade de alimento e uma agregação de indivíduos foi observada nas áreas mais baixas da parcela estudada.

Palavras-chave: Dinâmica populacional; Controle biológico; Joaninha; *Cocos nucifera* L.

Population dynamics of *Pseudoazya Pusilla* (Weise, 1922) (Coleoptera: Coccinellidae) in commercial coconut plantations in Santa Izabel Do Pará – PA

Abstract

Coconut palm (*Cocos nucifera* L.) is a plant with a tropical climate, cultivated in more than 90 countries, with great importance in the world's socio-economic due to the diversity of its use, offering infinity of possibilities in the national and world market. In extensive areas of plantation, numerous species of arthropods associated with coconut trees are recorded, still unknown in relation to their behavior, predation potential, damage and probable origin of introduction. Because of this, this work aimed to determine the population fluctuation of *Pseudoazya pusilla*, analysis of the fluctuation of this species in a period of one year, frequency and population correlation of climatic factors in the study region, establishing the time of the greatest density for the improvement of integrated pest management programs. Collections were carried out for one year in the commercial coconut plantation area located at Fazenda Reunidas, Santa Izabel do Pará - PA, using 40 yellow panel

traps were installed every fortnight at the base of the canopy of the plants, totaling 24 samples. Meteorological data were obtained from the meteorological station of the company Sococo Agroindustrias da Amazônia. The species was identified in greater quantity in the months of January/2018, July/2018, August/2018 and September/2018; and to a lesser extent in the months of October/2017 and April/2018. Two peaks of abundance of *P. pusilla* were obtained, January and July, but there was no significant correlation with climatic factors in the region. Completed-it appears that the distribution of the species is more related to food availability, and an aggregation of individuals was observed in the lower areas of the studied plot.

Keywords: Population dynamics; Biological control; Ladybug; *Cocos nucifera* L.

1. Introdução

A cocoicultura é tipicamente de clima tropical e desenvolve-se principalmente ao longo do litoral brasileiro, encontrada em áreas desde o estado do Pará até o Espírito Santo. Possui uma grande importância socioeconômica nas regiões intertropicais, devido a várias aplicações desde a agroindústria até ao artesanato (FONTENELE, 2005; BENASSI, 2013). De acordo com Bitencourt e Pedroti (2008), a variedade mais utilizada comercialmente no Brasil é a variedade anão verde, com alta qualidade sensorial.

Na Amazônia, as condições climáticas são ideais para cultivo de coqueiros e assim favorecendo o surgimento de insetos-praga, de preferência em ecossistemas alterados como monocultivos. Por isso, é necessário o monitoramento de ecossistemas como esta, para redução excessiva de produtos químicos no controle de pragas, evitando problemas de redução populacional de insetos benéficos, como polinizadores, predadores e parasitoides (LEMOS, 2009; MONTEIRO & GARLET, 2016).

Neste caso, temos besouros coccinelídeos popularmente conhecidos como joaninhas, para a região Neotropical em torno de 2.000 espécies destas 745 no Brasil (ALMEIDA et al., 2021). *Pseu-*

doazyia pusilla (Weise, 1922) é uma espécie coccidófaga da família Coccinellidae, constituída por insetos pequenos (0,8 a 10 mm de comprimento), ovais, convexos e de cores vivas, considerados como agentes de controle biológico em muitas culturas de importância econômica. A maioria das joaninhas são predadoras, com exceção de duas espécies fitófagas do gênero *Epilachna* (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2015).

Os coccinelídeos são holometábolos, ou seja, possuem metamorfose completa e passam pelos seguintes estágios: ovo, larva, pupa e adulto (RAFAEL et al., 2012). Passam por quatro instares larvais e possuem um ciclo de vida de 30 a 90 dias dependendo da temperatura do ambiente (SOARES et al. 2004). Segundo Hodek e Honek (1996), em comum com os outros insetos, a velocidade de desenvolvimento dos coccinelídeos depende da temperatura ambiente, a qual aumenta mediante o aumento da temperatura na faixa favorável de reprodução dos insetos. Além disso, a temperatura também influencia no peso do adulto, de forma que larvas criadas em temperaturas mais altas se tornam adultos menores estando dependentes da quantidade e qualidade do alimento para seu desenvolvimento (KAWAUCHI, 1979).

A família Coccinellidae Latreille, 1807 apresenta diversos comportamentos alimentares, desde hábitos herbívoros a carnívoros primários (SUTHERLAND & PARRELLA, 2009; RAFAEL et al., 2012). Dentre aqueles que se alimentam de outros animais, chamados predadores, as joaninhas têm preferência alimentar aos espécimes da ordem Hemiptera, como afídeos, cochonilhas, moscas-brancas e psilídeos. Todavia, existem alguns registros de coccinelídeos predando formigas (Ordem: Hymenoptera), ou ainda ácaros, principalmente da tribo Stegborini (BIDDINGER et al. 2009).

Os coccinelídeos são encontrados em todos os tipos de ecossistemas terrestres, sejam em tundras, cerrados, florestas, planícies ou montanhas (MAGALHÃES et al., 2015). Mais especificamente para a espécie *P. pusilla*, Gordon (1980) evidenciou que indivíduos da tribo Azyini são bastante encontrados em plantios de coqueiro (*Cocos nucifera* L.).

Diante da importância dos coccinelídeos nos ambientes em que são encontrados e das pesquisas realizadas sobre sua ecologia, taxono-

mia e sistemática, é essencial que se realize estudos de levantamento e identificação destes insetos, sobretudo no estado do Pará, onde esses animais são ainda pouco conhecidos e utilizados em programas de controle biológico.

2. Metodologia

2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na área de plantio convencional de coqueiro Anão Verde do Brasil na Fazenda Reunidas, pertencente à empresa Sococo S/A – Agroindústria da Amazônia no município de Santa Izabel do Pará, Pará, que está situada 30 m de altitude ($01^{\circ} 13' 40,16''$ Sul; $48^{\circ} 02' 54,35''$ Oeste). O clima da região, segundo Köppen-Geiger é do tipo Afi, com precipitação média anual de 3.000 mm, temperatura média anual de $26,7^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa média aproximada de 80% (SEMA, 2017). O solo da região consiste, em sua maioria, de Argissolo Amarelo Distrófico de textura arenosa média. A vegetação predominante na área é secundária do tipo capoeira, devido às contínuas derrubadas de vegetação para o uso agropecuário (SANTOS et al., 2001).

O ecossistema utilizado para a pesquisa faz parte de um grande cultivo composto por plantas de coqueiro da variedade anão verde do Brasil, apresentando uma área de plantio de ± 2.100 ha, distribuídos em 320 parcelas com espaçamento em triângulo equilátero de 7,5m x 7,5m x 7,5m. No local é utilizada a espécie *Pueraria phaeseoloides* (Roxb.), que foi inserida para a cobertura do solo nas entrelinhas do plantio, com o intuito de gerar um maior índice de nutrientes através da ciclagem.

A escolha da área ocorreu através de um levantamento preliminar da entomofauna aérea em 8 parcelas das áreas de plantio da Fazenda Reunidas, em um trabalho de dissertação (BASTOS, 2019). Nesta área verificou-se alta incidência da cigarrinha *Haplaxius crudus* próximo de um açude, ao qual seus ovos fazem parte da lista de alimentos para coccinelídeos (HARTERREITEN-SOUZA et al., 2011).

A parcela definida é denominada de “J-152” com 19,21 hectares com plantas em torno de 7 anos, quase totalmente rodeada por parcelas de plantios de coqueiro, adjacente a um açude e a pequenas áreas de pastagens compostas por *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweik.

2.2. Flutuação populacional

O monitoramento quinzenal da joaninha foi efetuado entre outubro de 2017 a setembro de 2018 com o uso de armadilhas amarelas adesivas (ISCA®) nas dimensões de 23 x 28 cm, instaladas na base das copas dos coqueiros (1,50 m do solo) e distribuídas em uma malha de 60 x 78 m para uma melhor representatividade.

Utilizaram-se 40 armadilhas, trocadas a cada 15 dias, para que não fossem danificadas pelos fatores climáticos da região, atingindo um total de 80 armadilhas/mês. Portanto, somaram-se os espécimes de *P. pusilla* para totalizar um único número de coleta/mês. Posteriormente às coletas, as armadilhas foram colocadas em sacos plásticos transparentes e acomodadas em câmara fria no Laboratório de Entomologia Aplicada – Universidade Federal Rural da Amazônia.

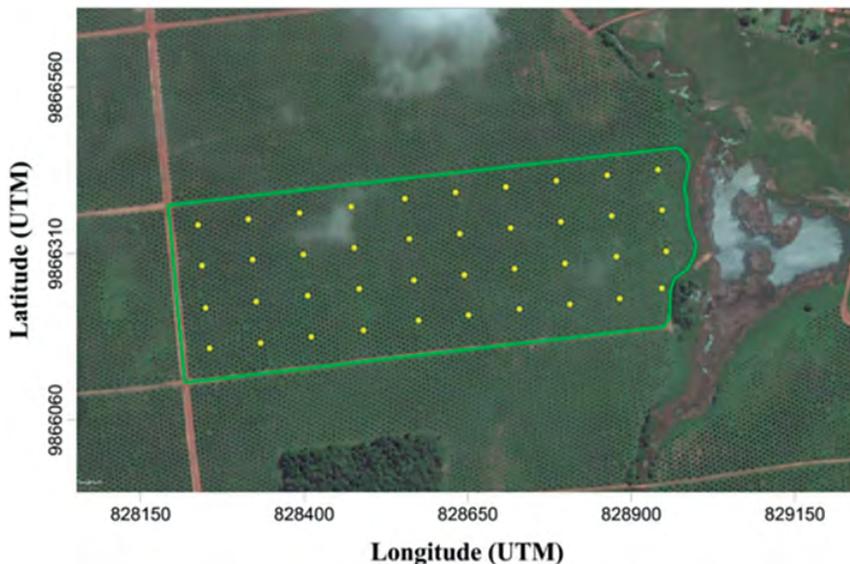
Foram coletados os dados meteorológicos de todo o período de estudo junto à estação meteorológica da empresa Sococo – Agroindústrias da Amazônia, que fica situada na própria fazenda. Os dados coletados foram: temperatura (°C), umidade (%), velocidade do vento (m/s), radiação solar (W/m²) e precipitação pluviométrica (mm).

De forma manual, através de potes plásticos e com o auxílio de uma rede entomológica, os coccinelídeos foram capturados, selecionados e enviados para identificação taxonômica a uma especialista experiente.

2.3. Georreferenciamento da parcela de estudo

As plantas foram georreferenciadas com o auxílio de um GPS (Garmin, modelo Montana 680) e as coordenadas foram transformadas para UTM (*Universal Transversa de Marcator*) georreferenciando as 40 armadilhas instaladas no plantio. Posteriormente utilizando o *software* ArcGis, foi elaborado mapa demonstrando a instalação de cada ponto onde foram instaladas as armadilhas (Figura 1).

Figura 1. Disposição das armadilhas adesivas amarelas para flutuação populacional.



Fonte: Bastos, 2019.

2.4. Análise estatística

A partir dos dados de populacionais levantados no experimento em campo, os fatores que afetaram a dinâmica populacional de *P. pusilla* foram analisados através de análise de correlação de Pearson com 5% de probabilidade de erro, realizado no programa Excel 2016 e software Studio R 7.6. Os fatores meteorológicos coletados durante todo o período de pesquisa também foram tabulados no Excel.

3. Resultados e Discussão

3.1. Condições climáticas

Durante a pesquisa, observou-se a maior temperatura média no mês de novembro, maior umidade relativa no mês de abril, maior índice de radiação no mês de setembro, maior precipitação de chuvas em março e maior velocidade do vento em novembro. As chuvas foram bem distribuídas durante o ano, exceto outubro e novembro de 2017

que os valores foram baixos. A temperatura média oscilou entre 25 a 28 °C (Tabela 1).

Tabela 1. Dados de Temperatura Média (°C), Precipitação (mm) e Umidade Relativa (%), Velocidade do Vento (m/s) e Radiação Solar (W/m²).

Período de coleta	Temperatura Média (°C)	Precipitação (mm)	Umidade relativa (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Radiação Solar (W/m ²)
Out/2017	27,55	25,4	74,15	1,96	704,62
Nov/2017	27,92	8	69,98	2,03	734,66
Dez/2017	27,02	74,2	76,95	0,78	707,48
Jan/2018	25,75	193	82,98	0,11	589,9
Fev/2018	25,38	199,8	85,79	0,08	574,39
Mar/2018	26,04	324,4	84,43	0,23	667,93
Abr/2018	25,37	166,2	86,31	0,09	676,17
Mai/2018	25,5	256,6	71,88	0,05	651,8
Jun/2018	26,72	116,8	78,45	0,08	831,08
Jul/2018	26,54	180	78,6	0,05	751,34
Ago/2018	26,39	138,6	78,58	0,08	843,15
Set/2018	27,04	136	52,32	0,22	847,06

Fonte: Autores, 2021.

3.2. Dinâmica populacional de *P. pusilla*

Entre outubro de 2017 a setembro de 2018 foram coletados 12.679 indivíduos de *P. pusilla*. Durante este período, foi identificada em maior abundância nos meses de janeiro/ 2018 (14,24%), julho/ 2018 (11,16%), agosto/ 2018 (11,36%) e setembro/ 2018 (11,66%); e em menor abundância nos meses de outubro/2017 (4%) e abril/ 2018 (2%) demonstradas na Tabela 2. Em geral, os altos índices populacionais de coccinelídeos no decorrer do período de levantamento, foram relacionados com as famílias de insetos aéreos encontradas por Bastos (2019).

Tabela 2. Relação entre o número de espécimes coletados e os meses de coletas.

Mês	Espécimes	%
Outubro	552	4,35%
Novembro	772	6,09%
Dezembro	1.133	8,94%
Janeiro	1805	14,24%
Fevereiro	1.079	8,51%
Março	804	6,34%
Abril	286	2,26%
Maiο	984	7,76%
Junho	930	7,33%
Julho	1.415	11,16%
Agosto	1.440	11,36%
Setembro	1.479	11,66%
Total	12.679	100%

Fonte: Autores, 2021.

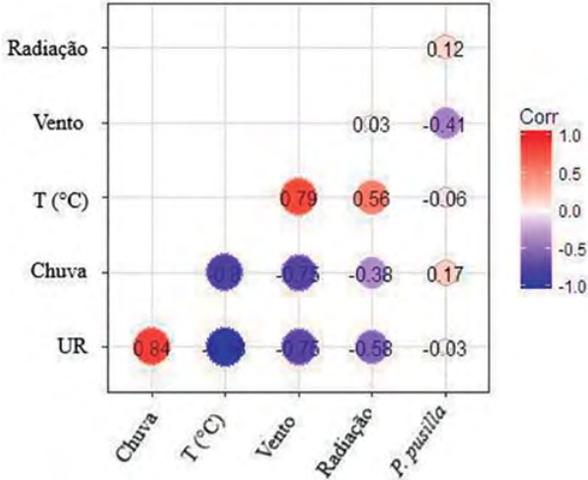
Percebe-se dois picos de abundância de adultos de *P. pusilla*. O primeiro pico de abundância aconteceu em Janeiro/2018, quando foram capturados 1.805 adultos da joaninha e o segundo pico de abundância ocorreu em Julho/2018, sendo capturados 1.415 adultos e permanecendo constante durante os meses de Agosto e Setembro de 2018.

Através da análise de correlação de Pearson verifica-se que a abundância dos indivíduos está pouco relacionada com os fatores climáticos da região. A análise mais próxima do coeficiente de Pearson é a correlação negativa definida como $r = -0,41$, pouco significativa, entre o número de espécimes coletados e a velocidade do vento registrada para todo o ano de estudo, portanto sendo inversamente proporcionais.

Já para uma correlação positiva, o número de indivíduos de *P. pusilla*, tem-se $r = 0,17$ para a precipitação conforme correlograma (Fi-

gura 2). Deste modo, não apresentando correlações significativas com as variáveis climáticas como evidenciado por Moura (2007).

Figura 2. Correlograma entre fatores climáticos e população de *Pseudoazyza pusilla*.

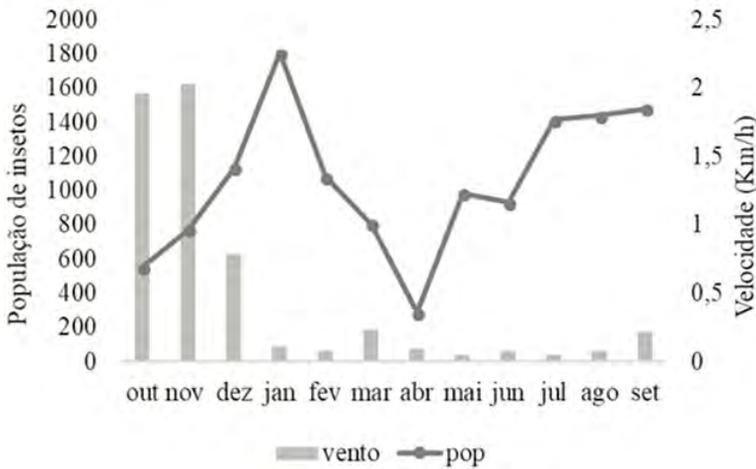


Fonte: Autores, 2021.

De acordo com Martins et al. (2009) as condições climáticas pouco fazem efeito sobre as densidades populacionais desses indivíduos, e que além dos fatores climáticos, pode-se estar associando aos fatores ambientais da região, como cobertura do solo e a existência de corpos hídricos na área, já que mantém o local com umidade maior e temperatura mais amena, não interferindo na biologia e ecologia dos besouros predadores aqui estudados.

A velocidade do vento média mais baixa registrada para o período foi de 0,05 m/s nos meses de maio e julho (Figura 3). Nestes meses observou-se a maior população de coccinelídeos, assim vale para o mês de janeiro que apresentou o maior pico populacional da espécie. De acordo com Gallo et al. (2002), o vento exerce forte influência na disseminação de insetos a grandes distâncias, arrastando não só ovos, como também larvas e adultos de muitas espécies aladas ou não (cotonilhas). Em vista disso, pode-se afirmar que uma maior velocidade do vento possa transportar tanto os indivíduos de *P. pusilla*, quanto suas presas da família Diaspididae.

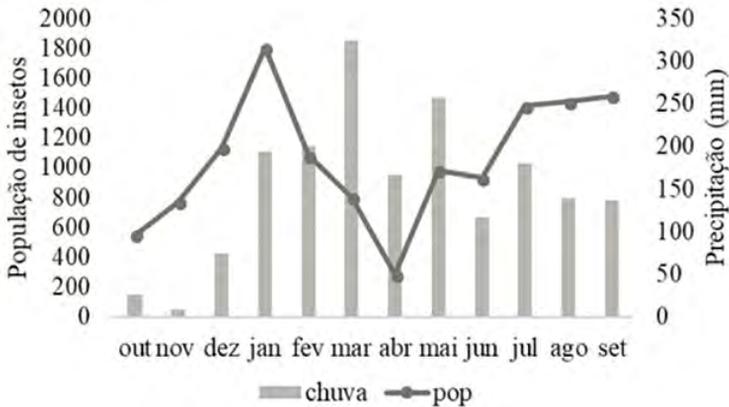
Figura 3. Relação do nível de densidade populacional de com velocidade do vento (m/s).



Fonte: Autores, 2021.

Em relação à precipitação, que obteve a maior correlação positiva, constatou-se uma queda na população no mês de abril com o índice de precipitação (Figura 4). Porém, houve o declínio da população no mês de fevereiro e uma constância do nível de precipitação, indicando baixa correlação obtida nas análises acima, encontramos essa interpretação também nos meses de outubro e novembro de 2017.

Figura 4. Relação do nível de densidade populacional de com precipitação (mm).

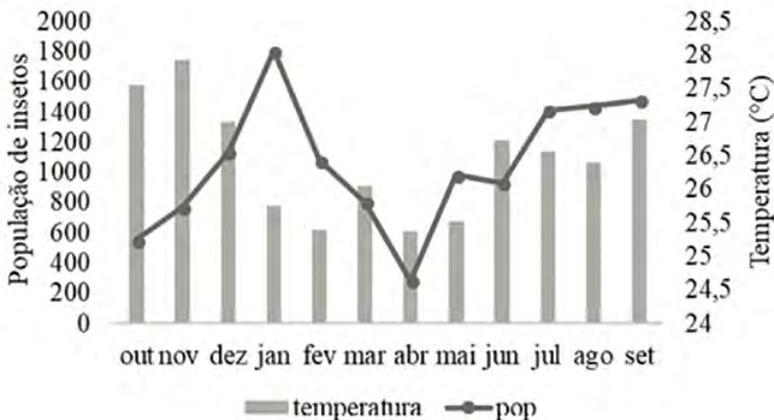


Fonte: Autores, 2021.

Como a chuva atua de forma mecânica sobre os insetos, a maioria tende a se proteger durante um temporal. De acordo com Murari (2005), insetos pequenos dificilmente conseguem se proteger de chuvas, causando diminuição na população. Conseqüentemente, uma grande carga d'água sobre um coccinelídeo pode interromper seus hábitos, diminuindo seu ritmo de voo e impedindo a dispersão para outras áreas. Contudo, a precipitação regula a umidade relativa do ar, havendo uma correlação entre esses fatores.

No que diz respeito a temperatura, não ocorreu uma correlação com o número de insetos (Figura 5). Isto pode ser explicado pela baixa oscilação da temperatura para o estado do Pará, mantendo-se constante durante o ano todo. Além disso, Harterreiten-Souza et al. (2011) citam que temperaturas que ficam em torno de 25 °C são ótimas para o desenvolvimento e atividade de insetos. Iperti (1999) inclui que não são apenas mudanças climáticas que influenciam na biologia e ecologia dos coccinelídeos, mas também surtos de presas, portanto, a abundância desses indivíduos possui maior influência que as condições climáticas.

Figura 5. Relação do nível de densidade populacional de com temperatura (°C).



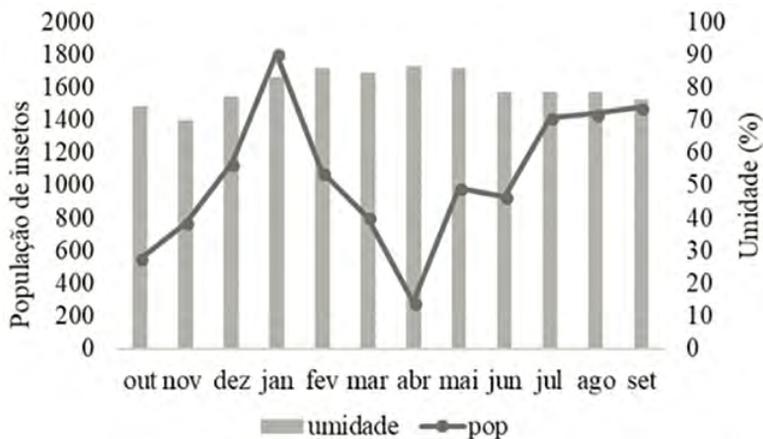
Fonte: Autores, 2021.

As altas temperaturas tendem a induzir maior movimentação em coccinelídeos e aumento na alimentação, portanto dependendo do momento da amostragem, a presença de indivíduos na área poderia ser

uma grande migração de outras parcelas de plantio para uma maior busca de alimentos, já que também as fêmeas ovipositam em locais diferentes de seu hábito alimentar para não ocasionar a competição com seus descendentes (CHAVES, 1991).

Quanto à umidade relativa (Figura 6), observou-se uma estabilidade, todavia, a população de insetos de *P. pusilla* não se correlaciona com este fator climático, podendo ser interferência apenas para o desenvolvimento de indivíduos da família Diaspididae, já que muitos autores mencionam que temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar é associada com os principais controladores de populações de cochonilhas (LOAYZA et al., 2003).

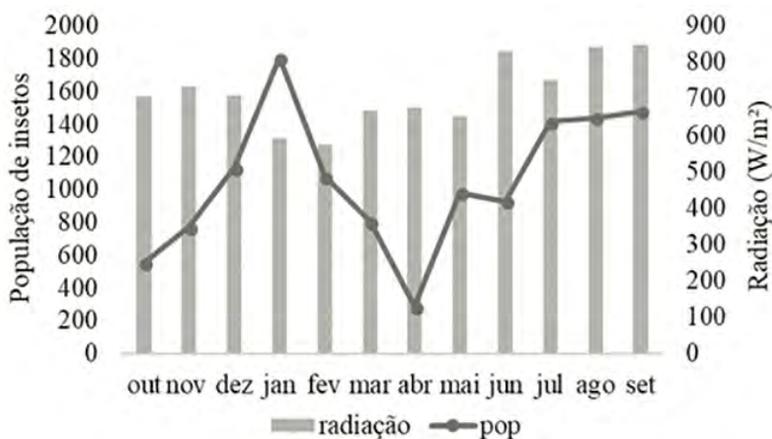
Figura 6. Relação do nível de densidade populacional de com umidade (%).



Fonte: Autores, 2021.

A radiação durante o período de pesquisa indicou baixos índices de oscilação, e com isso a população de indivíduos de *P. pusilla* não manifestou uma correlação com este fator climático (Figura 7). Portanto, pode-se correlacionar as populações de *P. pusilla* com possíveis migrações na parcela J-152 para a busca de alimento conforme o seu nível de agregação nas armadilhas demonstradas. Principalmente pelo fato de que cigarrinhas de *H. crudus* presentes no levantamento de Bastos (2019), na mesma área de estudo, agregam-se em pequenos focos de *B. humidicola* presentes na parcela.

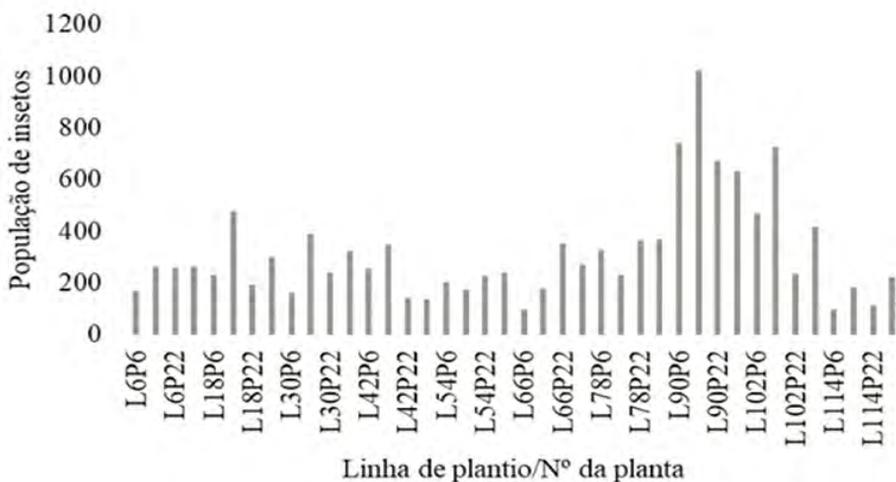
Figura 7. Relação do nível de densidade populacional de com radiação (W/m²).



Fonte: Autores, 2021.

Também foi possível observar um número grande de joaninhas na parcela de plantio, ocasionando uma maior população entre as linhas de plantio 90 a 114, as quais localizavam-se mais próximas do açude (Figura 8). Nas visitas à parcela, era observável a maior ocorrência da espécie nas áreas mais baixas, principalmente em gramíneas.

Figura 8. Nível de agregação de indivíduos de *Pseudaosza pusilla*.



Fonte: Autores, 2021.

Fora os fatores climáticos, os coccinelídeos são dependentes da qualidade e quantidade do alimento (DIXON, 2001). Em estudos envolvendo o levantamento de coccinelídeos e suas presas, é possível verificar a íntima relação com a flutuação populacional das joaninhas e de suas presas. E como as presas de *P. pusilla* não ocorrem nas armadilhas amarelas adesivas, foi irrealizável a correlação entre a flutuação populacional de joaninhas e indivíduos da família de Diaspididae.

Foi constatado por Bastos (2019), através do levantamento planialtimétrico, um padrão comportamental de *H. crudus* por áreas de menor altitude, como a parcela J-152, onde o acúmulo de umidade desencadeou um ambiente propício não só para as cigarrinhas, como também para insetos em geral em conformidade com o padrão comportamental de insetos coccinelídeos agregados ao final da parcela.

De acordo com Costa Lima (1953), as larvas dos coccinelídeos são frequentemente parasitadas por microimenópteros da superfamília Chalcidoidea. E Bastos (2019), em seu estudo de levantamento populacional de famílias de insetos aéreos na parcela J-152, identificou 6 famílias de Chalcidoidea das 19 existentes, conseguindo interferir da mesma forma que os fatores climáticos e quantidade das presas nas populações de coccinelídeos presentes no plantio.

4. Conclusão

As maiores densidades populacionais de adultos de *P. pusilla* ocorrem nos meses de janeiro, julho, agosto e setembro de 2018, não apresentando correlação significativa com os índices de precipitação (mm), entretanto, as maiores densidades populacionais de adultos de *P. pusilla* ocorrem nos meses de janeiro, julho, agosto e setembro.

É necessário estabelecer estratégias de controle baseadas na conservação do ciclo de vida dos inimigos naturais, principalmente do coccinelídeo *P. pusilla*, com base nos conceitos de controle biológico e Manejo Integrado de Pragas, de modo a se manter um equilíbrio com as densidades populacionais que possam melhorar o agroecossistema da cocoicultura paraense.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Dr^a. Lúcia Massutti de Almeida, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pela identificação dos espécimes e incentivo ao longo desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA L. M., SANTOS P. B., CASTRO-GUEDES C. F. **Coccinellidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. 2020. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/121379>>. Acesso em: 05 Set. 2021.

BENASSI, A. C. **O cultivo do coqueiro-anão-verde: tecnologias de produção** / Antonio Carlos Benassi; César José Fanton; Enilton Nascimento de Santana. - Vitória, ES: Incaper, 2013. 120 p. il. (Incaper. Documentos, 227).

BASTOS, L. F. **Famílias de insetos aéreos e dinâmica espaço-temporal de Haplaxius crudus (Van Duzee), 1907 (Hemiptera: Cixiidae) associados a plantios comerciais de coqueiro no município de Santa Isabel do Pará- PA**. 2019. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/683>. Acesso em: 20 out. 2019.

BIDDINGER, D. J.; WEBER, D. C.; HULL, L. A. Coccinellidae as predators of mites: Stethorini in biological control. **Biological Control**. v. 51, n. 2, p. 268-283, 2009.

BITENCOURT, D. V; PEDROTI, A. Usos da casca de coco: estudo das viabilidades de implantação de usina de beneficiamento de fibra de coco em Sergipe. **Revista da Fapese**. v. 4, n. 2 p. 113-122, 2008.

CHAVES, L. E. L. **Levantamento e identificação de Coccinellidae (Coleoptera) em frutíferas na região de Jundiá, SP**. 1991. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Área de Concentração: Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1991.

COSTA LIMA, A. **Coleópteros: 2ª parte**. In: COSTA LIMA, A. *Insetos do Brasil*. 1. ed. Escola Nacional de Agronomia, v. 10, cap. 29, p. 283-303, 1953.

DIXON, A. F. G. *Insect Predator-Prey Dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control*. **Ecology**. v. 82, n. 3, p. 905-906, 2001.

FONTENELE, R. E. S. *Cultura do coco no Brasil: Caracterização do mercado atual e perspectivas futuras*. In: XLIII Congresso da Sober, 2005, Ribeirão Preto. **Anais** [...]. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005. p. 1-20. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266881342>. Acesso em: 10 out. 2019.

GALLO, D.; NAKANO, O; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 920 p. 2002.

GORDON, R. D. The tribe Azyini (Coleoptera: Coccinellidae): historical review and taxonomic revision. **Transactions of the American Entomological Society**, v. 106, n. 2, p. 149-203, 1980.

HARTERREITEN-SOUZA, E. S.; PIRES, C. S. S.; CARNEIRO, R. G.; SUJII, E. R. **Predadores e parasitoides: aliados do produtor rural no processo de transição agroecológica**. 1 ed. Brasília, DF: Emater, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 92 p. 2011.

HODEK, I.; V. E.; H. F.; HONEK, A. **Ecology and Behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae)**. 1. ed. Sussex Ocidental: Blackwell Publishing, 604 p. 2012.

IPERTI, G. Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 323-342, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00041-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00041-9). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880999000419?via%3Dihub>. Acesso em: 9 out. 2019.

KAWAUCHI, S., Effects of temperatures on the aphidophagus Coccinellids. **Kurume University Journal**. v. 28, p. 47-52, 1979.

LEMOS, W. P. **Controle integrado de pragas em fruteiras amazônicas**. Fortaleza: Instituto Frutal. 107 p. 2009.

LOAYZA, R. M.; PARRA, J. R. P.; VENDRAMIM, J. D. Biologia comparada de *Selenaspidus articulatus* (Morgan) (Hemiptera: Diaspididae) em cultivares de *Citrus sinensis* e em *Citrullus silvestris*. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 493-496, Jul/Set 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000300018> Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ne/v32n3/18766.pdf>. Acesso em: 17 out. 2019.

MAGALHÃES, C. R. I.; OLIVEIRA, C. R. F.; OLIVEIRA, C. H. C. M.; NASCIMENTO, A. R. L. Biodiversidade de coleópteros predadores em áreas de caatinga (Fazenda Saco, Serra Talhada - PE). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 11, N. 21, p. 2068-2079, 2015.

MARTINS, C. B. C. ***Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): flutuação populacional, relações tritróficas em Curitiba, PR e evidências moleculares sobre sua origem no Brasil**. Curitiba, 2008. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Área de concentração em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MONTEIRO, M.; GARLET, J. **Principais coleobrocas de espécies florestais no Brasil: Uma revisão bibliográfica**. Revista Espacios, v. 37, n. 25, p. 5, 2016

MOURA, J. I. L.; LEITE, J. B. V. **Coco**. Jornal CEPLAC Notícias. Brasília, DF. 2001. Disponível em: www.ceplac.gov.br. Acesso em: 12 out. 2019.

MURARI, A. B. **Levantamento populacional de Scolytidae (Coleoptera) em povoamento de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8618/AUGUSTO%20MURARI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 out. 2019.

RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.A.; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Holos, Ribeirão Preto. 2012.

SANTOS, P. L.; VALENTE, M. A.; RODRIGUES, T. E.; SILVA, J. M. L.; REGO, R. S. Caracterização e avaliação da potencialidade dos solos do município de Santa Izabel do Pará - Estado do Pará. **Documentos Embrapa Amazônia Oriental**, Belém, v. 100, p. 19, 2001.

SEMA. **Classificação climática do Pará Método de Köppen**. 2017. Disponível em: sema.pa.gov.br/download/classificacao_climatica_do_para.doc. Acesso em: 16 out. 2019.

SOARES, A. O.; SERPA, A. Dietary self-selection behaviour by the adult of the aphidophagous ladybeetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae). **Journal of Animal Ecology**. v. 73, n. 3, p. 478-486, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0021-8790.2004.00822.x>.

SUTHERLAND, A. M.; PARRELLA, M. P. Mycophagy in Coccinellidae: review and synthesis. **Biological Control**, v. 51, N. 2, p. 284-293, 2009.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 761 p. 2015.

CAPÍTULO 7

ANIBA ROSEODORA DUCKE, ASPECTOS GERAIS E MANEJO

*Edyrlli Naele Barbosa Pimentel¹, Manoel Tavares de Paula²,
Liuzeli Abreu Caripuna³*

¹ Doutoranda em ciências ambientais. Universidade do Estado do Pará (UEPA).
E-mail: edyrllipimentel@gmail.com

² Doutor em ciências agrárias. Universidade do Estado do Pará. E-mail: dpaulamt@hotmail.com

³ Doutoranda em ciências ambientais. Universidade do Estado do Pará (UEPA).
E-mail: liuzeliacaripuna@gmail.com

Resumo

O pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) é uma importante espécie componente da flora brasileira. A espécie é nativa da Amazônia e possui notável valor econômico devido ao óleo essencial obtido a partir da destilação de suas folhas, madeira e raízes, o linalol. O grande interesse na exploração da espécie em função do linalol resultou na sua exploração de maneira predatória, o que quase extinguiu a espécie e acarretou na sua inclusão na lista de espécies em ameaça internacional. A produção do óleo do pau-rosa nos moldes extrativistas clássicos, embora seja de um recurso natural renovável, conduz a uma atividade não sustentável pela natureza da extração, atividade que corta a planta matriz. Em contrapartida, após algum tempo difundiu-se a possibilidade de obter o óleo do pau-rosa de modo sustentável pela destilação de suas folhas, de seus galhos, madeira e raízes de modo que a essência produzida nesses moldes pode fornecer certificados de produção que agregam valor ao produto e evitam a sua exploração de forma não predatória. Nesse sentido, considerando a relevância da espécie, este estudo visa reunir informações sobre as suas características, produção e manejo e legislação vigente que possam contribuir para o conhecimento a seu respeito.

Palavras-chave: Espécies florestais. Óleos essenciais. Linalol.

Aniba roseodora Ducke, general aspects and management

Abstract

Rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) is an important component of the Brazilian flora. The species is native to the Amazon and has a remarkable economic value due to the essential oil obtained from the distillation of its leaves, wood and roots, linalool. The great interest in the exploitation of the species due to linalool resulted in its exploitation in a predatory way, which almost extinguished the species and led to its inclusion in the list of species in international threat. The production of rosewood oil in the classic extractive molds, although it is a renewable natural resource, leads to an activity that is not sustainable due to the nature of extraction, an activity that cuts through the matrix plant. On the other hand, after some time the possibility of obtaining rosewood oil in a sustainable way by distilling its leaves, branches, wood and roots became widespread so that the essence produced in these molds can provide production certificates that add value to the product and avoid its exploitation in a non-predatory way. In this sense, considering the relevance of the species, this study aims to gather information about its characteristics, production and management and current legislation that can contribute to knowledge about it.

Keywords: Forest species. Essential oils. Linalool.

Introdução

O pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) é uma importante espécie componente da flora brasileira. A espécie é nativa da Amazônia, pertence à família Lauraceae (QUINET et al., 2014) e possui notável valor econômico devido ao óleo essencial obtido a partir da destilação de suas folhas, madeira e raízes (HANDA et al. 2005).

A utilização do óleo de pau-rosa antes de 1960 teve suas origens na indústria de perfumaria esabonetes, como fixador de perfumes para marcas regionais como as Perfumarias Phebo Ltda., fundada em 1932. Em Belém do Pará, até perfumarias finas internacionais como a fabricante do Chaneln° 5 criado na década de 1920, pela estilista Gabrielle Chanel (HOMMA, 2003).

Devido a expansão do seu potencial econômico, o pau-rosa foi explorado massivamente durante décadas para extração e comercialização do seu óleo, o linalol. O linalol é um álcool mono-terpênico de cadeia aberta que se manifesta sob a forma de mistura de isômeros (KRAINOVIC, 2017). Este interesse na exploração da espécie em função do óleo de pau-rosa resultou na sua inclusão na lista de espécies em ameaça internacional de extinção (COMISSÃO EUROPEIA, 2010).

A exploração predatória, que quase extinguiu a espécie ocorre principalmente porque para a retirada do óleo da árvore pelo tronco era necessário cortá-las muito próximo ao solo, o que impossibilita que elas rebrotem (ZOGHBI, 2010). Este tipo de extrativismo predatório clássico abate todos os indivíduos, tanto plantas jovens quanto adultas em idade de reprodução, impossibilitando a regeneração natural e a recomposição das populações e através dele as populações naturais do pau-rosa foram drasticamente reduzidas e sua produção de sementes limitada (KRAINOVIC, 2017; MAY; BARATA, 2004).

Segundo Homma (2003) a produção do óleo do pau-rosa nos moldes extrativistas clássicos, embora seja de um recurso natural renovável, conduz a uma atividade não sustentável pela natureza da extração, atividade que corta a planta matriz. Além do descompasso existente entre a taxa de extração das árvores e a taxa natural de regeneração.

A partir da década de 1960 a exploração do pau-rosa entrou em processo de declínio que teve como causa alegada o descobrimento do linalol sintético. No entanto, essa queda está mais relacionada ao desaparecimento das populações naturais segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. O produto continuou sendo muito procurado e por um preço elevado no mercado, porém menos devido ao linalol e mais devido ao *bouquet* de óleos (LEITE, 1999).

Contim & Contim (2018) ressaltam que apesar da disponibilidade do linalol sintético, este *bouquet* de óleos encontrados na espécie é muito específico e não é adequadamente substituído pelo produto sintético puro na fabricação de cosméticos. O que explica a manutenção da procura e da valorização da espécie para o ramo comercial.

Mais recentemente, difundiu-se a possibilidade de obter o óleo do pau-rosa de modo sustentável pela destilação de suas folhas, de seus galhos, madeira e raízes de modo que a essência produzida nesses moldes pode fornecer certificados de produção que agregam valor ao produto (BORGES, 2012).

Nesse sentido, considerando a relevância da espécie, este estudo visa reunir informações sobre as suas características, produção e manejo e legislação vigente que possam contribuir para o conhecimento a seu respeito e como consequência, a difusão da sua importância para o meio ambiente.

2. Material e Métodos

O presente estudo se trata de um artigo de revisão, que é descrito como um estudo aprofundado sobre conhecimentos disponíveis sobre determinado tema, por meio da análise e interpretação de dados bibliográficos pertinentes (ALCANTRA; MENDONÇA; MARQUES, 2018). O estudo teve início com o mapeamento ou levantamento de referências sobre a espécie Aniba roseadora Ducke em diversos formatos publicados em periódicos, livros e sites visando reunir informações sobre a espécie objeto de estudo. O acesso a estas publicações se deu por meio das plataformas Scielo e Scholar Google. Neste primeiro momento, não houveram critérios específicos para a selecionar as fontes, tendo como único critério de inclusão tratar-se do tema.

A partir deste momento, iniciou-se a seleção entre o material obtido no levantamento baseada na procedência científica das informações e organização destes priorizando publicações mais recentes, tendo em vista que as informações científicas são constantemente atualizadas. Como última etapa, realizou-se a escrita deste estudo sintetizando os estudos anteriores.

3. Resultados e Discussão

a) Características da planta

Família: Lauraceae. Nomes vulgares: pau-rosa, pau-rosa-itaúba (Brasil), cara-cara, “rosewood” (Guiana), “bois-de-rose”, “bois-de-rose-femelle” (Guiana Francesa), “enclit-roshout” (Suriname) (SAMPALIO et al. 2003).

São conhecidos atualmente três grupos de indivíduos dentro da espécie *Aniba rosaeodora* Ducke com características fenotipicamente distintas devido a alterações tanto fisiológicas e morfológicas quanto ao teor de óleo. As variações são identificadas como mulatinho, preciosa e itaúba (CONTIM; CONTIM, 2018).

O Pau-rosa mulatinho tem como características a casca que cai em escamas, a madeira escura, a densidade elevada. O pau-rosa preciosa por sua vez apresenta a casca lisa, madeira escura e densa e um elevado rendimento em essência. Por fim, o pau-rosa itaúba difere na cor, que é amarelada, e tem menor densidade (LEITE; QUISEN; SAMPAIO, 2001).

No que diz respeito a ocorrência geográfica, o pau-rosa é encontrado no Brasil, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Venezuela, Peru, Colômbia e Equador. No Brasil, sua ocorrência vai desde o Amapá estendendo-se pelos estados do Pará e Amazonas. É uma espécie de floresta de terra firme e também da campinarana, presente em platôs e cabeceiras dos igarapés em suas partes mais altas, tanto em Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelhos, quanto em solos arenosos (COSTA, 2013; OHASHI; ROSA, 2004).

Além do seu principal uso já relatado como sendo no ramo cosmético, a espécie também foi estudada para fins antifúngicos (SIMIC et al. 2004). A química presente na composição do óleo essencial demonstra diferentes atividades farmacológicas antifúngicas e antibacterianas (BHAVNANI; BALLOW, 2000).

b) Descrição botânica

- Árvore

As árvores de pau-rosa são árvores de grande porte, podendo atingir até 30m de altura e 2m de diâmetro, todas as suas partes são aromáticas, possuem o tronco retilíneo que se ramifica no ápice formando uma copa estreita ou ovalada ocupa o dossel intermediário da floresta; casca pardo- amarelada ou avermelhada, o seu ritidoma desprende em placas grossas; possui copa estreita ou ovalada que ocupa o dossel intermediário ou superior da floresta (KUBITZKI; RENNER, 1982; KUBITZKI; KURZ, 1984 apud REIS et al. 2014; SAMPAIO et al 2003).

- Folha

As folhas desta espécie são simples, alternas, se apresentam distribuídas ao longo dos ramos, são elípticas ou obovado-lanceoladas, de textura coriáceas ou rígido-cartáceas. Possuem variação acentuada com relação ao tamanho com comumente de 6 a 25 cm de comprimento e 2,5 a 10 cm de largura. As margens das folhas são recurvadas ou planas e as cores variam entre glabra e verde-escura na face superior e a face inferior apresenta coloração pubescente e amarelo-pálida. Com relação às nervuras, as primárias diferem das secundárias em ângulos de 45 a 60 graus. Possui pecíolos grossos, glabrescentes e canaliculados (KUBITZKI; RENNER, 1982; KUBITZKI; KURZ, 1984 apud REIS et al. 2014; SAMPAIO et al. 2003).

- Flor

As flores são amarelas, hermafroditas; tem cerca de 1,5 mm de comprimento. Perianto composto por seis sépalas eretas, comumente nove estames. As anteras, que podem ser maiores que os estames, possuem válvulas que se abrem para a liberação do pólen. Possuem o pistilo tomentoso. Ovário incluído no tubo floral, de forma elipsoide ou ovóide. Tem pedicelos pouco evidentes com filetes curtos (SAMPALIO et al. 2003).

- Fruto

O fruto é uma baga obovóide ou ovóide de coloração violáceo-escura, com 2 a 3 cm de comprimento e 1,5 a 2 cm de diâmetro, exocarpo fino e polpa carnosa. Possui uma cúpula. A cúpula é cônica, espessa, com superfície externa áspera marrom-esverdeada e interna glabra, marrom. exocarpo fino e polpa carnosa. Contém apenas 1 semente (SAMPALIO et al. 2003; OHASHI; ROSA, 2004).

- Semente

Como mencionado, o fruto inclui apenas uma semente. A semente é ovóide, com tegumento delgado, liso e opaco; de coloração marrom clara com estrias longitudinais marrom-escuras. Possuem cerca de 2,6 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro. A semente possui dois cotilédones grandes de cor creme (SAMPALIO et al. 2003 e OHASHI; ROSA, 2004).

- Madeira

A madeira do pau-rosa tem densidade elevada, cerca de (0,8 a 0,9 g/cm³) com cerne de coloração castanho-amarelado e levemente rósea em algumas partes, o albúrnio é amarelado. A sua grã varia entre regular e irregular. Possui a textura média e a superfície lisa e lustrosa (COSTA et al. 1995). tanto cerne quanto o albúrnio são suaves ao toque e fáceis de trabalhar. O cheiro forte aromático é mais intenso logo após o corte (CITES, 2010).

c) Fenologia

A fenologia reprodutiva de *Aniba rosaeodora* Ducke ocorre de forma irregular, varia de acordo com a localização geográfica dos indivíduos. O estágio de floração ocorre sempre em época de chuvas (OHASHI; ROSA, 2004). No estudo em indivíduos da espécie realizado por Ducke, os indivíduos apresentaram dois picos de floração: o primeiro nos meses de abril e maio e o segundo no final de julho (SPIRONELLO et al. 2001).

A frutificação desta espécie não é necessariamente uma frutificação anual (SAMPAIO et al. 2003) normalmente inicia-se em época de chuvas, no entanto, também ocorre ao longo de todo o ano em alguns indivíduos. O pau-rosa é uma espécie perenifólia, ou seja, sua mudança de folhas ocorre paralelamente a sua frutificação (MAGALHÃES; ALENCAR, 1079; OHASHI; ROSA, 2004).

Segundo Quisen e Sampaio (2001), os diferentes tipos de solo, regimes de chuva, relevo, altitude e latitude explica a variação dos tempos de floração e frutificação, e menciona que a floração é irregular e pode ser anual ou supra anual, embora sempre na época das chuvas; a perda de folhagem, ocorre anualmente, durante o período de seca.

d) Legislação

Segundo Leite; Quisen e Sampaio (2001) desde a década de 30, a legislação ambiental obrigava aquele que explorasse a espécie *Aniba rosaeodora* Ducke a fazer o replantio da seguinte forma: uma árvore de pau-rosa para cada cinco quilos de essência produzida. Em 1965 é publicado o chamado “novo código florestal” por meio da Lei nº 4.771, passou a definir o uso e critérios para a exploração de vegetação nativa, a qual inclui o pau-rosa.

Na década de 90, precisamente em 1992, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) pública a portaria nº 37 cujo conteúdo incluía o pau-rosa na lista de espécies em ameaça de extinção. A partir desta portaria, fica determinado o replantio de quatro mudas de pau-rosa para cada metro cúbico de madeira de pau-rosa extraída; a realização de um censo florestal de todas as árvores com mais de 5 cm de Diâmetro a Altura do Peito (DAP) nas áreas a serem exploradas; a designação de 10% das árvores que tenham acima de 28 cm de DAP para serem árvores matrizes; e o corte de árvores passa a ser feito apenas em árvores com diâmetro superior a 20 cm de tronco, cortadas acima de 50 cm de altura (LEITE; QUISEN; SAMPAIO, 2001).

Como consequência da sua exploração predatória, as populações naturais de pau-rosa foram incluídas no dia 17 de março de 2010 nas espécies ameaçadas de extinção pela Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). A partir deste decreto, a comercialização da espécie passa a ser autorizada apenas mediante a concessão de Licença ou emissão de Certificado pela Autoridade Administrativa (FERRAZ et al., 2009). A inclusão da espécie nesta lista significa que a partir desse momento, esta passou a fazer parte de um acordo de combate ao comércio ilegal entre os países assinantes do CITES (BRASIL, 2019).

Ainda em 2010, o IBAMA torna pública a instrução normativa nº 9 de 05/09/2010 estabelecendo que os possuidores de madeira em tora, galhos ou lenha, em qualquer grau de processamento e em qualquer quantidade ou ainda detentores de óleo essencial de pau-rosa, passassem a protocolar a Declaração de Estoque, obrigatoriamente contendo informações sobre a origem, volume e o endereço de armazenamento deste material. Outro ponto importante destacado pela portaria é o requerimento do plano de manejo florestal sustentável para regulamentar a exploração e uso comercial da espécie (GOMES, 2012).

Por meio da portaria 443/2014 do ministério do Meio Ambiente, a espécie foi declarada como espécie sob ameaça de extinção e determina-se a sua proteção abrangente, incluindo a proibição de coleta, corte, transporte, armazenamento, manuseio, processamento e comercialização, entre outros em plantações não licenciadas pelo órgão competente.

Com a Instrução Normativa do IBAMA nº 21/2014 o Sistema Nacional de Controle de Origem dos Produtos Florestais – SINAFLO, por meio da portaria 444/2018, de 26 de novembro 2018, o Brasil institui a Estratégia Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção, a fim de nortear a implantação do Programa Nacional de Conservação de Espécies.

e) Dinâmica de crescimento

O pau-rosa é considerado uma espécie de habitat intermediário, possui capacidade de desenvolvimento sob dossel fechado, mas, no entanto, para alcançar o estrato da parte superior da floresta, requer a formação contínua de clareiras. Indivíduos estudados demonstraram crescimento em peso da matéria seca e o crescimento em altura com melhores números de resultado em plântulas sob 30% e 50% de sombreamento (MARQUES; VARELA; MELO, 1999, USECHE, 2003).

Sampaio (2000) destaca que o pau-rosa pode ser considerado uma espécie heliófila pela sua regeneração cuja ocorrência se dá em clareiras, mas que as plantas dessa espécie possuem bom desenvolvimento tanto em pleno sol como em sombra parcial, possibilitando o plantio em sistemas agroflorestais ou florestas manejadas.

f) Predação

As mudas da espécie podem ser atacadas no caule por um coleóptero, que forma galerias no interior do mesmo. Os frutos são comumente atacados por larvas de coleópteros e de lepidópteros. As folhas podem sofrer ataque por pulgões e trips. Houve registro de ataque de folhas e do fuste por lagartas, além de predação por herbivoria. Os frutos também são predados por pássaros da família Psitacidae e Ranzastidae (SPIRONELLO et al. 2001).

f) Produção de mudas e plantio

a) Extração de sementes

A partir da fase de maturação os frutos se desprendem da cúpula e caem. Quando coletados antes da maturação total, os frutos precisam ser transportados sem recipientes e sua armazenagem deve ser feita em

temperatura ambiente (SIMONS, 1991). A coloração é um bom indicativo de maturação, as sementes devem ser coletadas quando tiverem coloração violácea escura, indicando uma maior velocidade de geminação. Os frutos devem ser coletados ainda na árvore ou recém caídos no solo (SAMPAIO; FERRAZ; CAMARGO, 2003).

b) Produção de mudas

As mudas de pau-rosa podem ser obtidas por sementes ou por estacas. Quando feitas por meio das sementes, deve seguir os seguintes critérios segundo (LEITE; QUISEN; SAMPAIO, 2001):

O solo para preparação do substrato deve ter boa estrutura e textura, boa fertilidade e quantidade de matéria orgânica. O solo deve ser peneirado para retirada de materiais indesejados. A semeadura das mudas deve ser direta das sementes em sacos de polietileno cheios com o substrato preparado e bem irrigado, preferencialmente uma semente em cada recipiente. Os canteiros onde os recipientes serão colocados devem ser cobertos com sombrite a no mínimo 50% de sombreamento. As regas podem ser feitas por meio de regadores ou através de sistemas de aspersão duas vezes ao dia. As mudas precisam permanecer nos canteiros até estarem com pelo menos 20 a 30 centímetros de altura e a partir daí, plantadas em campo.

Quando feitas por meio de estacas, os critérios segundo (LEITE; QUISEN; SAMPAIO, 2001) são: Utilizar ramos jovens do pau-rosa obtidos a partir da rebrota de árvores adultas ou de mudas com cerca de um ano de idade para produzir as estacas, estas devem ter 12 centímetros de tamanho e corte inferior em forma de bisel. Devem ter uma média de diâmetro de aproximadamente 4,5 centímetros. Deve-se fazer o tratamento com hormônio iniciando com imersão das estacas em solução de hipoclorito de sódio, lavagem e tratamento das estacas por imersão em solução com fungicida sistêmico Benlate preparada à base de 0,5g de Benlate por litro de água. Em seguida, a base das estacas deve ser imersa em solução alcóolica a 50% do fitohormônio sintético AIB (ácido 3- indoloibutírico) nas dosagens de 4.000ppm. A produção das mudas deve ser em casa de vegetação com sistema automático de nebulização e ventilação natural.

4. Considerações finais

A exploração predatória do pau rosa (*Anoba roseadora* Ducke) quase extinguiu as populações presentes no Brasil, e afetou de maneira significativa a sua reconstituição natural em áreas nativas. Isso posto, ressalta-se a importância da difusão de informações que possibilitem a exploração sustentável tanto no que diz respeito a variabilidade, produção de mudas e extração do linalol a partir de partes da planta que permitam a rebrota. Com investimento em informação e tecnologias novas é possível contribuir para que se torne cada vez maior a conservação de espécies nativas da Amazônia, de importância para a biodiversidade e ecológica, e também econômica e social.

REFERÊNCIAS

ALCANTRA, E.; MENDONÇA, M. A. F. C.; MARQUES, R. F. P. V. **Manual para elaboração de artigos científicos**. Fundação Comunitária Tricordiana de Educação – FCTE, Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações. 2018.

BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior**. (2019). Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home/> . Acesso em 28 ago 2021.

BORGES, J. S. **A cultura do pau rosa (*Aniba rosaeodora* DUCKE)**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

CITES 2010. **Examen de las propuestas de enmienda a los Apéndices I Y II**. Decimoquinta reunión de la Conferencia de las Partes Doha (Qatar). Disponível em: <http://www.cites.org/esp/cop/15/prop/S-15%20Prop-29.pdf> acesso em: 28 ago 2021.

COMISSÃO EUROPEIA. **Regulamento (UE) nº 709/2010 da comissão de 22 de julho de 2010. Jornal oficial da união europeia**. L 212, p. 1-59. 2010.

CONTIM, L. A. S; CONTIM, L. S. R. A tecnologia produtiva do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) como aliada ao desenvolvimento sustentável da região amazônica. **Inclusão Social**. 12(1). 2018.

COSTA, L. G. S.; OHASHI, S. T.; DANIEL, O. **O pau-rosa - *Aniba roseodora* Ducke**. Ministério da Educação e do Desporto, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. Belém, PA, 1995.

COSTA, R. C.; VERZIGNASSI, J. R.; POLTRONIERI, L. S.; BENCHIMOL, R. L.; CARVALHO, E. A. **Ocorrência de mancha foliar causada por *Colletotrichum gloeosporioides* em pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) no Estado do Pará**. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA. 2013.

HANDA, L.; SAMPAIO, P. T. B.; QUISEN, R. C. Cultura in vitro de embriões e de gemas de mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Acta Amazônica**. 35 (1). 2005.

HOMMA, A. K. O. **O Extrativismo do Óleo Essencial de Pau-Rosa na Amazônia**. Embrapa Amazônia Oriental. Documentos. 32p. Belém, Pará, 2003.

KRAINOVIC, P. M. Silvicultura de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke): **Alometria, manejo e produção de óleo essencial na Amazônia Central**. Tese (doutorado). INPA, Manaus, 2017.

LEITE, A. M. C. Informações preliminares sobre a ecologia de população do pau-rosa - *Aniba rosaeodora* Ducke (Lauraceae). **Embrapa Amazônia Ocidental**, Belém, 1999.

LEITE, A. M. C.; QUISEN, R. C.; SAMPAIO, P. de T. B. Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) Lauraceae): informações sobre o sistema de plantio e o manejo sustentável da espécie. Manaus: **Embrapa Amazônia Ocidental**. Manaus, 2001.

MAGALHÃES, L.M.S.; ALENCAR, J.C. Fenologia do pau-rosa (*Aniba duckei* Kosterm.), Lauraceae, em floresta primária na Amazônia Central. **Acta Amazonica**. 1979.

MARQUES, A.S.J.; VARELA, V.P.; MELO, Z.L.O. Influência da cobertura e do sombreamento do canteiro na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Acta Amazonica**. 1999.

MAY, P.H.; BARATA, L.E.S. Rosewood exploitation in the Brazilian Amazon: options for sustainable production. **Economic Botany**, v.58, n.2, p. 257-265, 2004.

OHASHI, S.T.; ROSA, L.DOS S. Pau-rosa – *Aniba rosaeodora* Ducke. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia**, v.4, n.2, p. 2004.

QUINET, A. et al. Lauraceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB78444>>. Acesso em: 27 ago 2021.

REIS, J. S.; MARTORANO, L. G.; JÚNIOR, S. B.; SALOMÃO, R. P.; MONTEIRO, D. C. A.; NASCIMENTO, N. C. C. Espécimes de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke - Lauraceae) na floresta nacional do Tapajós: espécie nativa ameaçada de extinção na Amazônia. In **2º seminário de pesquisa científica da floresta nacional do Tapajós**. 2014.

SAMPAIO, P. T. B.; FERRAZ, I. D. K. & CAMARGO, J. L. C. (2003). Pau-rosa *Aniba rosaeodora* Ducke Lauraceae. **Manual de sementes da Amazônia**. Edition: 1st. 2003.

SAMPAIO, P.T.B. pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). In: **Biodiversidade da Amazônia: exemplos e estratégias de utilização**. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia e Co-Edição SEBRAE. 2000.

SAMPAIO, P.T.B; BARBOSA, A.P.; VIEIRA, G.; SPIRONELLO, W.R.; FERRAZ, I.D.K.; CAMARGO, J.L.C. & QUISEN, R.C. 2003. **Silvicultura do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke)**. In: HIGUCHI, N.; SANTOS, J. DOS; SAMPAIO, P.T.B.; MARENCO, R.A.; FERRAZ, J.; SALES, P.C. DE; SAITO, S.; MATSUMOTO, S. (Eds.). Projeto Jacaranda-Fase II: Pesquisas Florestais na Amazônia Central. Manaus, 2003.

SIMIC, A.; SOKOVIC, M. D.; RISTIC, M.; GRUJIC-JOVANOVIC, S.; VUKOJEVIC, J.; MARIN, P. D. **Phytotherapy Research**. 2004.

SIMONS, A. J. Report of a Consultancy on Forest Genetics. Brazil-UK Technical Cooperation Project: **Evaluation of the Economic Potential of the Aromatic Plants of Pará**. 1991.

SPIRONELLO, W. R.; BARBOSA, A. P.; LEITE, A. M. C.; QUISEN, R.; SAMPAIO, WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry. Part I – concepts, regulation and consequences of phase change. **New forests**. 2014.

USECHE, F. L. **Estabelecimento e desenvolvimento inicial de plântulas de *Aniba rosaeodora* Ducke em clareiras artificiais**. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal Rural da Amazônia, Manaus, 2003.

ZOGHBI, M. G. B. Plantas aromáticas: o óleo de Pau-Rosa. In: Inocêncio de Sousa Gorayeb. (Org.). **O Liberal**. Caderno Amazônia, 2, p. 353-356. Belém, 2010.

CAPÍTULO 8

PRODUÇÃO DE BRIQUETES MANUAIS A PARTIR DO REAPROVEITAMENTO DE SERRAGEM

Beatriz Sousa Barbosa¹, Camila Galdino da Silva², Francisco Elves Duarte de Souza³, Maria de Jesus Oliveira Lima⁴, Jéssica Saraiva da Costa⁵, Tássia Toyoi Gomes Takashima⁶

¹ Graduanda de Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: barbosasbeatriz@gmail.com

² Graduanda de Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: camilagaldinosilva20@gmail.com

³ Graduando de Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: elvesduarte.97@gmail.com

⁴ Graduanda de Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: mariadejesusoliveiralima21@gmail.com

⁵ Engenheira Florestal, Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: jessicacosta.jc@gmail.com

⁶ Engenheira Ambiental, Doutoranda em Biodiversidade e Evolução pelo Museu Paraense Emílio Goeldi (PPGBE-MPEG). E-mail: tassiatka@gmail.com

Resumo

A produção de briquetes, um biocombustível sólido obtido através de matéria orgânica compactada, tem sido uma alternativa viável para o reaproveitamento de resíduos madeiros. Assim, objetivou-se reaproveitar resíduos originados da cadeia produtiva de uma movelaria para a produção de briquetes manuais no município de Capitão Poço (PA). A produção de briquetes manuais passou por um processo que incluiu a remoção de elementos grotescos nos resíduos de serragem (SE), submersão dos componentes (aglutinante e substrato) em água, trituração e prensagem. Papel (PP) e amido de milho (AM) foram testados como aglutinantes em diferentes proporções, sendo assim, considerou-se quatro tratamentos para um total de 100 g (PT1: 60% SE + 40% PP; PT2: 80% SE + 20% PP; AT1: 60% SE + 40% AM e AT2: 80% SE + 20% AM), foram produzidos dois briquete-

tes para cada um dos tratamentos. Entre os dois tipos de aglutinantes testados, observou-se que o papel proporcionou boa agregação ao briquete, enquanto que o amido de milho não possibilitou qualquer agregação entre as partículas dos resíduos de serragem. Portanto, recomendando-se utilizar o papel como aglutinante na proporção de 80% de resíduo de serragem e 20% de papel para a produção manual de briquetes com resíduos de serragem, assim não será necessário à procura por tanta massa de papel.

Palavras-chave: Resíduos madeireiros; biocombustíveis; destinação final ambientalmente adequada.

Production of manual briquettes from the reuse of sawdust

Abstract

The production of briquettes, a solid biofuel obtained from compacted organic matter, has been a viable alternative for the reuse of wood residues. Thus, the objective was to reuse waste originated from the production chain of a furniture factory for the production of manual briquettes in the municipality of Capitão Poço (PA). The production of manual briquettes went through a process that included the removal of grotesque elements in the sawdust (SE), submersion of the components (binder and substrate) in water, crushing and pressing. Paper (PP) and corn starch (AM) were tested as binders in different proportions, so four treatments were considered for a total of 100 g (PT1: 60% SE + 40% PP; PT2: 80% SE + 20% PP; AT1: 60% SE + 40% AM and AT2: 80% SE + 20% AM), two briquettes were produced for each of the treatments. Among the two types of binders tested, it was observed that paper provided good aggregation to the briquette, while corn starch did not allow any aggregation between the particles of sawdust. Therefore, it is recommended to use paper as a binder in the proportion of 80% of sawdust residue and 20% of paper for the manual production of briquettes with sawdust residues, thus it will not be necessary to search for so much paper mass.

Keywords: Wood waste; biofuels; environmentally suitable final destination.

1. Introdução

A indústria madeireira é um dos setores empresariais mais importantes para a economia brasileira ao colaborar na geração de renda, tributos e empregos (NUNES; MELO; TEIXEIRA, 2012). Entretanto, representa um setor que ainda necessita de inovações em termos de produção, armazenamento e gestão de resíduos madeireiros oriundos do seu processo industrial e associado à alta, torna-se um problema para a preservação ambiental (RAMOS *et al.*, 2017).

A grande quantidade gerada e a destinação incorreta dos resíduos madeireiros desencadeiam sérios riscos socioambientais como a contaminação do ar, dos cursos d'água e do solo, acarretando riscos saúde pública pela proliferação de vetores de doenças, além de representar uma forma de desperdício de matéria-prima e de energia (RIUL; RIBEIRO, 2012). Nesse sentido, o reaproveitamento de materiais é uma das questões mais importantes no gerenciamento sustentável de resíduos. Uma dessas práticas consiste na reutilização dos resíduos da madeira, processo de grande valia para questões ambientais (PLATINA; OLIVEIRA, 2018). Entretanto, poucas são as empresas com responsabilidade ambiental sobre seus resíduos no setor madeireiro, muitas vezes, por falta de conhecimento dos gestores e trabalhadores ou em decorrência da fiscalização deficiente do poder público (RAMOS *et al.*, 2017).

Existem várias alternativas para o reaproveitamento dos resíduos, uma das formas de reutilização dos resíduos de madeira diz respeito ao briquete (PLATINA; OLIVEIRA, 2018). Os briquetes representam uma fonte de energia renovável, trata-se de um biocombustível sólido obtido através de matéria orgânica compactada e, em algumas produções, podendo ser submetidos a altas temperaturas e produzidos à base de diversos tipos de resíduos agrícolas e madeireiros, tais como: bagaço de cana e laranja, casca de coco, serragem e outros (ZAGO *et al.*, 2020). Esses produtos são densos e com menor volume do que a matéria-prima inicial, isso soluciona também o problema de disponibilidade de espaço para o acondicionamento dos resíduos madeireiros utilizados como substrato na produção (SILVA, 2007).

Com a reutilização desse material é possível se aproximar da solução de um problema ambiental, uma vez que se determina o fim do desperdício das sobras de madeira, no qual com seu reaproveitamento, se converte em geração de energia (PLATINA; OLIVEIRA, 2018).

Desta forma, objetivou-se com a execução do presente trabalho reaproveitar resíduos originados da cadeia produtiva de uma movelaria para a produção de briquetes manuais no município de Capitão Poço (PA).

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo e coleta dos resíduos

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural da Amazônia localizada na cidade de Capitão Poço – PA. O município possui uma população estimada em 55 mil habitantes, 41% (≈ 23.000) correspondendo à população urbana e 59% (≈ 30.000) a população rural (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Embora seja mais reconhecido por ser um pólo citrícola na região do nordeste paraense, o município desenvolve atividades madeireiras como o extrativismo, beneficiamento em movelarias e importação de móveis fabricados com madeira-de-lei (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Desta forma, os resíduos de serragem para a produção dos briquetes manuais foram coletados em uma movelaria localizada no município de Capitão Poço, estado do Pará. A movelaria possui dez anos de atividades e apresenta estrutura simples com produção em média de dez móveis mensais para abastecimento do mercado local.

Os resíduos de serragem oriundos do processo de fabricação dos móveis pela movelaria foram acumulados no período de sete dias consecutivos. Posteriormente à coleta, os resíduos foram armazenados em sacos plásticos, pesados em balança digital e encaminhados para a Universidade Federal Rural da Amazônia *campus* Capitão-Poço (UFRA-CCP) para análises e produção dos briquetes.

2.2 Caracterização do resíduo (substrato)

Antes da produção dos briquetes houve a triagem da serragem bruta com separação de elementos como pregos e parafusos oriundos do processo de produção pela movelaria. Análise granulométrica, teor de umidade e densidade de granel foram realizadas para determinar ca-

racterísticas dos resíduos de serragem e fornecer possíveis inferências na qualidade do briquete manual produzido.

A análise granulométrica foi baseada na norma ASTM D293-96 (ASTM, 2010; NAKASHIMA, 2017), sendo assim, utilizou-se quatro peneiras de malhas de mesh 10 (2 mm de abertura da malha), 14 (1.4 mm); 20 (850 μm); 30 (600 μm); 20 (850 μm) e o fundo. Para este procedimento foram utilizados 50,6 g de resíduos de serragem e a agitação foi feita manualmente pelo período de cinco minutos contínuos. A massa contida em cada peneira e no fundo foi pesada com o auxílio de uma balança semianalítica havendo o desconto do peso que cada peneira.

O Teor de Umidade (TU) foi realizado com base na norma ASTM E871-82 (ASTM, 2013; NAKASHIMA, 2017). Após a coleta, a serragem foi pesada utilizando uma balança de precisão Bel Eng. M1702 para registro a massa úmida (Mu) e, em seguida, foi submetida à estufa LUCADEMA-80/150 com circulação de ar forçada a 102 °C. Após 24 h, o material foi retirado da estufa com auxílio de EPI (Equipamento de Proteção Individual) e adicionado em um dessecador por 15 minutos até obter a temperatura ambiente para nova pesagem e determinação da massa seca (Ms). Este processo foi realizado com cinco réplicas e o cálculo do teor de umidade foi determinado pela Equação 1.

$$TU(\%) = \frac{Mu(g) - Ms(g)}{Ms(g)} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde TU representa o Teor de umidade (%); Mu, a Massa úmida do resíduo (g) e Ms, a Massa seca (g).

A determinação da densidade a granel da serragem foi baseada na norma ABNT NBR 6922/81 (ABNT, 2014; NAKASHIMA, 2017) e determinada pela Equação 2. Nesse procedimento, a massa do resíduo foi aferida considerando a capacidade volumétrica de um Becker de 250 ml, sendo assim, utilizou-se o equivalente a 130.62 g de serragem.

$$D = \frac{M(g)}{Volume(ml)} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde D representa a densidade a granel ($\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$); M, é a massa do resíduo (g) e V, volume do recipiente utilizado (ml).

2.3 Produção dos briquetes manuais e procedimentos de testagem

Durante a produção dos briquetes manuais houve a testagem de quatro processos para identificar, principalmente, a melhor agregação estrutural por meio de observação empírica: (i) tipo de aglutinantes; (ii) proporção de substrato e aglutinante; (iii) dias submersos em água e (iv) forma de mesclagem dos componentes.

Quanto aos tipos de aglutinantes, componentes adicionados para melhorar a durabilidade da matéria-prima em briquetes manuais como a serragem (SE) (WILSON, 2010), foram selecionados papel e amido de milho. O papel (PP) utilizado era resíduo de atividades de escritório do setor administrativo da UFRA-CCP, sendo triturado utilizando o Trapp picador/triturador e forrageiro Trf 400 Super. O amido de milho (AM) foi obtido por aquisição pessoal dos autores ao preço de R\$ 4,35 por 200 g em 2019, sendo que para misturar ao substrato foi feito o cozimento do amido com 150 ml de água à 150 °C até obter uma mistura homogênea.

Dois tipos de proporções entre o substrato (resíduos de serragem) e os aglutinantes (papel e amido de milho) foram testadas para verificar a melhor agregação estrutural dos briquetes manuais, sendo assim, definiu-se quatro tratamentos PT1 (60% SE; 40% PP), PT2 (80% SE; 20% PP), AT1 (60% SE; 40% AM), AT2 (80% SE; 20% AM), conforme observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidades de serragem para os dois tipos de aglutinante utilizados. Em que SE representa a serragem como resíduo madeireiro da movelaria.

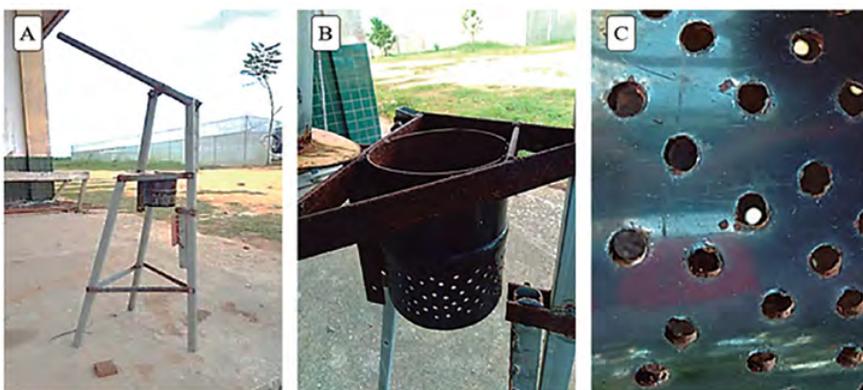
Tratamento	Tipo de aglutinante	Proporção		Massa seca (substrato + aglutinante)	Adição de água
		Substrato SE	Aglutinante		
PT1	Papel	60%	40%	100 g	750 ml
PT2	Papel	80%	20%	100 g	1000 ml
AT1	Amido de milho	60%	40%	100 g	750 ml
AT2	Amido de milho	80%	20%	100 g	1000 ml

Fonte: Autores (2021).

Os compostos (substratos + aglutinantes) foram deixados submersos em água em dois períodos (3 dias e 5 dias) para promover melhor aderência entre as partículas do substrato. Nos tratamentos com proporção de 60% de serragem foram adicionados 750 ml de água para ambos os tipos de aglutinantes, enquanto que nos tratamentos com 80% de serragem foram adicionados 1000 ml. Após o período submerso em água, os compostos foram mesclados de modo manual ou mecânico, este utilizando liquidificador com 30 a 50 pulsações até se observar uma consistência pastosa.

Em seguida, os compostos mesclados foram prensados em uma prensa manual (briquetadeira) construída à base de tubo metalon galvanizado (espessura de 3 mm) com 1.25 m de altura (Figura 1A). O cilindro da briquetadeira para compressão do composto mesclado possui 12.5 cm de diâmetros e os furos, feitos por furadeira, 4.20 mm (Figura 1 B-C). A prensagem para cada briquete durou entre 30 a 60 s, em seguida os briquetes foram secos ao ar livre durante sete dias. Após esse período, foi realizada a combustão dos briquetes para estipular se a biomassa dos briquetes seria possível de fornecer energia similar à lenha ou ao carvão convencional.

Figura 1. Prensa manual (briquetadeira) com (A) estrutura à base de metalon e ferro, (B) com cilindro para molde durante a prensagem do composto (substrato + aglutinante) e (C) furos de 4.20 mm.



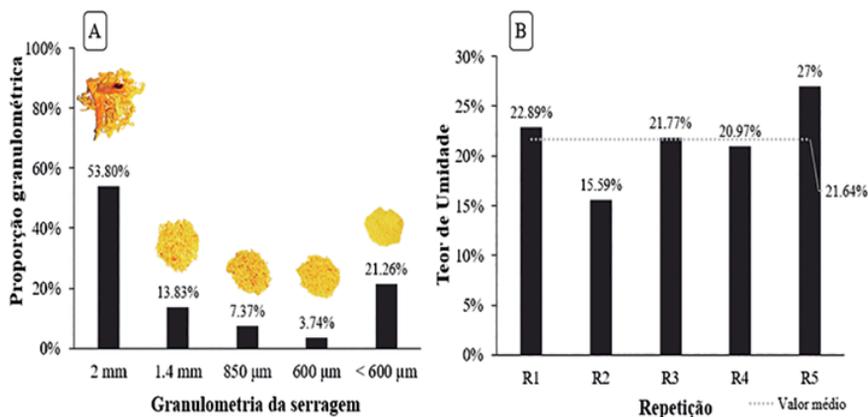
3. Resultados e Discussão

3.1 Caracterização dos resíduos

Os resíduos de serragem coletados na movelaria, substrato dos briquetes manuais, apresentaram principalmente partículas acima de 2 mm (53.80 %), enquanto que partículas menores que 600 µm corresponderam à 21.26 %, conforme observado na Figura 2A. Com a análise granulométrica é possível determinar o tamanho das partículas do material e aferir sobre a durabilidade e a resistência do produto final, pois quanto menores as partículas mais fáceis é a união do material (CHRISOSTOMO, 2011).

No estudo desenvolvido por Nakashima *et al.* (2014), ao testar que a utilização de diferentes granulometrias em substratos com difícil agregação como palha de milho, bagaço de cana-de-açúcar, poda de jardim e capim-elefante, identificou-se que partículas mais finas proporcionam maior compactação entre os componentes, resultando em briquetes com maior resistência mecânica e densidade. Desta forma, espera-se que os briquetes produzidos à base de serragem, sem qualquer intervenção, apresente dificuldade em durabilidade, resistência e densidade pela granulometria apresentada.

Figura 2. Caracterização dos resíduos de serragem, considerando (A) a análise granulométrica e o (B) teor de umidade.



A serragem coletada apresentou teor de umidade variando entre 15.59 % e 27 %, com média de 21.64 % (Figura 2B). O teor de umidade da serragem foi em média maior do que o recomendado por Grover e

Mishra (1996) e Tripathi *et al.* (1998) que consideram valores de umidade apropriados entre 8 a 12 % e 10 a 15 %, respectivamente, para os vários tipos de biomassa vegetal, entre eles os resíduos de serragem. Além disso, o alto teor de umidade pode prejudicar o comportamento combustível do material, fazendo com que haja perda de energia na biomassa úmida, resultando em um combustível de baixo poder calorífico (NAKASHIMA, 2017). Segundo Vale *et al.* (2000), para que o briquete tenha uma maior produção de calor, menor deve ser o seu teor de umidade.

Na fabricação de briquetes utilizando a biomassa de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), recomenda-se adotar o teor de umidade à 12 %, onde os briquetes desse tratamento apresentaram maior resistência em comparação aos briquetes pertencentes aos tratamentos com 10 e 15 % de umidade (HANSTED *et al.*, 2016).

A serragem apresentou baixo valor de densidade a granel (0.12 g.ml^{-1}) quando comparado ao valor encontrado por Silva *et al.* (2015), 0.87 g.cm^3 , em pesquisa que propôs um estudo de viabilidade técnico-econômica da compactação de resíduo madeireiro para fins energéticos. Espera-se que os resíduos na produção de briquetes apresentem alto valor de densidade à granel, pois quanto maior a densidade menores serão os custos com transporte e armazenamento e maior o poder energético pela densidade energética, o que favorecerá a rentabilidade econômica no aproveitamento de resíduos lignocelulósicos (PROTÁSSIO, 2011; NAKASHIMA *et al.*, 2014).

3.2 Produção dos briquetes manuais

O processo que proporcionou melhor agregação entre as partículas durante a produção dos briquetes manuais à base de serragem foi o que utilizou o papel como aglutinante, independente da proporção entre substrato/aglutinante (PT1: 60% SE + 40% PP; PT2: 80% SE + 20% PP), com composto submerso em água por três dias e mesclagem mecânica (Figura 3). Desta forma, foram produzidos briquetes com dimensões variando em média de 121.85 mm (± 0.42) em comprimento e 121.1 mm (± 0.41) de largura (Figura 4A).

Figura 3. Escalonamento dos processos na produção de briquetes manuais, considerando (i) tipo de aglutinantes; (ii) proporção de substrato e aglutinante; (iii) dias submersos em água e (iv) forma de mesclagem dos componentes.

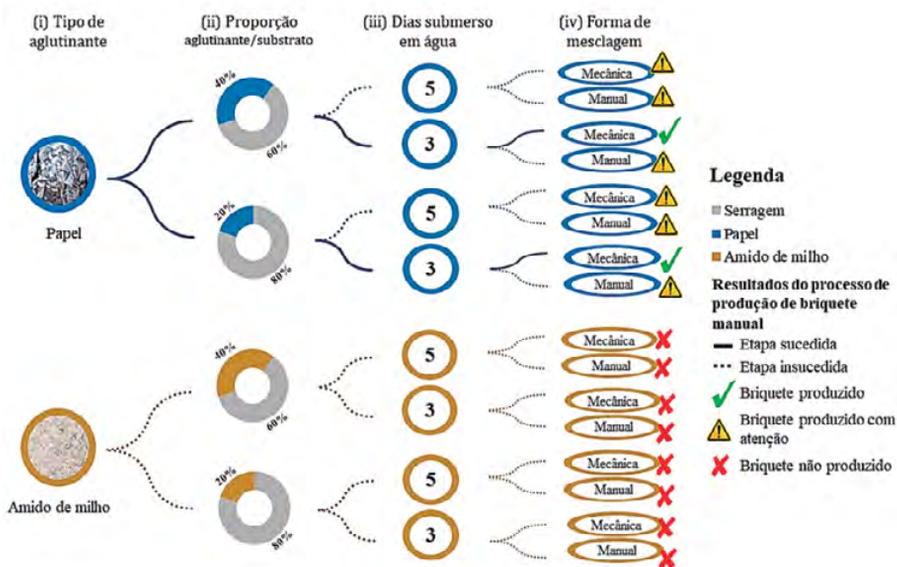
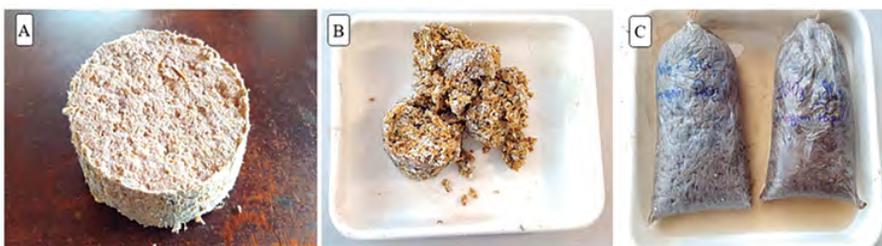


Figura 4. Resultado de processos da briquetagem manual, representando (A) o processo bem sucedido com produção do briquete de papel bem agregado, (B) processo de insucesso com composto de serragem e amido de milho e (C) composto (aglutinante + substrato) em degradação com cinco dias de submersão.



O amido de milho, mesmo na proporção com maior quantidade de aglutinante (AT1: 60% SE + 40% AM), não proporcionou qualquer agregação entre as partículas dos resíduos de serragem que ficaram soltas e aderidas na prensa manual durante a prensagem (Figura 4B). Embora o amido de milho seja utilizado como aglutinante em outros casos de produção de briquetes (FERNANDEZ, 2018), aumentar a

proporção para promover a agregação entre as partículas não apresenta viabilidade econômica, portanto, não se recomenda a utilização do amido de milho como aglutinante para os processos adotados neste estudo. Em contrapartida, os briquetes com aglutinante de papel apresentaram boa agregação entre as partículas para ambas as proporções (PT1: 60% SE + 40% PP; PT2: 80% SE + 20% PP), havendo a possibilidade de adotar quantidades menores de papel e ainda manter a agregação no briquete, desta forma, reduzindo o esforço para coleta de papel.

Os dois períodos de submersão em água do composto com papel (três e cinco dias) foram suficientes para que o aglutinante aderisse melhor entre as partículas da serragem por deformação plástica (WILSON, 2010), entretanto, recomenda-se a adoção do menor período para evitar que o composto inicie o processo de degradação dos componentes e ocasione alteração na cor (mais escurecida) e no odor, conforme observado na Figura 4C. Para o amido de milho, os períodos de submersão não promoveram qualquer aderência entre as partículas independente do tratamento (Figura 2).

O método de mesclagem mecânica proporcionou redução no tamanho e maior homogeneidade das partículas do composto (aglutinante + substrato), promovendo melhor resistência e agregação ao briquete de papel em relação à mesclagem manual. Mais da metade das partículas da serragem eram superiores a 2 mm e partículas com alta granulometria tendem a dificultar a compactação dos resíduos, resultando em briquetes com pouca resistência mecânica e baixa densidade, como no caso da mesclagem manual (CHRISOSTOMO, 2011).

Para o teste de queima dos briquetes produzidos com os resíduos de serragem e papel, foi observado o tempo e o comportamento de cada tratamento durante o processo de combustão. Os que apresentaram maior resistência foram os briquetes pertencentes ao tratamento PT2, com um tempo de queima de quase 20 minutos. Esses briquetes tinham em sua composição 80 g de serragem e 20 g de papel, essa resistência é devido a este tratamento ter uma quantidade maior de serragem do que papel.

4. Considerações Finais

Para a produção manual de briquetes, recomenda-se utilizar o papel como aglutinante na proporção de 80% de resíduos de serragem e 20% de papel, com composto submerso em água por três dias e mesclagem mecânica. Considerando os processos adotados, não é recomendável a fabricação de briquetes utilizando o amido de milho como aglutinante, pois há a necessidade de aumentar a proporção de amido para haver uma boa agregação dos resíduos, tornando assim inviável economicamente.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 6922/81**: carvão vegetal: ensaios físicos determinação da massa específica (densidade à granel). Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ANDRADE, M. C. N. D. et al. Uso de resíduos madeireiros da Amazônia brasileira no cultivo in vitro de *Lentinus strigosus*. **Ambiência**, Guarapuava (PR), v. 9, n. 1 p. 189 - 196 Jan./Abr. 2013.

ASTM - American Society for Testing Materials. **ASTM D293 - 96** - Standard test method for sieve analysis of coke. In: Annual Book of ASTM Standards, 2010.

ASTM - American Society for Testing Materials. **ASTM E871 - 82** - Standard Test Method for Moisture Content Analysis of Particulate Wood Fuels. In: Annual Book of ASTM Standards, 2013.

BARBOSA, A.P. *et al.* Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia central. **Parcerias Estratégicas**, v.6, n.12, p. 42-61, 2001.

CHRISOSTOMO, W. **Estudo da compactação de resíduos lignocelulósicos para utilização como combustível sólido**. 2011. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Materiais) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2011.

FERNANDEZ, B. O. *et al.* Qualidade de briquetes de cana-de-açúcar produzidos com aglutinante amido de milho. **Revista virtual de química**, v. 10, n. 1, p. 142-154, 2018.

GROVER, P. D.; MISHRA, S. K. **Biomass briquetting: technology and practices**. Bangkok, Thailand: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1996.

HANSTED, A. L. S. *et al.* Caracterização físico-química da biomassa de *Leucaena leucocephala* para produção de combustível sólido. **Revista Virtual de Química**, Sorocaba-SP, v. 8, n. 5, 2016.

NAKASHIMA, G. T. *et al.* Aproveitamento de resíduos vegetais para a produção de briquetes. **Brazilian journal of environmental sciences (online)**, n. 34, p. 22-29, 2014.

NAKASHIMA, G. T. *et al.* Materiais lignocelulósicos: caracterização e produção de briquetes. *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 1, p. 150-162, 2017.

NUNES, P. A.; MELO, C. O.; TEIXEIRA, D. A participação do setor madeireiro na economia das microrregiões geográficas do Paraná. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, n. 1, p. 8-20, jul. 2012.

PLATINA, I. D.; OLIVEIRA, A. L. Reutilização dos resíduos de madeira da confecção de palpites. **Revista interface tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 232-244, 2018.

PROTÁSIO, T. P. *et al.* Compactação de biomassa vegetal visando à produção de biocombustíveis sólidos. **Pesquisa florestal brasileira**, v. 31, n. 68, p. 273-283, 2011.

OLIVEIRA, R.R.R. *et al.* **Fundação e progresso de Capitão Poço**. Capitão Poço: 2005. 57 p.

RAMOS, W. F. *et al.* Análise da indústria madeireira na Amazônia: gestão, uso e armazenamento de resíduos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, 2017.

RIUL, M.; RIBEIRO, E. L. **Diagnóstico e diretrizes para a gestão de resíduos no APL de móveis de João Pessoa-PB**. UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 11, n. 1, p. 15-24, nov. 2012.

SILVA, C. A. da. **Estudo técnico-econômico da compactação de resíduos madeireiros para fins energéticos**. 2007. 68p. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.

SILVA, D. A. et al. Caracterização de biomassas para a briquetagem. **Floresta**, v. 45, n. 4, p. 713-722, 2015.

VALE, A. T. do; BRASIL, M. A. M.; CARVALHO, C. M. de; VEIGA, R. A. de A. Produção de energia do fuste de *Eucalyptus grandis* Hill Ex-Maiden e *acacia mangium* Willd em diferentes níveis de adubação, **Revista Cerne**, v.6, n.1, p.83-88, 2000.

TRIPATHI, A. K.; IYER, P. V. R.; KANDPAL, T. C. A techno-economic evaluation of biomass briquetting in India. **Biomass and bioenergy**, v. 14, n. 5-6, p. 479-488, 1998.

WILSON, T. Factors affecting wood *pellet* durability. **Thesis (Magister Science in**

Agricultural and Biological Engineering), Pensilvania State University. 2010. 86 p.

ZAGO, E. S. et al. O processo de briquetagem como alternativa de sustentabilidade para as indústrias madeireiras do município de Aripuanã-MT. **Revista TechnoEng** v. 2, 2020.

CAPÍTULO 9

ANÁLISE DO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA COMO INTEGRANTE DO SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA NO ESTADO DO PARÁ

Ana Manoela Piedade Pinheiro¹, Altem Nascimento Pontes²

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará. Advogada. E-mail: ana.mppinheiro@aluno.uepa.br

²Doutor em Ciências Físicas. Professor e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará. Professor da Universidade Federal do Pará. E-mail: altem.pontes@uepa.br

Resumo

O Parque Estadual do Utinga (PEUt) é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral de acordo com a Lei nº 9.985/00, localizado no estado do Pará e protege os lagos responsáveis pelo abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém (RMB), como também a biodiversidade local. Buscou-se responder se de fato o parque segue as previsões contidas na Lei nº 9.985/00. Objetivou-se expor as previsões constitucionais que proporcionam a existência do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC); abordar o regramento trazido pela Lei nº 9.985/00; bem como mostrar se as previsões normativas do parque observam a referida lei, estruturando-se a partir das previsões desta. Para tanto, utilizou-se da pesquisa documental, mediante a análise da legislação pátria, do Plano de Manejo do parque, bem como de mapa da área estudada; e da pesquisa bibliográfica pautada em artigos periódicos, prezando-se pela interdisciplinaridade. Verificou-se, então, que de fato o PEUt segue as previsões contidas na Lei nº 9.985/00, sobretudo por meio de seu Plano de Manejo, no entanto, o parque sofre pressões antrópicas, tanto pressões internas quanto ao seu entorno, como o turismo de natureza, o despejo de lixo em locais inadequados e a perda da biodiversidade da fauna, apesar de que no Plano de Manejo não há relato dessa perda. Dessa maneira, observou-se que essas pressões causam impactos que interferem no meio ambiente ecologicamente equilibrado da

área e questionam a proteção integral prevista legalmente, tendo a educação ambiental papel preponderante para conter esse avanço das pressões.

Palavras-chave: Meio Ambiente; Biodiversidade; Unidade de Proteção Integral; Direito Urbanístico e Ambiental.

Analysis of Utinga State Park as a Member of the National System of Nature Conservation Units in the State of Pará

Abstract

The Utinga State Park (PEUt) is an Integral Protection Conservation Unit under Law nº 9.985/00, located in the state of Pará and protects the lakes responsible for the water supply of the Metropolitan Region of Belém (RMB), such as also the local biodiversity. Searched answer whether in fact the park complies with the provisions contained in Law n. 9.985/00. The objective was to expose the constitutional provisions that provide for the existence of the National System of Nature Conservation Units (SNUC); address the regulation brought by Law nº 9.985/00; as well as showing whether the park's normative forecasts comply with the referred law, structuring itself from its forecasts. For this purpose, documentary research was used, through the analysis of the country's legislation, the Park's Management Plan, as well as a map of the studied area; and bibliographical research based on periodical articles, valuing interdisciplinary. It was verified, then, that the PEUt actually follows the provisions contained in Law nº 9.985/00, mainly through its Management Plan, however, the park suffers anthropic pressures, both internal pressures and its surroundings, such as the nature tourism, the dumping of garbage in inappropriate places and the loss of fauna biodiversity, although in the Management Plan there is no report of this loss. Thus, it was observed that these pressures cause impacts that interfere with the ecologically balanced environment of the area and question the full protection provided for by law, with environmental education having a preponderant role to contain this advance of pressures.

Keywords: Environment. Biodiversity. Integral Protection Unit. Urban and Environmental Law.

1. Introdução

A legislação pátria prevê o SNUC, instituído pela Lei nº 9.985/00, o qual se divide em dois grupos, as Unidades de Uso Sustentável e as Unidades de Proteção Integral, nas quais se incluem os Parques Nacionais, Estaduais e Municipais. O SNUC, portanto, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação (BRASIL, 2000). Nesse contexto, o PEUt se enquadra como uma Unidade Proteção Integral devido ser uma Parque Estadual.

A Lei nº 9.985/00 vem, ainda, para regulamentar o art. 225, §1º em seus incisos I, II, III e VII da Constituição da República Federativa do Brasil (CRFB/88), demonstrando a importância do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e as incumbências que o Poder Público possui para assegurar esse direito às presentes e futuras gerações, visando à preservação, restauração, proteção da biodiversidade presente na flora e fauna (BRASIL, 1988).

O PEUt está localizado nos municípios de Belém e Ananindeua, porém sobretudo no primeiro, tendo em vista que apenas 1% do parque faz parte do segundo município. Além disso, seu bioma é o Amazônico com biodiversidade na fauna e flora. Toda a extensão do PEUt está localizada dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) da RMB (PARÁ, 2013).

Desse modo, o PEUt se enquadra como Parque Estadual, nos termos do art. 11, §4º da Lei nº 9.985/00, e especificamente fazendo parte do grupo das Unidades de Proteção Integral. E no que se refere à APA, esta é considerada como Unidade de Uso Sustentável, de acordo com o art. 14, inciso I da Lei nº. 9.985/00 (BRASIL, 2000). Além disso, o PEUt possui seu próprio Plano de Manejo, seguindo o mandamento legal trazido pela Lei nº. 9.985/00.

A RMB possui uma população estimada de 2.510.274 (dois milhões, quinhentos e dez mil, duzentos e setenta e quatro) habitantes. É formada pelos municípios de Ananindeua, Belém, Benevides, Castanhal, Marituba, Santa Bárbara do Pará e Santa Izabel do Pará, totalizando sete municípios e 3.565,783 km² (três mil, quinhentos e sessenta e cinco e setecentos e oitenta e três quilômetros quadrados) de área (PONTE et al., 2020).

A área territorial do PEUt, instituída pelo Decreto Estadual nº 265/11, totaliza 1.393,088 ha (um mil, trezentos e noventa e três mil e oitenta e oito hectares), no qual acompanha o mapa de sua área, juntamente com o memorial descritivo com descrição, área, perímetro, limites, confrontações e pontos com orientações geográficas do parque (PARÁ, 2011).

Portanto, o PEUt é uma Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral, visando a manutenção da sua área livre da interferência humana sem envolver o consumo, coleta, dano ou destruição de seus recursos naturais, conforme prevê o art. 2º, incisos VI e IX da Lei nº 9.985/00 (BRASIL, 2000).

Destarte, o PEUt ainda protege os lagos Bolonha e Água Preta, os quais juntos são responsáveis por fornecer 63% (sessenta e três por cento) do abastecimento de água para a RMB (PARÁ, 2013). Além disso, protege a biodiversidade que vive em sua área, prestando, desse modo, um serviço ambiental.

Dessa maneira, considerando a existência da lei federal que prevê a criação do SNUC e que conseqüentemente abre a possibilidade de criação de Parques Estaduais, o estudo buscou identificar se o PEUt segue as previsões legais contidas na Lei nº 9.985/00, assim, fazendo-se integrar ao SNUC dentro do grupo das Unidades de Proteção Integral. Pautando-se, para isso, em seus instrumentos normativos e em seu Plano de Manejo.

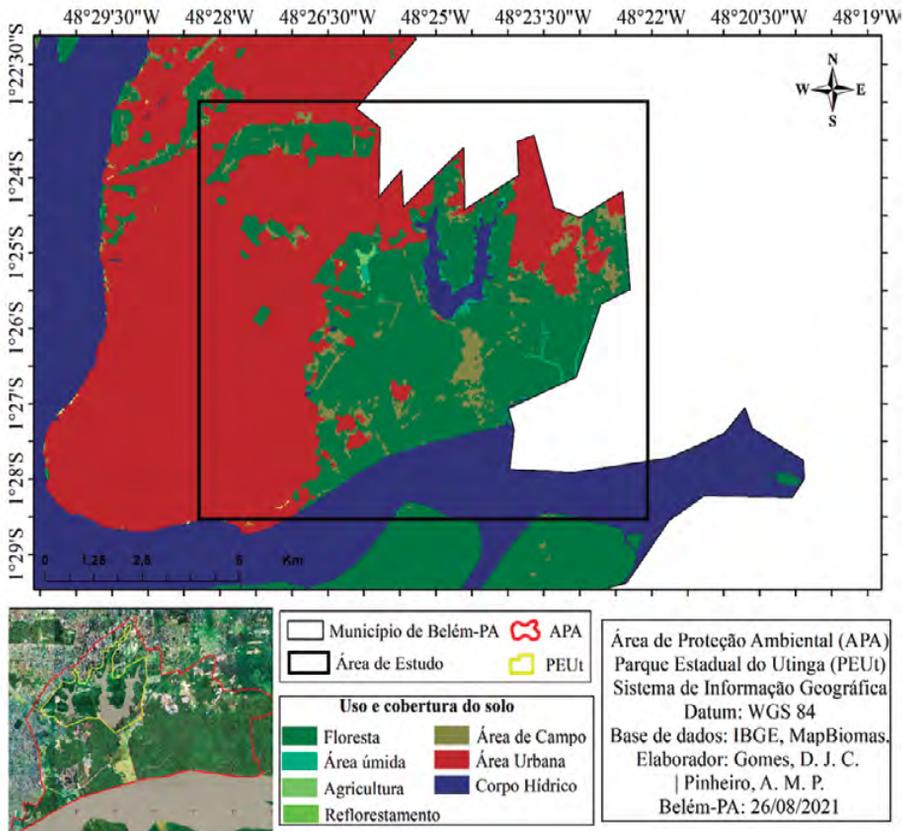
2. Material e Métodos

A área territorial da pesquisa consistiu na abrangência da extensão do PEUt, localizado nos municípios de Belém e Ananindeua, integrantes da RMB, no estado do Pará. A área do PEUt que totaliza 1.393,088 ha (um mil, trezentos e noventa e três mil e oitenta e oito hectares) está representada no mapa, juntamente com a APA que detém aproximadamente 5.653,81 ha (cinco mil, seiscentos e cinquenta e três e oitenta e um hectares) (BRASIL, 2013).

Portanto, a área geográfica que diz respeito à APA, enquadrou-se como objeto indireto de estudo, uma vez que está prevista na Lei nº 9.985/00 e se trata de uma UC de Uso Sustentável. Além disso, traz

consequências para a extensão da área do PEUt, conforme abordado em Resultados e Discussão.

Figura 1. Mapa da área de estudo: PEUt e APA.



Fonte: Adaptado de MapBiomias (2021); Silva e Silva (2017).

O mapa do estudo foi desenvolvido com o uso de ferramentas matemáticas em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Desse modo, a área destacada no quadrado superior corresponde a extensão do PEUt e da APA, estando o primeiro totalmente inserido dentro da extensão da segunda, conforme a imagem do quadrado inferior demonstra por meio da delimitação das linhas nas cores amarela que diz respeito a extensão do PEUt; e na vermelha que equivale a extensão da APA.

Desse modo a área destacada no quadrado superior que corresponde a extensão do PEUt e da APA é formada predominantemente por floresta. No entanto, também ocorre a expansão da área urbana para dentro da APA, o que causa pressão antrópica conseqüentemente para o PEUt. A área destacada ainda conta com o corpo hídrico correspondente aos lagos Bolonha e Água Preta, três pequenas áreas de reflorestamento, área úmida e área de agricultura, sendo essa última localizada dentro da área da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) localizada dentro do próprio parque.

Somado a isso, utilizou-se da pesquisa documental, mediante a análise da legislação, dentre a qual está a CRFB/88 que prevê os parâmetros basilares para assegurar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem como da Lei nº 9.985/00 que trata do SNUC e regulamenta incisos do art. 225, §1º da CRFB/88, além da Lei nº 9.795/99 que aborda a educação ambiental.

Valeu-se, igualmente, do Decreto Estadual nº 265/2011 que institui a área territorial do PEUt. Além do Plano de Manejo do parque, assim como das Instruções Normativas referentes ao serviço de condução de visitantes, eventos desportivos e parcerias dentro do parque. E ainda, usou-se do mapa supramencionado que expõe os seus limites e sua área territorial.

No que se refere à pesquisa bibliográfica, utilizou-se artigos de periódicos que tratam do objeto de estudo, qual seja o PEUt a partir de distintas áreas do conhecimento, que perpassam pela Biologia, Geografia, Ciências Ambientais e Sociologia, com discussão de sua dinâmica natural de águas, da diversidade de animais que nele habitam, das pressões antropogênicas que geram sua degradação ambiental, bem como a necessidade da presença da educação ambiental e de uma gestão ambiental efetiva; assim como de periódico na área do Direito, fornecendo a base jurídica.

3. Resultados e Discussão

3.1. As disposições da CRFB/88 e sua relação com a Lei nº 9.985/00

A CRFB/88, dentro do ordenamento jurídico brasileiro, pautado na hierarquia de normas, é aquela que se encontra no topo da pirâmide

jurídica, e, portanto, todas as demais normas existentes se subordinam ao seu texto magno, devendo observar suas previsões constitucionais para construir seus próprios textos legais.

Dessa maneira, para haver coesão nesse ordenamento jurídico é necessário que as normas infraconstitucionais decorram diretamente da CRFB/88 ou que retirem seu fundamento do texto constitucional, a fim de evitar antinomias e inconstitucionalidades, respeitando, assim, as previsões trazidas pela Constituição Brasileira (MARTINS; SIQUEIRA, 2017).

Portanto, essa hierarquia é a que deve ser observada por todas as normas que vierem a existir no mundo jurídico após o advento da CRFB/88. E nesse sentido, tem-se a Lei nº 9.985/00 que além de instituir o SNUC, também surge para regulamentar incisos específicos do art. 225, §1º da CRFB/88, os quais se observam a seguir:

Art. 225. Todos têm **direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo** e essencial à **sadia qualidade de vida, impondo-se** ao Poder Público e à coletividade o **dever** de defendê-lo e preservá-lo para as **presentes e futuras gerações**.

§ 1º Para **assegurar a efetividade** desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - **preservar e restaurar** os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - preservar a **diversidade e a integridade** do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

III - definir, em todas as unidades da Federação, **espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos**, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

[....]

VII - **proteger a fauna e a flora**, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade; (BRASIL, 1988. Grifo nosso).

Assim, percebe-se que o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado é tanto um direito quanto um dever a ser defendido e preservado por todos, indistintamente pelo Poder Público como também pela coletividade, uma vez que é considerado bem de uso comum, visando a sadia qualidade de vida das gerações atuais e daquelas que ainda virão futuramente a fazer parte do meio ambiente.

Por isso, a redação do artigo supracitado prevê uma lista de incumbências direcionadas ao Poder Público, dentre as quais preservar, restaurar e prover o manejo dos processos ecológicos, das espécies e ecossistemas; preservar tanto a diversidade quanto a integridade do patrimônio genético brasileiro; definir espaços territoriais a serem especialmente protegidos; assim como proteger a fauna e a flora.

Destarte, a partir dessa previsão constitucional surgiu a necessidade do legislador pátrio em regulamentar os incisos acima, e para isso também criou o SNUC com a finalidade de efetivá-los por meio da Lei nº 9.985/00, a qual em suas disposições preliminares traz quatro conceitos importantes para a presente discussão, em seu art. 2º, observados a seguir:

Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - **unidade de conservação**: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com **características naturais relevantes**, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção;

II - **conservação da natureza**: o **manejo do uso humano da natureza**, compreendendo a

preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, **às atuais gerações**, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das **gerações futuras**, e garantindo a sobrevivência dos **seres vivos em geral**; [...]

VI - **proteção integral**: manutenção dos ecossistemas **livres de alterações causadas por interferência humana**, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais; [...]

XI-**usosustentável**: exploração do ambiente de maneira a garantir a **perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos**, mantendo a **biodiversidade** e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente **justa e economicamente viável**; (BRASIL, 2000. Grifo nosso).

Desse modo, verifica-se que para ser considerada uma UC é preciso que o espaço territorial, o que inclui as águas jurisdicionais, tenham características naturais relevantes. E a conservação da natureza significa o seu manejo pelos seres humanos, levando em consideração as atuais e as futuras gerações, para que ambas tenham satisfeitas suas necessidades e aspirações, sem ignorar a sobrevivência dos seres vivos em geral.

Somado a isso, a proteção integral traduz que o ecossistema estará livre de possíveis alterações causadas pelo ser humano, o que se relaciona, portanto, ao grupo de Unidades de Conservação de Proteção Integral, em que se inclui o PEUt. No que se refere ao uso sustentável, apesar de haver a exploração do ambiente socialmente justa e economicamente viável, mas se busca a continuidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, para assim manter a biodiversidade, como é o caso da APA.

Nesse sentido, destaca-se que a totalidade da área do PEUt se encontra dentro da localização da APA da RMB “[...]” que possui área de aproximadamente 5.653,81 hectares, criada em maio de 1993, e que

forma um conjunto de áreas protegidas juntamente com o Refúgio de Vida Silvestre Metrópole da Amazônia e a Área de Proteção Ambiental Ilha do Combu” (PARÁ, 2013, p. 33). Logo, a área do PEUt corresponde à 1.393,088 ha (um mil, trezentos e noventa e três mil e oitenta e oito hectares) (PARÁ, 2013).

Observa-se, portanto, a preocupação que a Lei nº 9.985/00 teve ao seguir a hierarquia normativa, mantendo a coesão e o diálogo com a CRFB/88 no tocante ao meio ambiente ecologicamente equilibrado visando as presentes e futuras gerações, bem como trazendo uma concepção holística do meio ambiente, no mesmo sentido em que é prevista na Lei nº 9.795/99 que dispõe sobre a educação ambiental.

O art. 4º, da Lei nº 9.795/99 prevê como princípios básicos o enfoque holístico, em seu inciso I e no seu inciso II “a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade” (BRASIL, 1999). Dessa maneira, constata-se que ambas as leis estão interconectadas e dialogam entre si, observando, sobretudo, a hierarquia ao subordinarem seus conteúdos à CRFB/88, mantendo a coesão dentro do ordenamento jurídico pátrio.

3.2. A relação do Decreto Estadual nº 265/11, as Instruções Normativas e o Plano de Manejo do PEUt com a CRFB/88 e a Lei nº 9.985/00

O PEUt teve no ano de 2011 sua área territorial instituída, como sendo a de um polígono irregular, juntamente com a definição de seus limites, mapa e memorial descritivo de suas coordenadas geográficas por meio do Decreto Estadual nº 265/11 (PARÁ, 2011). Desse modo, essa regulamentação trazida pelo decreto, trouxe segurança jurídica ao parque, assim como permitiu a abertura de novas possibilidades de atividades a serem desenvolvidas em sua área.

Assim, vieram a existir no ordenamento jurídico, no ano de 2017, seguindo igualmente a hierarquia das normas, as Instruções Normativas de importante contribuição para o PEUt. A priori, a Instrução Normativa (IN) nº 04/17, com dez artigos, veio dispor sobre normas e procedimentos administrativos relativos à prestação do serviço de condução de visitantes nas Unidades de Conservação Estaduais (PARÁ, 2017a).

Nesse contexto, a IN nº 04/17 prevê em seu art. 2º, inciso I que o condutor de visitantes precisa ser uma pessoa física, e não uma pessoa jurídica, e desenvolverá atividades informativas e interpretativas sobre o ambiente natural e cultural da Unidade de Conservação (UC) bem como contribuirá para o monitoramento dos impactos socioambientais nos locais de visitação (PARÁ, 2017a). Veja-se, então, a importância do papel do condutor, estando de acordo com a previsão do art. 11, §2º da Lei nº 9.985/00 no que diz respeito à visitação pública.

Atrelado a isso, o condutor de visitantes poderá realizar trilhas que são consideradas pela IN nº 04/17 em seu art. 2º, incisos III e IV, como prestação de serviço comercial no interior da UC, mediante Termo de Autorização. Porém, esse tipo de serviço somente poderá ser concretizado na UC que dispuser de Plano de Manejo, conforme seu art. 3º (PARÁ, 2017a). Portanto, é possível a realização de trilhas na área do PEUt, tendo em vista que possui seu próprio Plano de Manejo.

No art. 6º da IN nº 04/17 se prevê que é desejável que o condutor de visitantes seja morador do interior ou do entorno da UC (PARÁ, 2017a), o que fomenta o envolvimento dos próprios moradores com as atividades da UC, fazendo com que conheçam a realidade da área em que vivem ou que é próxima de si, induzindo também, em uma própria concepção de educação ambiental por parte desses moradores.

Outro ponto importante previsto no art. 7º, inciso V c/c art. 8º é a necessidade de o condutor de visitantes fazer cursos obrigatórios e prezar pela sua formação continuada em cursos e capacitações, visando as necessidades da UC e as atividades nela desenvolvidas (PARÁ, 2017a). Isso faz com que o condutor se mantenha atualizado na qualidade da prestação de serviço comercial e sobretudo, na responsabilidade socioambiental que possui ao exercer as atividades na UC.

No tocante à IN nº 05/17, composta por onze artigos e quatro anexos, estabelece normas para a realização de eventos desportivos no PEUt pelo fato dos variados benefícios em se realizar esse tipo de evento em uma UC, com destaque para a “[...] segurança dos participantes em trânsito, a qualidade do ar, a contemplação da beleza cênica local [...]” (PARÁ, 2017b).

Além disso, o art. 2º da IN nº 05/17 prevê que as atividades esportivas podem ser formais e não-formais que se possam realizar por pedestres ou por ciclistas nas vias pavimentadas do PEUt, mediante autorização fornecida pelo Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (IDEFLOR-Bio) (PARÁ, 2017b). Essa redação está em consonância com o previsto no art. 11, *caput* da Lei nº 9.985/00, no que diz respeito às atividades de recreação em contato com a natureza dentro de um Parque Estadual.

No art. 4º da IN nº 05/17 é previsto por evento a participação de até 1.000 (mil) pessoas, considerado um evento de porte III, sendo que para eventos entre 101 (cento e uma) e 400 (quatrocentas) pessoas é exigido que seja preenchido pelo proponente ou organizador do evento o Memorial Descritivo do Evento Desportivo e o Termo de Contrapartida (PARÁ, 2017b).

Conforme o art. 5º da IN nº 05/17, as contrapartidas devem ter correlação direta com um dos quinze Programas de Gestão existentes. E embora as contrapartidas não admitam valor pecuniário, devem ser fixadas pelo IDEFLOR-Bio, tendo como base o valor equivalente ou proporcional aos custos estimados de realização do evento em logradouros públicos no município de Belém, havendo a possibilidade também em contabilizar os benefícios adicionais de segurança, saúde, bem-estar físico, mental e consciência ambiental existente quando da realização de eventos em UC (PARÁ, 2017b).

Outro ponto relevante, trazido pelo art. 6º, §2º da IN nº 05/17, diz respeito aos resíduos sólidos gerados em decorrência do evento, seja antes, durante ou após, devem começar a ser retirados após a primeira hora contada a partir do término do oficial do evento (PARÁ, 2017b). Nesse ponto resta claro o compromisso da IN nº 05/17 referente à manutenção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, assim como previsto no art. 225 da CRFB/88, visando tanto as presentes gerações quanto às futuras; bem como o fomento à educação ambiental.

E ainda, o art. 8º c/c art. 9º, ambos da IN nº 05/17 dispõem que as despesas do evento serão custeadas de maneira exclusiva pelas pessoas do proponente, organizador, parceiro e/ou colaborador do evento esportivo, incluindo uma lista de deveres a serem cumpridas, como res-

peitar os limites sonoros e responder por todos os danos que venham a ocorrer de maneira direta ou indireta em razão do evento, tendo como consequência sanções cabíveis (PARÁ, 2017b). Portanto, estando em consonância com a redação do texto constitucional.

No que tange à IN nº 07/17 que possui dez artigos e um anexo, estabelece a forma e critérios para o Procedimento de Manifestação de Interesse (PMIS) que permite às organizações da sociedade civil a apresentação de propostas ao IDEFLOR-Bio, para que este avalie a possibilidade de realização de chamamento público objetivando a celebração de parceria (PARÁ, 2017c).

A IN nº 07/17, de acordo com a redação de seu art. 1º c/c ar. 2º, inciso IV, tem o intuito de celebrar parceria que favoreça ou priorize a implementação e gestão do PEUt, atendendo, para isso requisito de “[...] diagnóstico da realidade que se quer modificar, aprimorar ou desenvolver e, quando possível, indicação da viabilidade, dos custos, dos benefícios e dos prazos de execução da ação pretendida” (PARÁ, 2017c). Essa previsão faz relação direta com a Lei nº 9.985/00 em seu art. 11, *caput* no que se refere ao próprio objetivo básico de um parque.

A Lei nº 9.985/00 em seu art. 2º, inciso XVII conceitua o que seria um Plano de Manejo como sendo o “[...] **documento técnico** mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu **zoneamento** e as **normas** que devem presidir o **uso** da área e o **manejo** dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à **gestão** da unidade” (BRASIL, 2000. Grifo nosso).

Portanto, é mandamento legal que uma UC tenha seu próprio Plano de Manejo, conforme redação do art. 27, *caput* da Lei nº 9.985/00. Assim como, conforme a redação do §1º do mesmo artigo, no Plano de Manejo deve ser abrangida a área da UC, bem como sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, e com a inclusão de medidas que promovam sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas (BRASIL, 2000).

No que se refere ao Plano de Manejo do PEUt está dividido em três capítulos, e se trata de uma revisão do primeiro plano elaborado e publicado no ano de 1994. No primeiro capítulo, trata-se sobre seus

aspectos gerais como localização, histórico de criação, planejamento e gestão (PARÁ, 2013), os quais são necessários para iniciar as discussões sobre o parque.

O segundo capítulo traz o diagnóstico das características de sua paisagem, quanto aos tipos de floresta, pressão antrópica, massa de água e volume de biomassa; suas características físicas de clima, solo, altitude, geologia, hidrografia; características biológicas que dizem respeito à Botânica, Ictiofauna, Herpetofauna, Avifauna, Mastofauna e Entomofauna; características socioeconômicas que se ligam ao uso público do parque, à sua gestão e análise integrada dos potenciais e ameaças do PEUt, trazendo novamente a questão da pressão antrópica (PARÁ, 2013).

Somado a isso, em seu terceiro capítulo é discutido a missão e visão de futuro do PEUt, o zoneamento, os objetivos do Plano de Manejo, assim como os programas de manejo existentes, dentre os quais totalizam sete. E por fim, o cronograma de execução do plano (PARÁ, 2013). Percebe-se, dessa maneira, que o Plano de Manejo do PEUt segue as previsões legais não somente da Lei nº 9.985/00, em seu art. 2º, XVII; art. 11; art. 27, *caput* e §1º. Como também da própria CRFB/88, pautando-se nas previsões do art. 225 discutido anteriormente no tópico 1.

3.3. A biodiversidade da fauna e flora existente no PEUt e as pressões antrópicas sofridas

Conforme discutido no tópico anterior é contido no Plano de Manejo do PEUt a biodiversidade da fauna e flora em sua área territorial, com a descrição da vegetação e dos animais que ali habitam. Um estudo publicado no ano de 2018, cinco anos após a publicação do Plano de Manejo atual, divulgou queda nas espécies de anfíbios e répteis na área do PEUt, conforme se observa:

We recently conducted surveys of the herpetofauna in this park and compared records from 1990 to the present with data from before 1985, in order to detect possible local extinctions due to the increase of urban and degraded areas. In total, 49 species

of amphibians (45 frogs, one salamander, three caecilians) and 86 species of reptiles (27 lizards, four amphisbaenians, 49 snakes, one caiman, five turtles) were recorded in the park. Comparing the two periods, 16% of the amphibians and 11% of the lizards have not been found since 1990. We discuss the possibilities of local extinction versus sampling deficiency or other causes for the observed absences (AVILA-PIRES et al., 2018, p. 499).

Destarte, a pesquisa identifica que houve queda na população de anfíbios e lagartos quando analisadas as amostras entre os anos de 2007-2009 e 2014-2015, quando em comparação com o período anterior ao ano de 1985. No entanto, o estudo aponta, conforme tradução livre do excerto acima, que a extinção local pode ter relação com a expansão da área urbana e degradada, assim como pode ter se obtido esse resultado por deficiência de amostragem.

Em comparação com as informações trazidas no Plano de Manejo do PEUt, no ano de 2012 foram feitas coletas durante cinco dias para o levantamento da Herpetofauna com identificação de 7 espécies de anfíbios e 26 de répteis em uma Avaliação Ecológica Rápida (AER). E concluiu-se que as espécies do PEUt não estão sob qualquer grau de ameaça, podendo até mesmo se beneficiar com as ações antrópicas, exceto o tracajá *Podocnemis unifilis* (PARÁ, 2013).

Desse modo, destaca-se que houve divergência entre os resultados do estudo publicado no ano de 2018 e os dados trazidos pelo Plano de Manejo do PEUt do ano de 2013, o qual continua sendo atualmente o plano vigente, ambos tratando da Herpetofauna. Pois, no primeiro se aponta a ocorrência de extinção local, e no segundo, afirma-se que as espécies não sofrem qualquer grau de ameaça.

No que diz respeito à biodiversidade tanto da fauna quanto da flora, no ano de 2018 foi desenvolvido um projeto interligado à disciplina de Geografia da turma do 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola do município de Ananindeua, que consistia em visitar o PEUt a fim de que os alunos analisassem e compreendessem os temas de vegetação, hidrografia e biodiversidade na área do parque (CARDOSO et al., 2020).

Nesse sentido, o projeto envolve não somente o ensino da Geografia voltada à aprendizagem dos alunos, como também tem como base a aplicação da educação ambiental, trazendo efetividade à Lei nº 9.795/99, conforme prevê em seu art. 9º ao englobar o Ensino Fundamental, bem como seguindo os parâmetros do art. 10, *caput* em que “A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa **integrada, contínua e permanente** em todos os níveis e modalidades do ensino formal” (BRASIL, 1999. Grifo nosso).

Desse modo, não é possível desconsiderar o impacto positivo de ações como essa aplicadas pelos professores, em que se busca desenvolver desde cedo a percepção dos alunos e o senso crítico diante do meio ambiente, conscientizando-os do dever que possuem na manutenção do meio ambiente ecologicamente equilibrado e ao mesmo tempo mostrando que também se trata de um direito comum a todos.

Faz-se necessário discutir sobre as pressões antrópicas que o PEUt tem sofrido, tanto dentro de sua área quanto ao seu entorno. Portanto, destaca-se o que diz respeito à pressão antrópica interna sofrida a partir das contradições identificadas em estudo publicado no ano de 2020, no qual se demonstra que o projeto paisagístico na entrada do parque, as atividades terceirizadas de turismo de natureza, assim como a mudança do público frequentador devido à divulgação midiática contribuem para que ocorra essa pressão antrópica dentro do parque (SANTOS; COSTA; OLIVEIRA, 2020).

No que se refere à pressão antrópica ao entorno do PEUt, em outro estudo publicado igualmente no ano de 2020, no qual por meio de indicadores ambientais foi identificado que a ocupação residencial tem como consequência o despejo de substâncias que chegam no lago Bolonha causando a proliferação de macrófitas fixas e flutuantes no manancial o que influencia na qualidade da água no lago Água Preta (SOUZA et al., 2020).

Isso significa que os lagos Bolonha e Água Preta têm sofrido impactos ambientais diretamente causados pela influência antrópica, o que tem se tornado um ciclo de dano ambiental permanente, tendo em vista que as águas dos lagos abastecem as residências dos moradores da RMB. Isto é, essa mesma ocupação residencial ao entorno do PEUt

que consome a água, também despeja substâncias que chegam até as águas dos lagos e são distribuídas novamente às residências já com a qualidade comprometida.

No próprio Plano de Manejo do parque se reconhece que ambos os lagos sofrem pressão antrópica, uma vez que estão submetidos a graves impactos ambientais. Isso já havia sido detectado desde o ano de lançamento do atual Plano de Manejo do PEUt que data do ano de 2013, conforme se observa no excerto a seguir:

[...] de fato, estão sujeitos a fortes impactos ambientais, tais como a presença de odores fétidos, águas sujas, cheiro forte de gás sulfídrico, camada de óleo fina e presença de troncos de árvores. Atualmente, os lagos sofrem pelo lançamento desenfreado de esgoto doméstico pela população que reside no entorno do parque, pois não há saneamento básico na região (PARÁ, 2013, p. 230).

Atrelado a isso, devido o PEUt estar totalmente inserido dentro da área da APA, o parque também sofre pressão ao seu entorno em decorrência do despejo de resíduos sólidos de maneira inadequada, além do avanço do desmatamento igualmente ao seu entorno devido a ocupação humana desenfreada, sem levar em consideração os seus limites e que representa juridicamente uma UC de Proteção Integral. O próprio Plano de Manejo do parque relata essa realidade:

Como **ameaças** à UC, é possível pontuar o seguinte: existem **moradias dentro dos limites** do parque, contrariando a regulamentação da UC; há invasão da população para “lazer” em pontos estratégicos do parque; falta conhecimento e respeito sobre o espaço público; **a sociedade não vê o parque como uma prioridade**; a população **do entorno derruba os muros do parque**; há **retirada ilegal de recursos naturais** (caça, pesca, extrativismo); há vários **acessos irregulares** nos limites do parque; já houve ocorrência de **violência** (roubos, assaltos etc.) no interior do parque. Invariavelmente, essa

pressão humana **afeta e dificulta** a gestão desta e das demais UCs existentes na RMB (PARÁ, 2013, p. 230. Grifo nosso).

Dessa forma, o parque sofre dois tipos de pressão antrópica, tanto a pressão interna quanto a pressão externa ao seu entorno, o que causa consequências para a biodiversidade da fauna e da flora existente na área. Violando, dessa maneira, o previsto no art. 2º, inciso VI da Lei nº 9.985/00, tendo em vista que não tem ocorrido a manutenção dos ecossistemas de maneira a não sofrer alterações antrópicas, resultando em um uso direto, de maneira ilegal, dos recursos naturais, por meio da caça, pesca, extrativismo (BRASIL, 2000).

Destaca-se que a existência da APA contribui para a ocorrência da pressão antrópica ao entorno do PEUt, ao considerar que a APA se enquadra como UC de Uso Sustentável e o parque como sendo uma UC de Proteção Integral. Assim, nos termos do art.15, *caput* da Lei nº 9.985/00, a APA consiste em uma área extensa e com certo grau de ocupação humana, e ao mesmo tempo tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica que nela habita, assim como disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso de seus recursos naturais (BRASIL, 2000).

Nesse sentido, entende-se por uso sustentável no art. 2º, inciso XI da própria Lei nº. 9.985/00, como sendo a “exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável” (BRASIL, 2000).

Portanto, a APA em estudo cumpre com as previsões legais que lhe permitem ter em sua área a ocupação humana. No entanto, essa ocupação não tem observado de maneira disciplinada o processo de ocupação, uma vez que tem causado pressão antrópica ao entorno do PEUt. Portanto, essa prática viola a previsão legal contida na Lei nº 9.985/00.

Em contrapartida, a flora do parque apesar das pressões antrópicas que tem sofrido, possui projetos de pesquisa que valorizam e pro-

tegem sua biodiversidade, como o Projeto Flora do Utinga e o de Implantação de parcelas permanentes para o monitoramento da dinâmica florestal do PEUt, ambos coordenadores pelo pesquisador Leandro Valle Ferreira, iniciados no ano de 2019 e em andamento no ano atual de 2021 (BRASIL, 2021).

Desse modo, apesar da existência de práticas ilegais que violam as determinações previstas na Lei nº 9.985/00, existem por outro lado práticas de pesquisa científica que promovem a concretização dos ditames previstos na referida lei, assim como trazendo efetividade ao art. 225, *caput* da CRFB/88 quanto ao dever de defender e preservar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem como observando a aplicabilidade de seu §1º, incisos I, II, III e VII, conforme já discutido no tópico 1 dos Resultados e Discussão.

3.4. A educação ambiental como processo a fim de conter as pressões sofridas pelo PEUt

A educação ambiental possui espaço no ordenamento jurídico pátrio com o advento da Lei nº 9.795/99, a qual também instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). Destarte, a lei trata de conceituar o que seria a educação ambiental, em seu art. 1º como sendo “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade **constroem** valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, **bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida** e sua sustentabilidade” (BRASIL, 1999. Grifo nosso).

Nota-se, então, que a educação ambiental é uma construção que envolve permanentemente o indivíduo e a coletividade, assim como segue os ditames legais da Carta Maior ao fazer menção àquilo que está previsto no art. 225, *caput* da CRFB/88 quanto ao meio ambiente ser um bem de uso comum essencial à sadia qualidade de vida. Somado a isso, o art. 1º supracitado ainda inova trazendo em sua redação o termo da sustentabilidade, reconhecido na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano ocorrida no ano de 1972, em Estocolmo na Suécia.

Nesse contexto, a origem do termo da sustentabilidade foi trazida na Declaração de Estocolmo de 1972, em seu Princípio 5, em que

se estabeleceu que “The non-renewable resources of the earth must be employed in such a way as to guard against the danger of their future exhaustion and to ensure that benefits from such employment are shared by all mankind” (ONU, 1972, p. 4).

Desse modo, o termo da sustentabilidade reside em fazer compreender que é necessário evitar o esgotamento dos recursos naturais não renováveis, visando a perpetuação da própria sobrevivência humana, uma vez que a humanidade depende do equilíbrio na quantidade e na qualidade dos recursos naturais existentes.

Como instrumento para garantir a efetivação do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, tem-se o Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA), o qual por meio da educação ambiental busca dentre seus princípios a “Concepção de ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência sistêmica entre o meio natural e o construído, o socioeconômico, o cultural, a trajetória histórica, o espiritual, sob o enfoque da sustentabilidade e considerando as especificidades territoriais” (BRASIL. MMA, 2018, p. 25).

O programa foi criado no ano de 1994 e atualmente está em sua 5ª edição, e traça as diretrizes, os princípios, a missão, a visão, assim como os objetivos, os públicos e as linhas de ação e estratégia, possuindo três componentes, quais sejam a capacitação dos gestores e educadores, o desenvolvimento de ações educativas e o desenvolvimento de instrumentos e metodologias (BRASIL. MMA, 2018).

Nesse contexto de educação ambiental foi realizado um estudo no ano de 2007, que apesar do decurso do tempo se mantém inédito no tipo de análise que foi feita levando em consideração a aplicação do ProNEA nas Unidades de Conservação do país, sendo 18 (dezoito) na Região Norte, por meio de questionários e que teve como resultado o Mapeamento e diagnóstico de ações de comunicação e ação ambiental no âmbito do SNUC (BRASIL. MMA, 2018).

Iniciativas de pesquisa como essa auxiliam na compreensão de como se tem avançado na prática da educação ambiental no país, pois fornece um panorama das ações que têm sido desenvolvidas e avalia de que maneira a legislação pátria é aplicada, proporcionando a efeti-

vidade das políticas públicas e programas existentes, como o caso da PNEA e do ProNEA. Desse modo, os resultados obtidos servem de parâmetros para que seja feito os ajustes necessários, almejando o melhoramento contínuo desses instrumentos.

Outro estudo sobre educação ambiental, mais recente, datado do ano de 2017 foi desenvolvido, porém direcionado especificamente para o PEUt. Nesse estudo se discute o Projeto Saneamento e Cidadania da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) que objetiva despertar na comunidade o uso racional da água e a preservação dos recursos hídricos, a fim de que se evite desperdícios e se preserve os mananciais dos lagos Bolonha e Água Preta que se localizam na área do PEUt (SILVA; SILVA, 2017).

No Plano de Manejo do PEUt é possível encontrar a educação ambiental dentro das atividades de desenvolvimento no parque. Uma das formas de vivenciar na prática é por meio de visitas guiadas, as quais são agendadas previamente e realizadas pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará (SEMA). Somado a isso, no próprio planejamento anual do PEUt a educação ambiental aparece como sendo um programa (PARÁ, 2013).

Sugere-se, dessa maneira, que essas práticas de educação ambiental aplicadas em Unidades de Conservação, como no caso do PEUt, sejam trabalhadas também com a própria comunidade que reside ao entorno do parque. Pois, faz-se necessário, que a comunidade desenvolva essa consciência ambiental na construção dos valores e conhecimentos para efetivar a educação ambiental voltada à conservação da APA e à preservação do parque, com a finalidade de conter as pressões antrópicas que ambas as áreas sofrem, sobretudo o parque.

Desse modo, o que se observa é a existência de práticas voltadas para a efetivação da educação ambiental, levando em consideração o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, a contribuição da geração presente visando à qualidade de vida e o bem-estar das gerações futuras. Isso com a observância da legislação que trata da educação ambiental, juntamente com os programas voltados para o mesmo tema.

4. Considerações Finais

Mediante o que foi apresentado e discutido, verificou-se que de fato o PEUt segue as previsões contidas na Lei nº 9.985/00, sobretudo

por meio de seu Plano de Manejo e Instruções Normativas estudadas. Assim, de maneira a seguir a hierarquia das normas, todas, portanto, observam os ditames da CRFB/88.

No entanto, o parque sofre pressões antrópicas, tanto pressões internas quanto ao seu entorno, como o turismo de natureza, o despejo de lixo em locais inadequados que afetam a qualidade da água dos lagos Bolonha e Água Preta. Assim como, a perda da biodiversidade da fauna, apesar de que no Plano de Manejo não há relato dessa perda.

E apesar da pressão antrópica desempenhada pelo desmatamento com a ocupação humana para moradias, faz-se presente a pesquisa científica direcionada à flora no PEUt. Dessa maneira, com foco no desenvolvimento de projetos que visam a preservação da biodiversidade de sua flora e o monitoramento de sua dinâmica florestal.

Atrelado a isso, o fato de o PEUt estar localizado totalmente dentro da área da APA é um fator negativo, uma vez que esta é uma UC de Uso Sustentável, o que permite legalmente que se tenha o desenvolvimento da ocupação humana. No entanto, uma vez que não se tenha a observância do disciplinamento do processo de ocupação, conseqüentemente isso causa a pressão antrópica pela qual o parque passa.

Dessa maneira, observou-se que essas pressões antrópicas causam impactos que interferem no meio ambiente ecologicamente equilibrado da área e questionam a proteção integral prevista legalmente. Contudo, tendo a educação ambiental papel preponderante para conter o avanço das pressões. Para isso, as Unidades de Conservação contam com a Lei nº 9.795/99.

Desse modo, o PEUt agrupado como UC de Proteção Integral possui a aplicação na prática da educação ambiental, seja por meio das atividades do próprio parque a partir de seu Plano de Manejo, seja pelo trabalho desenvolvido pela COSANPA. Assim como pelas atividades acadêmicas e de pesquisas científicas desenvolvidas por docentes que aplicam a educação ambiental de maneira integrada na educação básica.

Agradecimentos

Agradecemos ao mestrando Dênis José Cardoso Gomes por gentilmente ter cedido parte de sua disponibilidade de tempo para auxiliar na produção do mapa que compõe esse capítulo. Reservando, desse modo, uma parcela de suas tardes para concretizar a tentativa de empenho dos autores em desenvolvê-lo.

REFERÊNCIAS

AVILA-PIRES, Teresa C.S. et al. Changes in amphibian and reptile diversity over time in Parque Estadual do Utinga, Pará State, Brazil, a protected area surrounded by urbanization. **Herpetology Notes**, California, vol. 11: 499-512, p. 499-512, 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. Currículo da Plataforma Lattes. **Informações sobre os projetos de pesquisa de Leandro Valle Ferreira**. Brasília, 2021. Disponível em <<http://lattes.cnpq.br/8103998556619871>>. Acesso em 20 ago. 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 01 ago. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1999. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em 03 ago. 2021.

BRASIL **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2000. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em 31 jul. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Educação ambiental por um Brasil sustentável: ProNEA, marcos legais e normativos**. 5ª ed. Brasília, DF: MMA, 2018. 104p.

BRASIL. **Projeto MapBiomias Brasil**. Coleção 6 da série anual de mapas de cobertura e uso do solo do Brasil. Disponível em <<https://mapbiomas.org/>>. Acesso em 25 ago. 2021.

CARDOSO, Uedmaro Dias et al. (Re)conhecendo a Amazônia: prática de campo no Parque Estadual do Utinga – PA. **Revista Amazônica sobre Ensino de Geografia**, Belém, vol. 02, n. 01, p. 29-38, jan.-jun. 2020.

MARTINS, Paulo Henrique; SIQUEIRA, Dirceu Pereira. A norma fundamental hipotética de Kelsen e antinomia em relação às cartas constitucionais democráticas, com destaque à carta democrática brasileira de 1988. **Revista Brasileira de Teoria Constitucional**, Brasília, vol. 03, n. 01, p. 56-78, jan.-jun. 2017.

PARÁ. **Decreto Estadual nº 265, de 30 de novembro de 2011**. Institui a área territorial do Parque Estadual do Utinga. Pará, Belém: 2011. Disponível em <<http://ideflorbio.pa.gov.br/utinga/sobre/legislacao/>>. Acesso em 02 ago. 2021.

PARÁ. Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará – IDEFLOR-Bio. **Instrução Normativa nº 04, de 12 de abril de 2017**. Dispõe sobre normas e procedimentos administrativos relativos à prestação do serviço de condução de visitantes nas unidades de conservação estaduais. Pará, Belém: 2017a. Disponível em <<http://ideflorbio.pa.gov.br/utinga/sobre/legislacao/>>. Acesso em 01 ago. 2021.

PARÁ. Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará – IDEFLOR-Bio. **Instrução Normativa nº 05, de 03 de agosto de 2017**. Estabelece normas para a realização de eventos desportivos no Parque Estadual do Utinga. Pará, Belém: 2017b. Disponível em <<http://ideflorbio.pa.gov.br/utinga/sobre/legislacao/>>. Acesso em 01 ago. 2021.

PARÁ. Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará – IDEFLOR-Bio. **Instrução Normativa nº 07, de 04 de outubro de 2017**. Estabelece a forma e critérios para o Procedimento de Manifestação de Interesse – PMIS que permite às organizações da sociedade civil a apresentação de propostas ao IDEFLOR-BIO para que este avalie a possibilidade de realização de chamamento público objetivando

a celebração de parceria. Pará, Belém: 2017c. Disponível em <<http://ideflorbio.pa.gov.br/utinga/sobre/legislacao/>>. Acesso em 01 ago. 2021.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Revisão do Plano de Manejo do Parque Estadual do Utinga**. Belém: SEMA; Belém: IMAZON, 2013. 376p.

PONTE, Juliano Pamplona Ximenes et al. A Região Metropolitana de Belém: territórios precários, condições de infraestrutura, moradia e a covid-19 In: **As metrópoles e a covid-19: dossiê nacional**. Laboratório Cidades na Amazônia FAU-UFPA, Belém, 2020. 39p.

SANTOS, Jorge Sales dos; COSTA, Aelton Dias; OLIVEIRA, Rita Denize. Parque Estadual do Utinga: pertencimento, pressões antropogênicas e mudanças socioespaciais em Belém-Pará. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, São Paulo, vol.08, n.17, p. 27-43, 2020.

SILVA, José Bitencourt da; SILVA, Maria Cecília de Paula. Educação ambiental aplicada em parque estadual no Pará: uma perspectiva crítica. **Revista Geográfica Acadêmica - UFRR**, Roraima, vol. 11, n. 01, p.75-86, 2017.

SOUZA, Charles Benedito Gemaque et al. O uso de indicadores ambientais na avaliação de unidades de conservação: o caso do Parque Estadual do Utinga em Belém/PA (PEUT). **Nature and Conservation**, Sergipe, v.13, n. 01, p.86-94, 2020.

UNITED NATIONS. **Report of the United Nations Conference of the Human Environment**. Stockholm, 5-16 June, 1972. 80 p. Disponível <<https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/humanenvironment>>. Acesso em 22 ago. 2021.

VALENTI, Mayla Willik et al. Educação ambiental em unidades de conservação: políticas públicas e a prática educativa. **Educação em Revista - UFMG**, Belo Horizonte, v.28, n. 01, p.267-288, mar. 2012.

CAPÍTULO 10

ANÁLISE DOS CONFLITOS TERRITORIAIS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO TUCUNDUBA – PA

Fabianne Mesquita Pereira¹, Lucas Botelho Jerônimo², José Augusto Carvalho de Araújo³, Altem Nascimento Pontes⁴

¹Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (UEPA).
E-mail: fabi.annepereira@hotmail.com

²Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (UEPA).
E-mail: lucasbotelhoobj@gmail.com

³Doutor em Sociologia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Professor da Universidade do Estado do Pará (UEPA). E-mail: augustocarvalho@uepa.br

⁴Doutor em Ciências, na modalidade física, pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor da Universidade do Estado do Pará (UEPA).
E-mail: altempontes@hotmail.com

Resumo

A forma desordenada de ocupação e a falta de políticas públicas, foram ao logo do processo histórico de formação da cidade de Belém, fator determinante para a deflagração de um quadro de degradação social e ambiental. Diante disso, a presente pesquisa buscou identificar, por meio de levantamento de pesquisas bibliográficas já realizadas no período entre 2003 a 2020, os principais conflitos e impactos socioambientais na Bacia Hidrográfica do Tucunduba. Conclui-se com uma tabulação sobre os principais estudos desenvolvidos pelos autores sobre as diferentes abordagens e suas metodologias que a grande maioria dos estudos se concentram em avaliar como se deu o processo de urbanização da bacia, além disso, são deficitários estudos específicos sobre as populações locais, qualidade da água e gestão de resíduos sólidos.

Palavras-chave: Ocupação; Urbanização; Impactos Ambientais.

Abstract

The disorderly form of occupation and the lack of public policies were, along the historical process of formation of the city of Belém, a determining factor for the outbreak of a framework of social and environmental degradation. Therefore, this research sought to identify, through a survey of bibliographic research already carried out in the period between 2003 and 2020, the main conflicts and socio-environmental impacts in the Tucunduba Hydrographic Basin. It concludes with a tabulation of the main studies developed by the authors on the different approaches and their methodologies that the vast majority of studies focus on evaluating how the basin's urbanization process took place. Furthermore, specific studies on populations are deficient. water quality and solid waste management.

Keywords: Occupation; Urbanization; Environmental impacts.

Introdução

Sendo a água um recurso essencial para manutenção da vida na terra, a civilização humana sempre desabrochou onde haviam fontes confiáveis e limpas de água doce, em especial para aproveitamento humano – seja para beber, lavar ou para recreação (Agencia Nacional de Águas – ANA, 2013). Embora muito se tenha evoluído quanto aos processos de ocupação, a relação entre água e espaço ainda é estratégica no ordenamento e ocupação dos territórios (TSUTSI e EMPINOTTI, 2021). Assim é possível observar o quanto este elemento serviu e ainda serve para o estabelecimento do processo de urbanização.

Ainda neste contexto de ocupação, o processo de industrialização intensificou a desvalorização do rural pela falta de incentivo dos governantes, com isso, a demanda por espaços urbanos aumentou devido à grande migração da população rural para a zona urbana (MANFRÉ, 2021). Tal situação acarretou diversos problemas a população e também a questão ambiental, em especial aos recursos hídricos, pois vários fatores colaboraram para que a relação entre crescimento da população e preservação dos recursos hídricos se tornasse conflituosa e danosa para este último (CARVALHO e ROCHA, 2020). Esse êxodo foi marcado por

grandes conseqüências, pois essa população é deslocada, em grande parte, para espaços sem infraestrutura e sem gestão adequada para recebê-la, proporcionando uma má qualidade de vida às pessoas e resultando também no aumento das desigualdades sociais (ALVES, 2017).

A forma desordenada de ocupação e a falta de políticas públicas voltadas à inclusão das camadas mais pobres da população foram ao logo do processo histórico da formação da cidade de Belém, fator determinante para a deflagração de um quadro de degradação social e ambiental (AZEVEDO, et al., 2020). Este processo trouxe como conseqüências, graves conflitos socioambientais sofridos atualmente, por uma parcela significativa da cidade (MARINHO, SARAIVA e RODRIGUES, 2015).

São comuns os conflitos que ocorrem no âmbito das bacias hidrográficas, justamente as definidas como unidade principal no processo de gestão de recursos hídricos, por abranger os usos múltiplos (OLIVEIRA, CASTRILLON e LEÃO, 2021). Em Belém, cidade amazônica, urbanizada e banhada por inúmeras bacias hidrográficas, é possível ver muito claramente os conflitos nas bacias hidrográficas, fato curioso tendo em vista a abundância de água nestes ambientes. Porém, a cidade tornou-se um exemplo de que quantidade não é inerente a qualidade e, neste sentido, os conflitos tomam outras características.

Reforçando a questão anterior, Tozi (2020) afirma que é difícil imaginar que na Amazônia existam casos de conflitos por água, sobre as águas e pelas águas. Belém, em meio à floresta amazônica vive este paradoxo conflito. A cidade é entrecortada por igarapés, circundada por rios e ainda apresenta vários episódios de conflitos. Sendo os mais comuns os referentes à qualidade da água que é vista como inapropriada.

Dentre tantos exemplos de ocupação desordenada em Belém, tem-se a Bacia Hidrográfica do Tucunduba. Oliveira et al, 2019, em sua abordagem, afirmam que a área da Bacia do Tucunduba caracteriza-se pela elevada concentração populacional, com ocupações realizadas por pessoas de baixa renda que foram marcadas por conflitos fundiários urbanos centrados nas lutas pelo direito a moradias, intensificadas principalmente na década de 1980, pelos leitos dos rios. Tal configuração transformou os igarapés em canais de escoamento dos dejetos da

cidade, alterando as cabeceiras e os leitos dos cursos d'água por causa do aumento da densidade das construções urbanas, além da intensa redução de cobertura vegetal, impermeabilização do solo, lançamento de lixo e de esgotos (BARBOSA, 2003).

Neste cenário de inúmeras problemáticas surge o questionamento “como o processo de ocupação da bacia hidrográfica do rio Tucunduba interferiu na atual dinâmica territorial, da paisagem e modo de vida dos atores sociais moradores das áreas urbanas e quais os impactos socioambientais que provocou?”. Tal indagação é extremamente importante para que se faça um aprofundamento ao tema através dos estudos publicados, em busca de respostas que justifiquem a atual conjuntura dos fatos dentro da Bacia do Tucunduba. Ou seja, como se originou todo o processo que trouxe como conseqüências inúmeros entraves para a população que reside atualmente no âmbito da referida bacia hidrográfica e quais são as principais abordagens desenvolvidas sobre a referida bacia.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi realizar uma análise dos conflitos territoriais e os impactos socioambientais decorrentes do processo de ocupação desordenada que se estabeleceu no perímetro que compreende a Bacia Hidrográfica do Rio Tucunduba, majoritariamente, os estudos encontrados sobre esta bacia, abordam os aspectos envolvendo os impactos ambientais em consequência do processo de urbanização.

1. Fundamentação Teórica

A região da Bacia Hidrográfica do Tucunduba começou a ser ocupada no século XVIII através da doação de sesmarias para Theodoro Soares Pereira por volta do ano de 1728, posteriormente essas terras passaram a ser de domínio da Santa Casa de Misericórdia, espaço que apresentava estrutura precária, que abrigava pessoas acometidas por doenças mentais e infectados por hanseníase e varíola, além de abrigar pessoas com doenças contagiosas essa região era de difícil acesso e por conter grandes extensões de terras deu espaço para criação e funcionamento do hospital dos alienados, hospital de isolamento, leprosário e cemitérios (LUZ et al., 2015).

No século XX o bairro do Guamá permanecia pouco habitado, tendo o igarapé do Tucunduba como área para a prática de atividades recreativas pelos poucos moradores do local, que em geral possuíam propriedades com grandes áreas de terra similares a sítios ao longo das margens do igarapé (RAMOS, 2002 apud. MATOS et al., 2011). Na década de 1980, impulsionado pelo processo de verticalização da cidade de Belém, houve o processo de ocupação das margens do Tucunduba por grupos populacionais nas áreas de baixadas como nos bairros do Guamá, Condor, Jurunas e Terra Firme, ocasionando dessa forma desmatamento, erosão e assoreamento do corpo hídrico (TRINDADE JR., 1998 apud. SOUTO et al., 2019).

Atualmente a região dessa bacia hidrográfica é marcada pela intensa densidade populacional e problemáticas socioambientais em que é possível identificar o assoreamento do canal ocasionado pelo aterramento e disposição de resíduos nas margens, a exemplo de lixos, detritos, caroços de açaí e serragem, há também lançamento de esgoto doméstico, bem como remoção da vegetação natural levando à degradação do local. É possível observar também, a presença de estabelecimentos comerciais como açougues, farmácias, padarias e quitandas, o que intensifica o tráfego de pessoas, produção de lixo e riscos à saúde (MATOS et al., 2011).

Estudos envolvendo a bacia hidrográfica do Tucunduba apresentaram dados indicando a degradação ambiental no local, por exemplo, no estudo de Morales (2015), que acompanhou a qualidade da água do rio Guamá e do igarapé do Tucunduba, identificando maior carga de poluentes iônicos nas águas do igarapé em relação ao rio. Do mesmo modo, os dados de oxigênio dissolvido (OD) (0.078 a 0.546 mg/L) estão abaixo dos parâmetros estipulados pela Resolução CONAMA N° 357/2005 (5 mg/L), assim como também os índices de Demanda Química de Oxigênio (DQO) (MORALES et al., 2015).

No trabalho de Silva (2015), os autores relatam a divisão do uso do solo em: Áreas Edificadas (edificadas horizontais, verticais e especiais), Corpos Hídricos, Cobertura Vegetal e Vias (pavimen-

tadas e não pavimentadas) e dessa forma conseguiram identificar valores de 65,23% para áreas edificadas (horizontais e verticais), 16,07% áreas especiais, 9,52% para cobertura vegetal, 0,95% para canais urbanos e 15,98% de via (pavimentadas e não pavimentadas).

O uso das águas do igarapé Tucunduba pelas comunidades locais foi avaliado por Silva (2016), que identificou alguns tipos de uso da água, exemplo: abastecimentos de água, diluição de dejetos (águas pluviais e domésticas são direcionadas para dentro dos canais urbanos), transporte por navegação, para atividades recreativas e para atividades de pesca.

Em sua pesquisa Silva Júnior (2018) aborda que a mesma população que sofre no âmbito da bacia hidrográfica do Tucunduba, com problemas de inundações, cheias e possíveis constrangimentos ambientais, é a mesma que contribui para potencializar tal situação, ao descartar os resíduos sólidos que problematizam o escoamento deficitário da rede de drenagem. Isso demonstra que ainda falta conscientização para a grande parte da população que reside no perímetro que compreende a bacia.

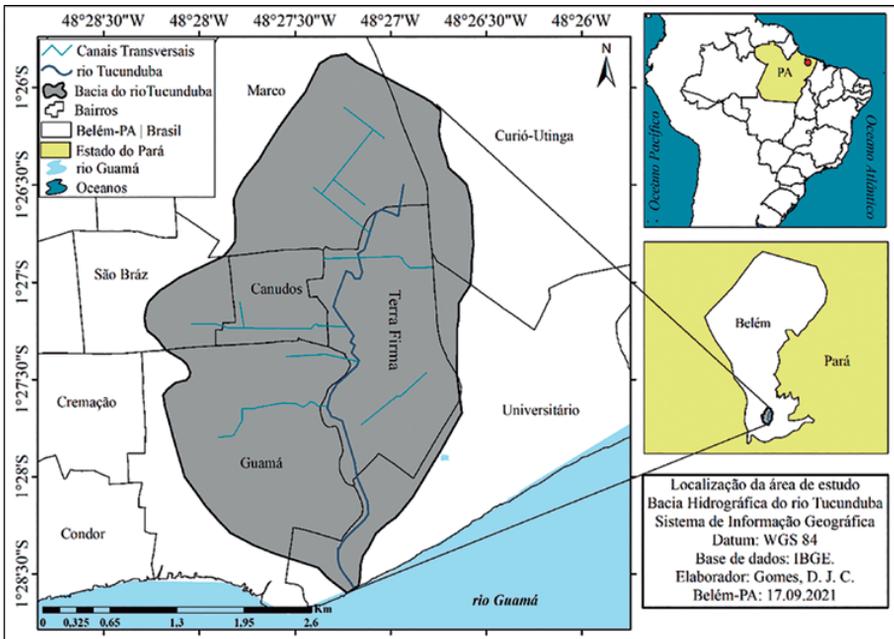
Através desses dados presentes nas literaturas é possível identificar que o igarapé do Tucunduba é um elemento intrinsecamente associado à população residente do local apesar de todo o histórico de degradação e ocupação a região que ainda sofre com problemas ambientais até os dias atuais.

2. Métodos de Pesquisa

2.1. Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Tucunduba é considerada a segunda maior bacia hidrográfica urbana da cidade de Belém e é constituída por 12 (doze) canais, sendo eles: Igarapé Tucunduba, Caraparú, Mundurucus, Gentil Bittencourt, Nina Ribeiro, Santa Cruz, Cipriano Santos, Vileta, União, Leal Martins, Lauro Martins e Angustura (MARINHO, SARAIVA e RODRIGUES, 2015). A Figura 1 ilustra a localização da bacia hidrográfica em questão.

Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do Tucunduba.



Fonte: IBGE – Adaptado pelos autores, 2021.

A referida bacia está localizada a Sudeste do município de Belém e sua área compreende 14,175 km² de extensão. Esta bacia drena os bairros de Canudos, Montese (antigo bairro da Terra Firme), parte do Guamá, Marco e Bairro Universitário. Residem na área drenada pela bacia cerca de 198.350 habitantes, sendo que, destes 80% moram em áreas alagadas, localizadas na planície de inundação. A área da bacia constitui 44% com cota inferior a 4 cm, localizada em uma ampla planície de inundação, que foi demasiadamente alterada pela ação antrópica que transformou consideravelmente os rios de cursos naturais por rios de classificação urbana. Dessa forma, 44% da área da bacia estariam propícias a alagamentos, que são constantes no local (SILVA JUNIOR, 2018, Apud ARAÚJO, 2015).

2.2. Caracterização da Pesquisa

A pesquisa é de caráter qualitativa, de cunho exploratório-explicativa a partir de uma abordagem teórica sistemática com base em

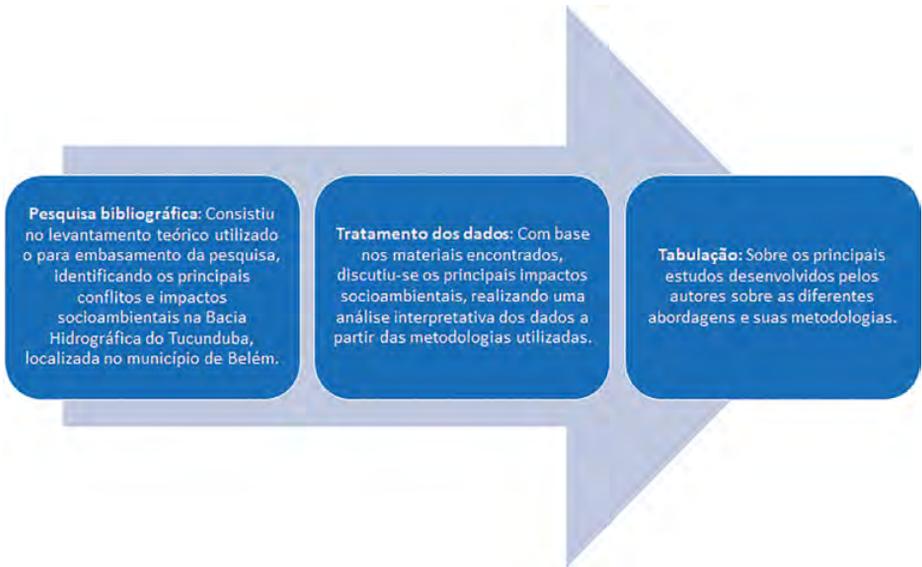
artigos científicos e outros materiais técnicos. Para Marconi e Lakatos (2003), os estudos exploratórios são aqueles que usam procedimentos específicos para a coleta de dados, como, por exemplo, a análise de conteúdo, que têm o propósito de produzir categorias conceituais que possam vir a operacionalizar estudos subseqüentes. A procura deste arcabouço teórico foi realizada nas plataformas de artigos científicos, como o Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/>) e Scielo (<https://www.scielo.org/>).

Nesse sentido, a presente pesquisa buscou realizar uma análise dos conflitos territoriais e impactos socioambientais na Bacia do Tucunduba especificamente por meio de pesquisa bibliográfica entre os períodos de 2003 a 2020, considerando as diferentes abordagens de autores que pesquisaram sobre o assunto. Por meio desses diferentes aspectos teóricos e metodológicos foram selecionados 16 (dezesseis) artigos dos quais tratavam sobre diferentes temáticas envolvendo a Bacia Hidrográfica do Tucunduba, onde foi possível analisar os diferentes tipos de investigações envolvendo a bacia.

Após o levantamento teórico foi realizado uma análise das diferentes abordagens metodológica com o objetivo de identificar as maiores incidências de abordagens sobre o estudo em foco. Por meio deste propósito é possível ter um direcionamento sobre os campos de abordagens e as linhas de investigações priorizadas nas diferentes pesquisas pelos autores. Tratando-se de uma revisão de literatura, é possível ter auxílio para melhor compreender de forma detalhada quais as prioridades das diferentes pesquisas e os resultados encontrados, com a finalidade de que novas prioridades futuras de estudos possam ser realizadas como estudos complementares sobre as questões socioambientais, territoriais, urbanos e acima de tudo sociais sobre as populações locais que lá residem.

Para destacar os principais problemas identificados nas literaturas do período de 2003 a 2020 a pesquisa ficou dividida em três etapas, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma das etapas da pesquisa.



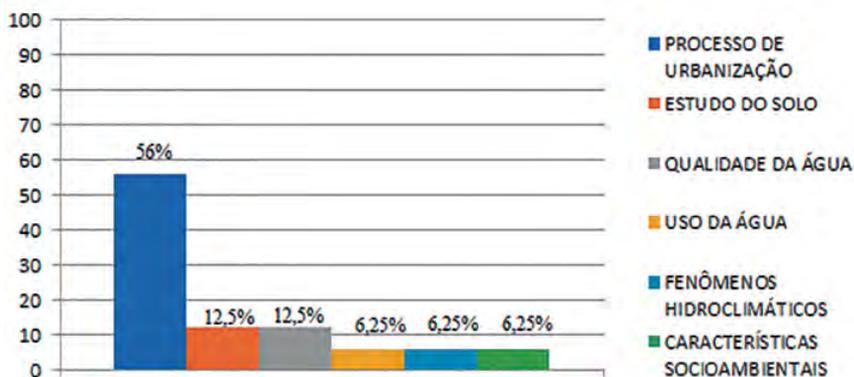
Fonte: Autores.

3. Resultados e Discussão

Foram identificados 16 trabalhos abordando diferentes temáticas sobre a Bacia Hidrográfica do Tucunduba. Com base nos estudos encontrados foi possível observar que a maioria das pesquisas se dedicam a avaliar os impactos socioambientais decorrentes do Processo de Urbanização (P.U) e representam cerca de 56% das bibliografias consultadas.

Conforme afirma Oliveira et al (2019), o processo de ocupação da Bacia do Tucunduba ocorreu de forma desordenada o que configura hoje um quadro com inúmeros problemas urbanos que o poder público tenta minimizar, através de projetos como a macrodrenagem que tem como objetivo reorganizar e integrar. Mas sabe-se que esta obra já dura anos e não foi concluída e a população enfrenta inúmeros problemas com os alagamentos que são constantes devido aos elevados índices de chuva na cidade. Na Figura 3 é possível observar o percentual das abordagens encontradas sobre a Bacia do Tucunduba.

Figura 3: Estudos abordados por diferentes autores sobre a Bacia do Tucunduba.



Fonte: Os Autores, 2021.

Os trabalhos envolvendo Estudo do Solo (E.S) e Qualidade da Água (Q.A) apresentaram o mesmo percentual 12,5% das literaturas consultadas. Do mesmo modo, pesquisas envolvendo Uso da Água (U.A), Fenômenos Hidro climáticos (F.H) e Características Socioambientais (C.S) também apresentaram o mesmo percentual de 6,25% em relação ao total de estudos encontrados.

Com base nos dados é possível identificar que a maioria dos autores investigam os problemas da Bacia do Tucunduba em função da ocupação desordenada que se iniciou desde os meados do século XX. Além disso, tais estudos visam identificar como os problemas de urbanização desenfreada tem intensificado os impactos socioambientais na região.

Trabalhos como o de Alves (2017), por exemplo, relata a ausência de esgotos para o tratamento de dejetos, acúmulo de lixo, péssima qualidade de água e perda da cobertura vegetal, do mesmo modo Azevedo (2020), aponta que os impactos ambientais se originam por meio de alagamentos e inundações associados além da ocupação desenfreada, mas como também pela a ausência de políticas públicas.

A maioria dos trabalhos consultados relatam estudos mais abrangentes envolvendo as diversas problemáticas que foram citadas anteriormente e no geral as pesquisas se desenvolvem de modo quan-

ti-qualitativo levando em consideração aspectos visuais de degradação ambiental e relatos coletados dos moradores da região em que evidenciam uma vivência afetada tanto por problemas ambientais como as enchentes e inundações, quanto sociais, insegurança e ausência de saneamento básico.

A Bacia do Tucunduba apresenta uma complexa problemática socioambiental que perpassa por diversos elementos ambientais, sociais, políticos e econômicos e devido a isso entende-se que possivelmente esses sejam fatores que influenciam na escolha de pesquisas de caráter quanti-qualitativo em que os autores consultados acabam atuando.

Em seguida os trabalhos envolvendo os estudos de modificação do solo e de avaliação da qualidade da água apresentam a segunda maior incidência de frequência entre as pesquisas avaliadas. A bacia hidrográfica é afetada pela poluição da água devido à ausência de saneamento básico como retratado pelos autores consultados, por exemplo no estudo de Morales (2015), o autor identificou comportamentos alternados de pH, OD, DBO, STD, ST, condutividade e alcalinidade indicando que a habitação desordenada presente nas margens do Igarapé Tucunduba tem influência direta sobre esses parâmetros.

Do mesmo modo, o solo é degradado pelas populações locais, da área do entorno da bacia com disposição inadequada de lixos, entulhos e detritos, assim como também a urbanização da bacia provoca modificações no ciclo hidrológico levando as infiltrações e o comprometimento do escoamento superficial levando a impermeabilização do solo e desse modo provocando inundações na bacia (SILVA JÚNIOR, et al., 2018; SILVA et al., 2015). Esses são alguns dos reflexos da urbanização, e apesar desse problema tão evidente que é o acúmulo de resíduos sólidos na bacia do Tucunduba, foi possível constatar que não há um número significativo de estudos que trabalhem especificamente essa temática.

Observa-se nas literaturas que problemas envolvendo a degradação do solo e poluição da água são recorrentes, entretanto há ausência e/ou poucos trabalhos que abordam de forma específica a avaliação físico-química e microbiológica da água da bacia hidrográfica bem como estudos mais específicos sobre os impactos que a degradação e manejo inadequado do solo podem acarretar sobre o igarapé e população lo-

cal. Daí a sugestão de realização de estudos de casos sobre o comportamento da população local diante dos problemas socioambientais, assim como, a importância de se levantar as dificuldades enfrentadas por esses grupos sociais que geralmente são pessoas de baixa renda, e de poucas oportunidades sociais, considerando as possibilidades de se transferirem para bairros com maiores infraestruturas.

Por último, os aspectos de menor incidência abordados nos trabalhos envolvendo a bacia do Tucunduba são referentes ao uso da água, fatores hidro climáticos e características socioambientais. Identifica-se por meio das abordagens dos autores, que as populações locais ao mesmo tempo que contaminam a água do igarapé, também a utilizam para as mais diversas atividades, o que representa um risco a saúde desses moradores que também enfrentam problemas envolvendo os períodos de cheias do igarapé que provocam inundações na região como relatado nas literaturas de consulta.

O perfil socioambiental da região é de grande complexidade apresentando diversas vertentes para estudos ambientais, entretanto nas literaturas foi possível identificar poucos relatos sobre os tipos de uso da água, a partir de elementos hidro climáticos e as características socioambientais presentes na região da bacia hidrográfica do Tucunduba.

4. Considerações Finais

O processo de ocupação da Bacia Hidrográfica do Tucunduba se deu de forma desordenada. E a partir das consultas bibliográficas realizadas foi possível observar que vários autores se dispuseram a trabalhar essa temática, tendo em vista que muitos dos problemas que atingem a população que mora no entorno da referida bacia são reflexos desse conturbado processo. A maioria dos estudos publicados se dedicam a avaliar os impactos socioambientais decorrentes do processo de urbanização. Em um número menor tem-se os estudos que abordam mais especificamente os reflexos que este processo de urbanização trouxe, com temáticas como Qualidade da Água, Estudo do Solo, Uso da Água, entre outros. Foi possível constatar que há insuficiência de bibliografias dedicadas ao estudo da problemática dos resíduos sólidos e avaliação físico-química e microbiológica da água.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos** / Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2 ed. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/2489>. Acesso em: 20 set. 2021.

AZEVEDO, S. D., et al. Avaliação dos impactos socioambientais provocados por alagamentos e inundações no bairro Montese, localizado na Bacia do Tucunduba, Belém/PA. **Natural Resources**, v.10, n.3, 2020.

ALVES, S. B. **Os Impactos Ambientais Causados pela Ocupação Irregular Urbana de Áreas de Várzeas em Belém-Pa.** 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Programa de Mestrado Profissionalizante em Tecnologia Ambiental, do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2017. Disponível em: <https://www.unaerp.br/documentos/2700-sadi-brito-alves/file>. Acesso em: 22jul. 2021.

BARBOSA, M. J. S. **Tucunduba: Urbanização do Igarapé Tucunduba, gestão de rios urbanos.** 15 ed. Belém: UFPA, 2003. p.15. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/melhores-praticas/e_tucunduba.pdf. Acesso em: 25 jul. 2021.

CARVALHO, A. C. L.; ROCHA, M. G. Análise dos Riscos e da Vulnerabilidade Socioambiental Urbana, face ao Desenvolvimento Desordenado e a Pressão aos Recursos Hídricos em Belém –PA. **Braz. J. of Develop.** v. 6, n. 4. Curitiba, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/8559>. Acesso em: 18 set. 2021.

LUZ, L. M.; RODRIGUEZ, J. E. C.; PONTE, F. C. Impactos Antropogênicos em Bacias Urbanas na Área Central da Cidade de Belém-PA. **Revista GeoAmazônia.** v. 03, n. 06, p. 96-109, 2015. Disponível em: <http://www.geoamazonia.net/index.php/revista/article/view/88>. Acesso em: 25 jul. 2021.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. Ed. São Paulo: Atlas S.A, 2003. p. 188. Disponível em: https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india. Acesso em: 22 jul. 2021.

MARINHO, A.V.R.; SARAIVA, J.S.; RODRIGUES, J.E.C. Caracterização Socioambiental da Bacia Urbana do Tucunduba, Belém-Pa. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará (IHGP)**. V. 02, n.02, p. 96-99, 2015. Disponível em: https://www.ihgp.net.br/revista/index.php/revista/article/view/42/pdf_41. Acesso em: 25 jul. 2021.

MATOS, F. C. et al. Análise temporal da expansão urbana no entorno do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Revista Biociências**. v. 17, n. 1, p. 07-16, 2011. Disponível em: <http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/1233/833>. Acesso em: 01 ago. 2021.

MANFRÉ, E. R. Êxodo rural e o desenvolvimento local das cidades de alfredo marcondes, Presidente Prudente e regente Feijó. **Revista Alomorfa**, v. 5, n. 2. Presidente Prudente, 2021. Disponível em: <https://fatecpp.edu.br/alomorfia/index.php/alomorfia/article/view/105>. Acesso em: 17 set. 2021.

MORALES, G. P. et al. Análise dos Parâmetros Físico-Químicos da Água em função do comportamento da Maré: um estudo de caso no igarapé Tucunduba, Belém-PA. **Enciclopédia Biosfera**. v. 11, n. 22, p. 117-138, 2015. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1456>. Acesso em: 27 jul. 2021.

OLIVEIRA, I. L.; CASTRILLON, S. K. I.; LEÃO, D. S. Os conflitos socioambientais a partir da percepção dos atores sociais das bacias hidrográficas dos rios Jauru e Cabaçal-MT, região hidrográfica do Paraguai. **Revista Equador (UFPI)**, v. 10, n. 2. 2021. Disponível em: <https://comunicata.ufpi.br/index.php/equador/article/view/12848/7712>. Acesso em: 18 set. 2021.

OLIVEIRA, J.L. et al. Avaliação dos Impactos das Obras de Macrodrenagem do Tucunduba Rio: Estudo de Caso da Comunidade de Pantanal - Belém, Brasil. v. 6, ed. 2. 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/573>. Acesso em: 25 jul. 2021

SILVA JÚNIOR, A.R. **Indicadores de Vulnerabilidade, Risco Socioambiental e Educação Ambiental para Prevenção e Mitigação de Desastre Natural na Bacia Hidrográfica do Tucunduba, Belém-Pa.** 2018. Dissertação (Mestrado em Gestão de Riscos e desastres Naturais na Amazônia) – Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Disponível em: <https://ppggrd.proesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/disserta%C3%A7oes%20ppggrd/ANTONIO%20RODRIGUES%20DA%20SILVA%20JUNIOR.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021.

SILVA, R. B.; LUZ, L. M.; PONTE, F. C. Análise dos Solos Urbanos e sua Vulnerabilidade Ambiental na Bacia do Tucunduba, Belém, PA. **Boletim Amazônico de Geografia.** Belém, v. 02, n. 04, p. 132-142, 2015. Disponível em: <http://www.bibliotekevvirtual.org/revistas/BAG/v02n04/v02n04a13.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2021.

SILVA, A. L. A. **Uso da água na bacia urbana do Igarapé do Tucunduba-Belém-PA.** 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/9410>. Acesso em: 22 jul. 2021.

SOUTO, C. K. B. et al. Fatores antrópicos de poluição hídrica na bacia do Tucunduba em Belém-PA. **Brazilian Journal of Development.** v. 5, n. 9, p. 13824-13834, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3032>. Acesso em: 23 jul. 2021.

TARGA, S. M. et al. **Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil.** *Revista Ambiente e Água.* v. 7, n. 02, p. 121, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/7FPNPZDdgyrnVKJ9jC4gWf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 jul. 2021.

TOZY, S. C. Conflitos Socioambientais em torno dos recursos hídricos na cidade de Belém, no Estado do Pará (Brasil). **Revista Água y Territorio.** n. 15, p. 74, 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7492983>. Acesso em: 22 jul. 2021.

TSUTSI, H. K.; EMPINOTTI, V. L. O papel da água na atuação e reflexão do planejamento regional brasileiro: uma perspectiva histórica. **Revista Política e Planejamento Regional (RPPR)** v. 8, n. 1. Rio de Janeiro. 2021. Disponível em:<http://www.revistappr.com.br/artigos/publicados/O-papel-da-agua-na-atuacao-e-reflexao-do-planejamento-regional-brasileiro-uma-perspectiva-historica.pdf>. Acesso em: 22jul. 2021.

CAPÍTULO 11

QUANTIFICAÇÃO DO DESMATAMENTO NO MUNICÍPIO DE RONDON DO PARÁ COM USO DE GEOTECNOLOGIAS EM ANÁLISE MULTITEMPORAL

Hanna Adrielly Pereira da Silva¹, Álisson Rangel Albuquerque²

¹Engenheira Florestal, gestora de Pós vendas da Du Nort Renault Parauapebas.
E-mail: hanna.engflorestal@gmail.com

²Engenheiro Florestal, Professor do departamento de Tecnologia e Recursos Florestais da Universidade do estado do Pará (UEPA). E-mail: alissonrangel@uepa.br

Resumo

A Amazônia legal tem passado por desmatamento intenso desde a ditadura militar, com o projeto “Integrar para não entregar”, e com isso, houve o movimento migratório para essa região. O modelo de ocupação demográfica da Amazônia Legal nas últimas 6 décadas tem levado a níveis significativos de desflorestamento, resultante de múltiplos fatores. O Município de Rondon do Pará foi emancipado no período da ditadura militar (1970), e, desde o movimento migratório, tem como base econômica a pecuária e a agricultura. Com isso, tornou-se necessário o estudo da perda de biomassa florestal como consequência da expansão da fronteira agrícola. Com o uso do geoprocessamento, pôde-se fazer a análise quantitativa do desmatamento, utilizando softwares, e imagens do tipo LANSAT-5 TM, para que sejam confeccionados mapas de desmatamento. Dessa forma, realizou-se a relação da área desmatada de 1985 a 2015, dividida em intervalos de 10 anos. Verificou-se que houve aumento na taxa de desmatamento nos anos de 1985 a 2005 impulsionados pela ocupação na região associada a expansão da fronteira agrícola. Entre 2005 e 2015, verificou-se uma queda no desmatamento, podendo ser ligadas às políticas públicas de controle, fiscalização ambiental no Estado do Pará ou por regeneração ecológica com uso de banco de sementes.

Palavras-chave: Amazônia legal. Sensoriamento remoto. Geoprocessamento.

Quantification of deforestation in the municipality of Rondon Pará with the use of geotechnologies in multitemporal analysis

Abstract

The legal Amazon has undergone intense deforestation since the military dictatorship, with the project “Integrate not to deliver”, and with that, there was the migratory movement for this region. The model of demographic occupation of the Legal Amazon in the last six decades has led to significant levels of deforestation, resulting from multiple factors. The Municipality of Rondon do Pará was emancipated in the period of the military dictatorship (1970), and, since the migratory movement, has as economic base the livestock and agriculture. With this, it became necessary to study the loss of forest biomass as a consequence of the expansion of the agricultural frontier. With the use of geoprocessing, quantitative analysis of deforestation, using software and LANSAT-5 TM images, could be done to make maps of deforestation. In this way, the relationship between the deforested area from 1985 to 2015, divided into 10-year intervals, was carried out. It was verified that there was an increase in the rate of deforestation in the years 1985 to 2005 driven by the occupation in the region associated with the expansion of the agricultural frontier. Between 2005 and 2015, there was a drop in deforestation, which could be linked to public policies of control, environmental control in the State of Pará or by ecological regeneration with the use of seed banks.

Keywords: Deforestation. Amazonia. Remote sensing. Geoprocessing.

1. Introdução

No Brasil, há dois conceitos de Amazônia, (i) o Bioma Amazônia e (ii) a Amazônia Legal. O Bioma Amazônia é caracterizado pela cobertura florestal e possui aproximadamente 4 milhões de quilômetros quadrados, o que corresponde a 49% do território brasileiro. Sua área compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima, e parte dos territórios do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins. A Amazônia Legal, por sua vez, inclui todo o Bioma Amazônia,

áreas de Cerrado, Campos Naturais, e se estende por aproximadamente 5 milhões de quilômetros quadrados (Km^2), o equivalente a 59% do território Brasileiro (PEREIRA et al., 2010).

A Amazônia Legal Brasileira é um dos mais importantes ecossistemas do planeta e, infelizmente, sinônimo de preocupação mundial por conta da exploração descontrolada de seus recursos, principalmente a derrubada da floresta e conversão em outras atividades. No Brasil, dentre os Estados que fazem parte da Amazônia legal, o que tem o maior índice de desmatamento (índice PRODES) é o estado do Pará (INPE, 2015).

A problemática do desflorestamento na Amazônia tem suas raízes na própria ocupação do país, entretanto, o crescimento e a intensificação deste se deu através da implementação de políticas públicas federais no início da década de 70 (SOARES FILHO et al., 2008; CABRAL; GOMES, 2013), e de acordo com Fearnside (2006), os índices de desflorestamento da Amazônia Legal (IBGE¹, AMAZON², PRODES³) têm íntima relação com as mudanças relacionadas à economia do País

Sendo assim, quando o assunto é desflorestamento, vale a pena ressaltar que, dentre os estados brasileiros que fazem parte da Amazônia Legal, o Pará apresenta os maiores índices de desflorestamento, alcançando em anos de pico, como em 1995, valores que se aproximavam dos $30.000 \text{ km}^2 \cdot \text{ano}^{-1}$. Este fato tem relação direta com os grandes projetos na Amazônia Legal Brasileira, principalmente após a construção da Rodovia Federal Belém-Brasília, que possibilitou um grande êxodo para a região, intensificando assim a supressão à cobertura vegetal (FEARNSIDE, 2005).

Segundo Bittencourt et al. (2015), o Município de Rondon do Pará é conhecido pela velocidade e intensidade do desmatamento. No decorrer de sua ocupação, surgiram projetos voltados para o desenvolvimento da região, e que trouxeram consigo a agropecuária e a exploração do extrativismo vegetal, sendo ambos os principais motivadores do desmatamento no Município (REBELLATO, 2011).

¹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

² Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia

³ Programa de Cálculo de Desflorestamento na Amazônia Legal

Desta forma, o estudo a respeito do desflorestamento no município de Rondon do Pará se mostra de grande importância para a percepção da magnitude da perda de área verde associada ao uso de geotecnologias para monitoramento ambiental, em contexto temporal, como subsídio a fiscalização, monitoramento e controle ambiental. Com base nisso, este estudo consistiu em utilizar geotecnologias para classificar e estabelecer áreas de desmatamento e de cobertura florestal proveniente de análises quantitativas em Rondon do Pará nos anos de 1985, 1995, 2005 e 2015 e relacionar o mesmo com a atividade antrópica na região.

2. Material e métodos

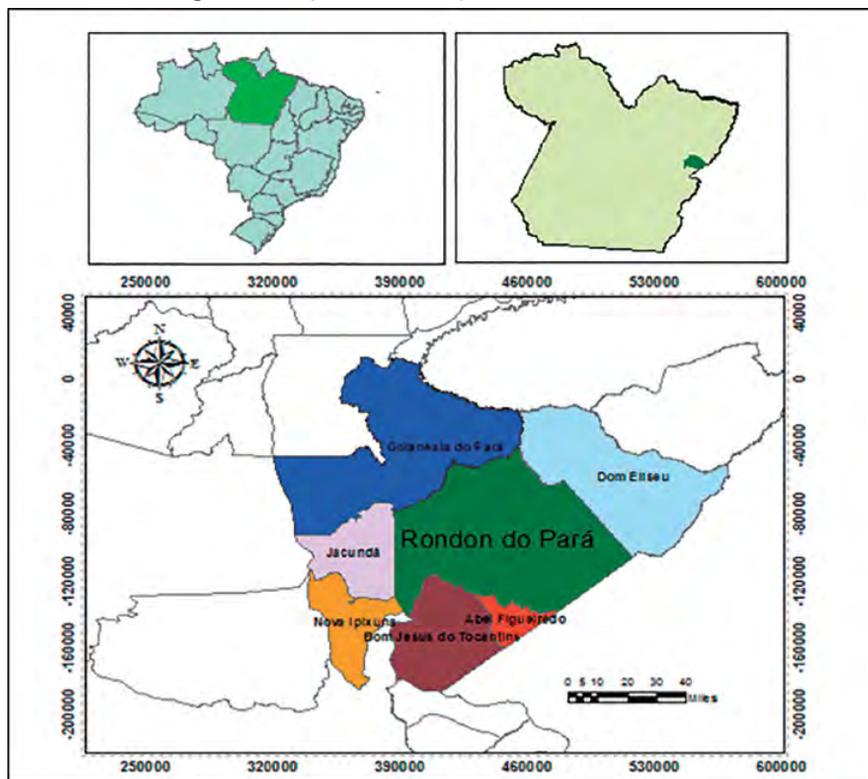
2.1 Área de estudo

O município de Rondon do Pará teve origem em fins de 1962, com os trabalhos de demarcações das primeiras fazendas, posteriormente houve seu povoamento em 1968, quando o departamento de estradas de rodagens implantou ali seu primeiro acampamento, dando início à abertura da Rodovia PA-70. Como consequência a colônia chamada de “Candangolândia” passou por processo de emancipação em 1982, ainda no período da Ditadura Militar (1964-1985) (IBGE, 2014; RONDONPARÁ, 2021).

Desde sua colonização tem como forte ponto econômico iniciativas que proporcionam a efetiva supressão vegetal, a agricultura e a pecuária. A migração traz consigo pressões antrópicas sobre o meio ambiente, e um processo de substituição de paisagens, fazendo a conversão de áreas com cobertura vegetal em fragmentos florestais, o que gera incêndios florestais com maior facilidade (SILVEIRA et al., 2012; RONDONPARÁ, 2021).

Com uma extensão territorial de 8.296,3 km², o Município de Rondon do Pará (Figura 1) está localizado na mesorregião sudeste paraense-06 e microrregião Paragominas- 017, tendo como coordenadas geográficas 4° 000' de latitude sul e 47° 48' e 48° 59' de longitude oeste de Greenwich (EMBRAPA, 2003; RONDONPARÁ, 2021).

Figura 1. Mapa de localização de Rondon do Pará.



No que se refere ao clima de Rondon do Pará, o Município insere-se na categoria de equatorial superúmido, tipo Am¹, da classificação de Köppen, no limite de transição para o tipo Aw², possui temperaturas médias anuais de 26,35° C, apresentando a média máxima em torno de 32,01 °C, e mínima de 22,71 °C. A umidade relativa é elevada, apresentando oscilações entre a estação mais chuvosa e a mais seca, que vão de 100 a 52%, sendo a média real de 78%. O período chuvoso ocorre, notadamente, de novembro a maio e, o mais seco, de junho a outubro, estando o índice pluviométrico anual em torno de 2000 mm (PARÁ, 2014).

A cobertura vegetal do Município de Rondon do Pará, segundo

¹ Segundo a Classificação de Köppen “Am” é correspondente ao clima de monções

² Segundo a Classificação de Köppen “Aw” é correspondente ao clima de Tropical de estações secas.

a classificação adotada pela Embrapa (1988) é composta por duas formações florestais bem distintas: (i) floresta equatorial subperenifólia e (ii) floresta equatorial higrófila de várzea. Sendo representada pela Floresta Densa dos Platôs, pela Floresta Densa dos Terraços e pela Floresta Densa de Planície Aluvial (PARÁ, 2014).

Deste modo, as características desses ecotipos representam subsídios importantes no tocante a suprir a falta de dados referentes às condições térmicas e hídricas dos solos ocorrentes. Essas condições, além do significado pedogenético, têm grande aplicação ecológica, o que permite o estabelecimento de relações entre as unidades de solos e sua aptidão agrícola, aumentando a utilização dos levantamentos de solo.

2.2 Aquisição e processamento de imagens

Aquisição de imagens do satélite LANDSAT, disponibilizadas gratuitamente pelo USGS. Os limites do município estão contidos em apenas uma zona de imagens e para abranger a sua área foi adquirida a imagem da zona 223-64, assim descritas de acordo com a Tabela 1. Essas imagens foram baixadas em forma de banda que posteriormente foram utilizadas na composição da imagem *raster*.

Tabela 1. Características das imagens utilizadas.

Ano	Orbita	Banda	Satélite	Data
1985	223-63	3,4,5	Landsat 5	03/07/1985
1995	223-63	3,4,5	Landsat 5	31/06/1995
2005	223-63	3,4,5	Landsat 5	31/06/2005
2015	223-63	4,5,6	Landsat 8	03/06/2015

Legenda: Data – corresponde a data de tomada das imagens, obtidas através de bancos de dados da UFGS.

O processamento digital de imagens (PDI) para este trabalho divide-se em: composição coloridas, imagens órbita/ponto 223/63 nos períodos de 1985 a 2015; correção atmosférica; correção geométrica; recorte e; classificação supervisionada. As etapas de composição até correção geométrica foram feitas utilizando o *software Exelisvis Envi 5.0*. Já o recorte e a classificação supervisionada foram feitos com uso do software *Esri Arcgis 10.1*.

2.3 Quantificação do desmatamento

2.3.1 Composição Colorida

A primeira etapa foi constituída na composição colorida das imagens por meio do *software Envi 5.0* (EXELISVIS, 2012). O método utilizado foi o *Red-Green-Blue* (RGB). No presente trabalho as bandas espectrais utilizadas para a LANDSAT 5 são as de número 5, 4 e 3, e para LANDSAT 8 foram usadas as 4,5 e 6, que correspondem às bandas do infravermelho médio, infravermelho próximo e vermelho. Cada banda dessas encontra-se em tonalidades de cinza, com isso, este procedimento tem como objetivo criar falsas cores para melhor visualização dos objetos da imagem.

2.3.2 Georreferenciamento

O georreferenciamento das imagens obtidas do *Landsat Geocover* foi possível através processamento das mesmas com a utilização do *software Envi 5.0* (EXELISVIS, 2012), onde se coletou 10 (dez) pontos de controle em cada imagem. O sistema de projeção cartográfica utilizada foi o *Universal Transversa de Mercator* (UTM), fuso 22S, *Datum* WGS-84.

2.3.3 Correção atmosférica

Ainda por meio do software *Envi 5.0* (EXELISVIS, 2012), realizou-se a correção atmosférica das imagens, a partir do método *Dark Object Substraction* (DOS). Este procedimento tem como função a retirada do efeito de dispersão da energia eletromagnética nas partículas de água suspensas na atmosfera, possibilitando que os alvos invariáveis, temporariamente, sejam interpretados da mesma forma. Logo em seguida, com uso do software *Esri ArcGis 10.1* (ESRI, 2012), realizou-se recorte dentro dos limites geográficos do Município de Rondon do Pará.

2.3.4 Classificação supervisionada

Após a etapa de correções, realizou-se a classificação das imagens digitais com uso do software *Esri ArcGis 10.1* (ESRI, 2012). Nessa etapa a classificação se deu em caráter supervisionado, haja vista que os alvos de estudos foram pré-definidos, a saber, Desflorestamento, Vegetação e Águas. Para a classificação o método empregado foi a máxima verossimilhança (MaxVer) que considera na ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos. Esse método assume que todas as bandas têm distribuição normal e calcula a probabilidade de um dado pixel pertencer a uma classe específica (NOVO, 2008).

2.3.5 Conversão de Pixels e contornos de dados

De posse das imagens classificadas, os pixels já segregados em suas devidas classes (alvos) foram convertidos para o formato de polígonos para o cálculo de suas áreas. Esse cálculo se deu a partir da calculadora geométrica do *software Esri ArcGis 10.1* (ESRI, 2012) que calculou a área de todos os polígonos que foram gerados na imagem e em seguida a soma da área total de cada alvo de estudo.

Por fim, os valores do desflorestamento dentro dos períodos citados foram confrontados com os dados pretéritos levantados na etapa de revisão de literatura com vistas a analisar os processos, fenômenos e/ou acontecimentos que levaram Rondon do Pará a derrubada de biomassa vegetal dentro de seus limites territoriais.

3. Resultados e discussão

3.1 Desflorestamento

Os resultados obtidos mostram que houve uma evolução nos valores da área total desflorestada no município de Rondon do Pará com o decorrer dos anos. Em 1985 (Tabela 02), o percentual em área desmatada foi de 21,6% (área total de 1795,1 Km²), de 1985 a 1995 foi de 43,36% (área total de 3591,6 Km²), de 1995 a 2005 foi de 49,9% (área total de 4133,1 Km²) e de 2005 a 2015 foi de 38,63% (3199,3 Km²), sendo que a área total de Rondon do Pará é igual a 8296 Km². Pode-se

observar um aumento do desmatamento nos anos de 1985 a 2005, advindos da expansão da fronteira agrícola na região, mas uma queda em 2015, que pode ter sido propiciada pelas novas políticas ambientais de fiscalização e controle na região e regeneração natural.

Tabela 2. Quantificação do Desflorestamento em Rondon do Pará em relação ao tempo.

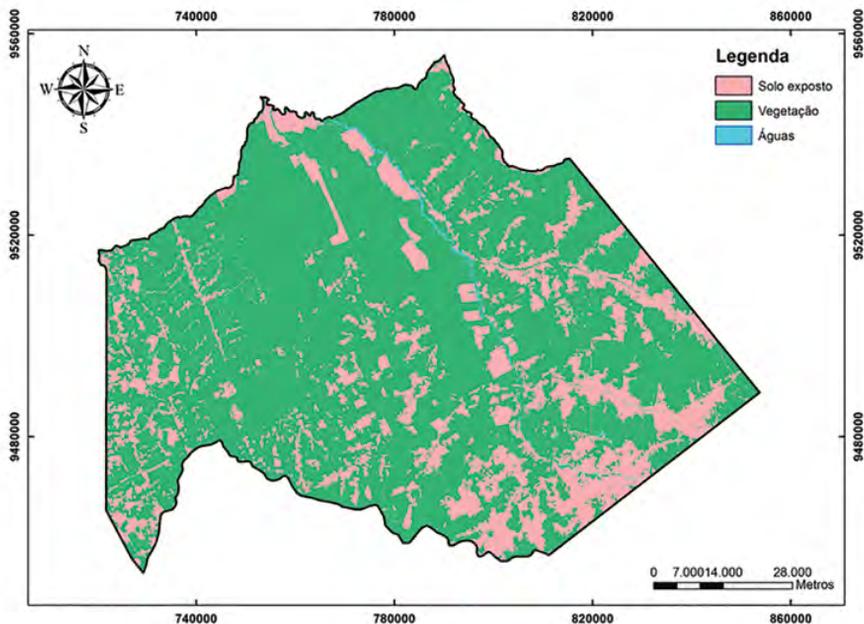
Ano	Desflorestamento (Km ²)	Variação em área		Período estudado
		Km ²	%	
1985	1795, 1	-	21,6	De 1980 a 1985
1995	3591,6	1796	43,3	De 1985 a 1995
2005	4133, 1	542	49,9	De 1995 a 2005
2015	3199,3	- 933, 08	38,6	De 2005 a 2015

O desflorestamento da cobertura vegetal no município de Rondon do Pará foi aumentando a partir da emancipação do município (que foi em 1982) que desencadeou um acréscimo nas atividades econômicas desflorestadoras.

3.1.2 Análise entre os anos de 1975 a 1985

O mapa de desmatamento do ano de 1985 (Figura 2) mostrou que o município de Rondon do Pará ainda apresentava uma grande extensão de cobertura florestal com 76,67% do seu território ocupado por floresta. O restante da área é composta por água (aproximadamente 1,6%) e solo exposto (21,6%), com ou sem a presença de poaceas (gramíneas) e capoeiras.

Figura 2. Mapa de classificação da cobertura no município de Rondon do Pará, em solo exposto, vegetação e águas, do ano de 1985.



Os cálculos evidenciaram que a área desflorestada é equivalente a 1795,1 Km², sendo igual a 21,06% da área total do município, com maior abrangência nos sentidos sul e sudeste.

É válido ressaltar que nesse período (de 1985) a área tinha apenas três anos de emancipação (que ocorreu em 1982), portanto, as atividades econômicas desenvolvidas na área nesse período eram a agricultura e pecuária (ainda incipientes), bem como a extração madeireira (RIVERO et al., 2009).

De acordo com Rebellato (2011), o aumento demográfico do Município de Rondon do Pará foi impulsionado pela abertura da Rodovia BR-222 (causa provável do início do desmatamento na região) e posteriormente acelerado pelo Projeto Rondon¹, que trouxe imigrantes para o município. Assim, a população aumentou com a chegada de pessoas de

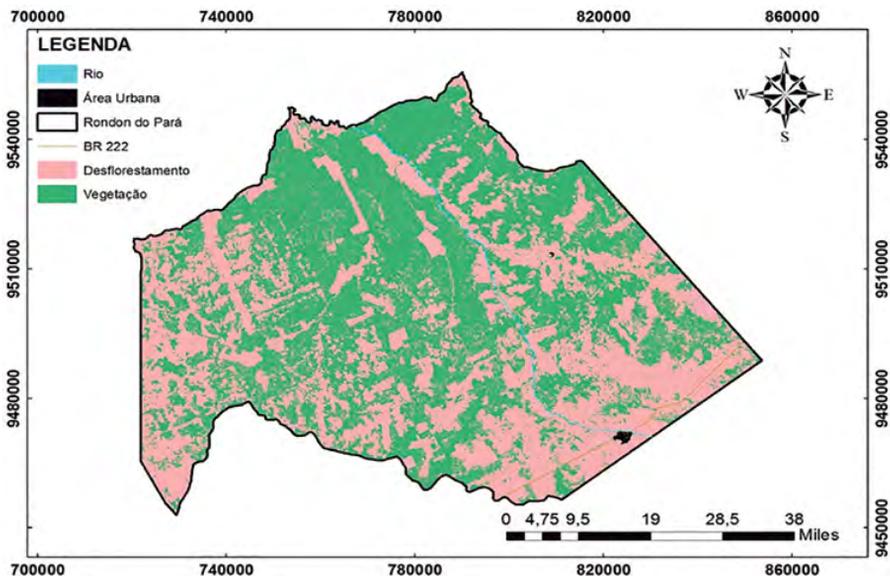
¹ O Projeto Rondon é uma união entre Governo Federal, Estadual e Municipal em parceria com Instituições de Ensino Superior, que tem como objetivo contribuir com o Desenvolvimento local e promoção da cidadania.

outros estados, que encontraram situações propícias para a implantação de projetos agropecuários e para a exploração de espécies vegetais.

3.1.3 Análise entre os anos de 1985 a 1995

O mapa de desmatamento do ano de 1995 (Figura 3) mostrou que o município de Rondon do Pará ainda apresenta uma considerável extensão de cobertura florestal, com 55,04% do seu território ocupado por floresta. O restante da área é composto por água (aproximadamente 1,6%) e 43,36% da área é de solo exposto, ou seja, área desflorestada.

Figura 3. Mapa de classificação da cobertura no município de Rondon do Pará, em solo exposto, vegetação e águas, do ano de 1995.



O desmatamento dessa região pode ter sido impulsionado, a partir da década de 90, com a ascensão da Indústria Madeireira que, deu um salto na economia local, com a política de preservação florestal, a indústria madeireira e as carvoarias declinaram, fortalecendo a agropecuária, o comércio e o setor agrícola (RONDON, 2015).

No ano de 1995, a taxa de desmatamento vem apresentando diferentes oscilações decorrentes de diversas causas, tais como incêndios, comércio de madeiras, expansão de atividade agropecuária, aumento da densida-

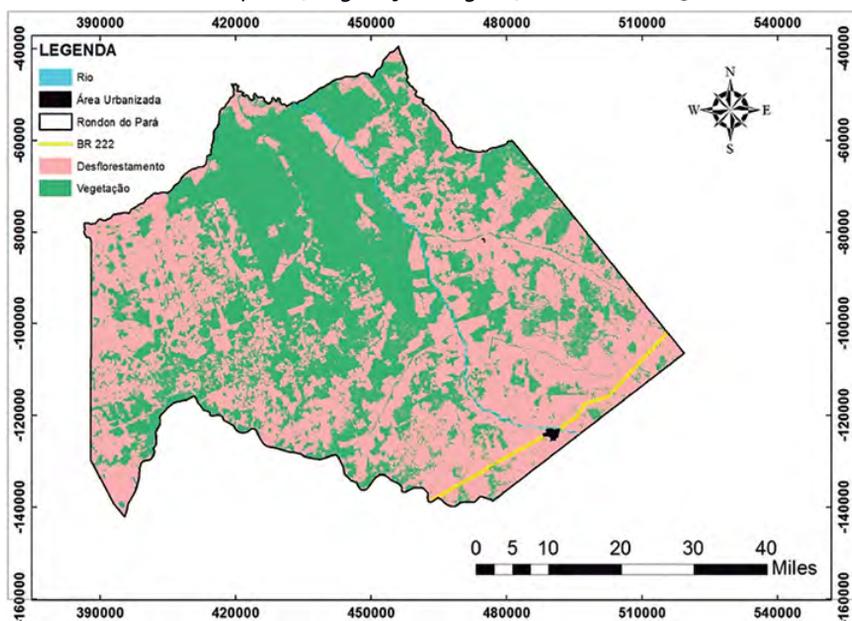
de populacional e incentivos fiscais. A mudança no uso do solo que ocasionou a expansão de áreas ocupadas pelas pastagens é responsável por 70% das áreas que foram desmatadas até o ano de 1995 (MARGULIS, 2003).

Os estudos efetuados por Fearnside (2005) reforçam a justificativa de que esse aumento significativo do desflorestamento aconteceu pela situação econômica do Brasil que beneficiou os produtores rurais e agropecuários, isso porque, em 1995, o país estava em processo de recuperação econômica pelos efeitos do Plano Real, que barateou o custo das terras, além de proporcionar crédito agrícola e disponibilidade de capital para investimento.

3.1.4 Análise entre os anos de 1995 a 2005

O mapa de desmatamento do ano de 2005 (Figura 4) mostrou que o município de Rondon do Pará apresenta cobertura florestal com extensão de apenas com 48,5% de área. O restante da área é composto por água (aproximadamente 1,6%) e 49,9% da área é de solo exposto, ou seja, área desflorestada.

Figura 4. Mapa de classificação da cobertura no município de Rondon do Pará, em solo exposto, vegetação e águas, do ano de 2005.



O aumento do desflorestamento pode ser justificado pelo momento econômico do país (até 2005), que influenciou de maneira favorável ao desenvolvimento de atividades como pecuária, agricultura e extração madeireira, responsáveis por grandes áreas do desflorestamento (SANTOS, 2015).

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Tabela 4), houve uma expansão da fronteira agrícola na região de Rondon do Pará para aumento da área de cultura das *commodities* (arroz (*Oryza sativa*), milho (*Zea mays*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*)), responsáveis diretas pelo desmatamento de uma área de 5350 hectares ou 53,5 Km².

Tabela 3. Culturas Presentes na Produção Agrícola em Rondon do Pará – 2005.

Atividade (unidade)	Quant. (Ton.)	Área Plantada (há)	Área colhida (há)	Rend. Médio (Kg.ha ⁻¹)
Arroz	3.980	1.900	1.900	2.094
Milho	6.400	2.800	2.800	2.285
Feijão	480	650	650	738

Legenda: Quant. = quantidade, ton = tonelada, ha = hectare, rend. = rendimento.

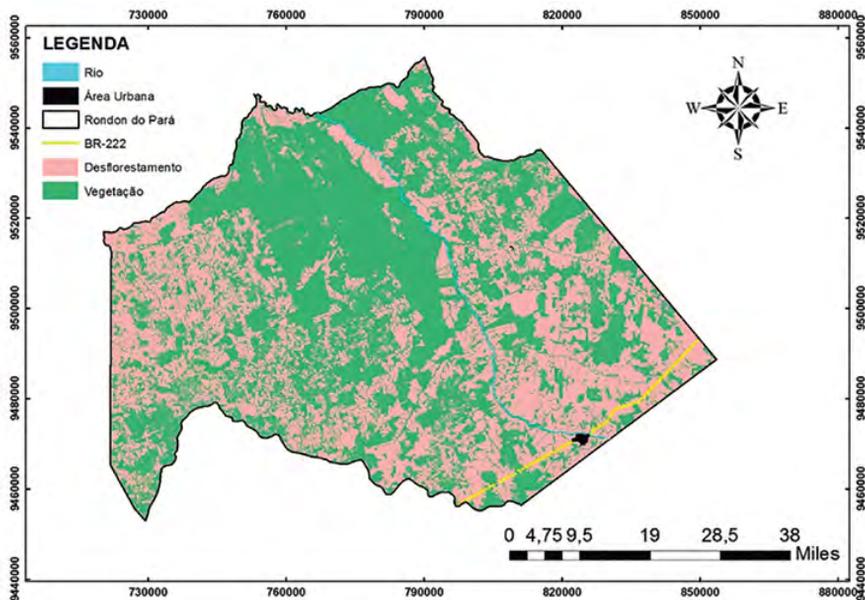
Fonte: Adaptado de IBGE (2017).

No final da década de 90, houve uma forte decadência na economia da cidade devido à grande especulação e fiscalização sobre os empresários madeireiros e carvoeiros, porém, ainda durante a década 2000, a economia da cidade de Rondon do Pará girava em torno de madeiras ligadas direta e indiretamente a produção de carvão vegetal, não permanecendo por muito, devido a diversas irregularidades nesses setores. No Estado do Pará, a pecuária foi a atividade responsável pela ocupação de 80% das áreas desmatadas em 2003 (RONDON, 2015).

3.1.5 Análise entre os anos de 2005 a 2015

O mapa de desmatamento do ano de 2015 (Figura 5) mostrou que o município de Rondon do Pará ainda apresenta uma grande extensão de cobertura florestal, com 59,77%. O restante da área é composto por água (1,6%) e 38,63% de solo exposto.

Figura 5. Mapa de classificação da cobertura no município de Rondon do Pará, em solo exposto, vegetação e águas, do ano de 2015.



Atualmente, a economia de Rondon do Pará gira em torno do setor agropecuário, comércio e serviços o que ainda se apresenta como fator causador de desmatamento (AMAZONIA, 2015; RONDONPARÁ, 2021).

O desmatamento regional é uma questão preocupante, posto que em março de 2010 o desmatamento ocorrido em toda Amazônia Legal, 45% se deu no Pará, dentre os quais o município de Rondon do Pará ocupa o 8º lugar no ranking de municípios que mais desmataram (BARBOSA et al., 2011). A região passou por um conjunto de políticas governamentais e ações da sociedade civil entre 2007 e 2010, e estas políticas contribuíram para a redução do desflorestamento no município e fomentaram a criação de Áreas Protegidas, restrições financeiras e comerciais contra agentes desflorestadores e controle tradicional, que inclui multas, apreensões de bens e produtos de origem ilegal (OLIVEIRA JUNIOR e CARVALHO JÚNIOR, 2013).

Apesar da diminuição do desmatamento no município em 2015, ele continua em grande escala, e segundo PARÁ (2009) está relacionado a algumas situações, como por exemplo:

- A) Situação fundiária, que segundo o mapeamento do Instituto de Terras do Pará até 2005 apenas 42% (40 milhões de ha) da área total do Estado (124 milhões na base do INCRA) estava cadastrada. Ou seja, até 2005 58% da superfície do Estado seguia sem cadastro.
- B) Pecuária extensiva: que de acordo com o IBGE, o rebanho de bovinos no Estado do Pará somava até 2006, 12,8 milhões de cabeças, um dos maiores da Amazônia.
- C) Agricultura, relacionada principalmente com a cultura da soja que está em alta nos mercados globalizados, a disponibilidade de terras baratas na Amazônia e a falta de internalização de custos sociais e ambientais pelo setor privado tem impulsionado este fenômeno.
- D) Produção madeireira: na qual toda a madeira extraída da floresta nativa do Pará é usada para geração de energia térmica (carvão vegetal) ou para obtenção de subprodutos como madeira serrada, compensados, laminados, sendo que o estado é o principal produtor de madeira nativa do Brasil.
- E) E, por último, a Siderurgia, em que são cortadas muitas espécies madeireiras para exploração de carvão vegetal, principalmente para o mercado norte-americano. Com a análise dos dados do PRODES relacionado ao desmatamento anual no estado do Pará foi verificado um desmatamento médio em torno de 5595 km². Este resultado significa uma perda média de área na faixa de 17,66 Km², fato este considerado bastante alto, visto que ultrapassou a porcentagem relativa de desflorestamento do Bioma Amazônia.

4. Conclusão

A evolução do desmatamento na região foi crescente de 1985 a 2005, impulsionada pela imigração local advinda da emancipação do município, chegada e instalação do Projeto Rondon e expansão da Fronteira agrícola.

A queda do desmatamento em 2015, em valores totais (ha) e percentuais (%) foi evidente, mostrando a recuperação da cobertura florestal (regeneração natural). O fator motivador foi a diminuição de atividades desflorestadoras em virtude de políticas de controle, regulamentação e fiscalização ambiental e florestal no Estado do Pará.

REFERÊNCIAS

AMBIENTE BRASIL. **Desmatamento**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./florestal/index.html&conteudo=./florestal/artigos/desmatamento.html>>. 2010. Acesso em: 07. Jun. 2020.

CABRAL. E.A; GOMES, C.A. Gestão ambiental pública em municípios com forte correlação entre desmatamento e expansão da pecuária, da soja e da madeira, **Ensaio EEE**, Porto Alegre, v. 34, n. 1, p. 167-194. 2013.

ESRI, Environmental Systems Research Institute. Inc. ArcGIS Professional GIS for the desktop. Versão 10.1. Software, 2012.

EXELISVIS, Exelis Visual Information Solutions, Inc. **Envi**. versão 5.0. Software, 2012.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, Manaus, v. 1, n. 1, p. 113-123. 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Histórico do Município de Rondon do Pará-PA**. 2014. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=150840>>. Acesso em: 14. Ago. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. 2017. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017.html>>. Acesso em 15. Nov. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **BDMEP: Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. 2016. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/> Acesso: em 12. jun. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Monitoramento da Floresta Amazônia brasileira por satélite.** 2015. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>. Acesso: em 18.dez.2019.

JUSBRASIL, **Devastação do cerrado é maior que da Amazônia.** Disponível em:<http://pgego.jusbrasil.com.br/noticias/1867382/devastacaodocerradoemaiorqueaamazonia>. Acesso em: 09.jun.2020

MARGULIS, S. **Quem são os agentes dos desmatamentos na Amazônia e por que eles desmatam.** Brasília: Banco Mundial, 2000.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento na Amazônia brasileira.** 1. Ed. Brasília: Banco Mundial, 2003.

OLIVEIRA JUNIOR; L.A. L, CARVALHO JUNIOR; J.G. de. **Modelagem do desmatamento em 30 municípios da região sudeste do Pará.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

PARÁ (Estado). **Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. Estatística Municipal: Rondon do Pará.** Pará. 2014. Disponível em: <<http://www.idesp.pa.gov.br/pdf/estatisticaMunicipal/pdf/Rondon-do-pará.pdf>>. Acesso em: 08.jun.2020.

PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Fatos Florestais da Amazônia.** 1ºed. Belém: Imazon, 2010. 126 p.

REBELLATO, **Mauricio. A importância da Comunicação no Projeto Rondon: Transformando realidades.** In: 5º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, 2011, Porto Alegre. 5º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, 2011.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova econ.**, Belo Horizonte, v.19, n.1. 2009.

RONDONPARÁ – Prefeitura Municipal de Rondon do Pará. **Histórico sobre o Município de Rondon do Pará.** 2021. Disponível em: <

<https://rondondopara.pa.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/HIST%C3%93RICO-RONDON.pdf>>. Acesso em: 20.ago.2021.

SANTOS, A. M. **Análise Multitemporal da Supressão Vegetal no Município de Xinguara-Pa. 2015.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade do Estado do Pará, Marabá, 2015.

SOARES FILHO, B. S. et al. Nexo entre as dimensões socioeconômicas e o desmatamento na Amazônia: a caminho de um modelo integrado. In: BATISTELLA, M.; ALVES, D.; MORAN, E. (Org.). **Amazônia. Natureza e Sociedade em Transformação.** Editora da Universidade de São Paulo, v.1. São Paulo, 2008. 304 p.

VALE, P.G. Alerta do Desmatamento no Município de Rondon do Pará. **Ministério Público (Estado do Pará).** Agosto/2015.

WUNDER, S, ENGEL, S, PAGIOLA, S. Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. **Ecological Economics**, v. 65, n. 4, p. 834852, 2008.

