

DIEGO ARMANDO SILVA DA SILVA

**MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO E OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO
MADEIREIRA EM FLORESTA DE VÁRZEA NO ESTUÁRIO DO RIO AMAZONAS**

RECIFE
Pernambuco - Brasil
Outubro – 2018

DIEGO ARMANDO SILVA DA SILVA

**MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO E OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO
MADEIREIRA EM FLORESTA DE VÁRZEA NO ESTUÁRIO DO RIO AMAZONAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como um dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais, Área de Concentração: Ciências Florestais.

Orientador:

Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira

Coorientadores:

Prof. PhD. José Antônio Aleixo da Silva

Prof. PhD. Marcelino Carneiro Guedes

RECIFE
Pernambuco - Brasil
Outubro - 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586m Silva, Diego Armando Silva da.
Manejo florestal comunitário e otimização da produção madeireira em
Floresta de Várzea no Estuário do Rio Amazonas / Diego Armando Silva da
Silva. – Recife, 2018.
145 f.: il.

Orientador(a): Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.
Coorientador(a): José Antônio Aleixo da Silva, Marcelino Carneiro Guedes.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa
de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife, BR-PE, 2018.
Inclui referências e apêndices.

1. Pesquisa operacional 2. Economia 3. Processo decisório 4. Florestas - Manejo
5. Florestas tropicais - Manejo I. Ferreira, Rinaldo Luiz Caraciolo, orient.
II. Silva, José Antônio Aleixo da, coorient. III. Guedes, Marcelino Carneiro, coorient.
IV. Título

CDD 664

DIEGO ARMANDO SILVA DA SILVA

**MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO E OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO
MADEIREIRA EM FLORESTA DE VÁRZEA NO ESTUÁRIO DO RIO AMAZONAS**

APROVADA em 31/07/2018

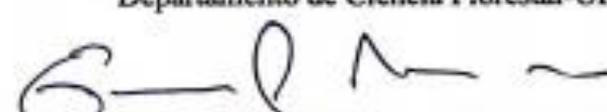
Banca Examinadora



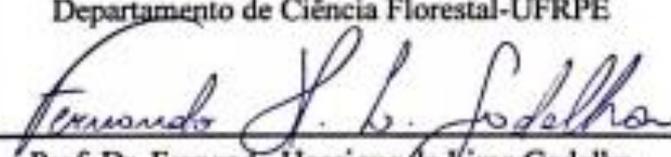
Prof. Dr. Rute Berger
Departamento de Ciência Florestal-UFRPE



Prof. Dr. Rodrigo Eiji Hakamada
Departamento de Ciência Florestal-UFRPE

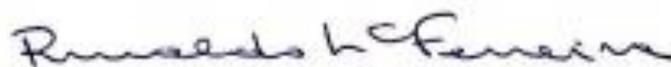


Prof. Dr. Emanuel Araújo Silva
Departamento de Ciência Florestal-UFRPE



Prof. Dr. Fernando Henrique de Lima Gadelha
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco

Orientador:



Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira
Departamento de Ciência Florestal-UFRPE

**RECIFE - PE
Outubro - 2018**

À minha mãe Maria de Fátima Passos da Silva e ao meu irmão

Márcio José Passos da Silva (In memoriam).

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela dádiva da vida, por me conceder sabedoria, saúde, força e coragem para alcançar meus objetivos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em especial aos meus professores orientadores Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira e Dr. José Antônio Aleixo da Silva, os senhores são grandes exemplos de profissionais.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo (Código de Financiamento 001).

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-AP), Universidade do Estado do Amapá (UEAP) e à Comunidade Agroextrativista baixo Maracá. Em especial agradeço ao professor Dr. Marcelino Carneiro Guedes pela amizade e confiança na pesquisa científica e aos meus orientandos Anderson Almeida, Philippe Fonseca, José delgado, Cleiton Wilson, Robson Mateus e Ionas. Além dos líderes comunitários e atores que aceitaram participar da pesquisa.

Aos meus mestres de toda vida acadêmica, para aqueles que, com infinita paciência, me conduziram pelo caminho do conhecimento. Como sinal de reconhecimento firmo o compromisso que empenharei meus esforços para merecer cada um dos segundos de suas vidas vertidos em minha formação.

À Carla Samara Campelo de Sousa, por sempre estar ao meu lado, pelo apoio e ajuda na realização deste importante trabalho, meu carinho e reconhecimento pelo sacrifício e a minha promessa em fazer o máximo para que esses anos sejam lembrados.

Aos amigos e irmãos, o ingresso na ciência florestal não foi gratificante apenas pelo conhecimento adquirido, mas também pelo companheirismo, a solidariedade e, principalmente o amor na sua forma mais fraternal, a amizade, a verdadeira amizade. Vocês se tornaram amigos integrantes de nossas famílias para o resto da vida, em especial Evandro Ferreira da Silva, Anderson Pedro B. Batista, Robson Borges de Lima e Maurício Alves Sardinha, agradeço de coração a toda ajuda na tese e na vida. Não poderia deixar de agradecer aos amigos da UFRPE Joselane, Nathan, Nailson e Guera.

A todos que contribuíram de forma direta e indireta para realização desta tese, meus mais sinceros agradecimentos.

***“O segredo de um grande sucesso está
no trabalho de uma grande equipe”***

Murillo Cintra de Oliveira

BIOGRAFIA

Diego Armando Silva da Silva, natural de Macapá, Amapá, filho de Manoel Pedro da Silva (*in memorium*) e Maria de Fátima Passos da Silva. Nascido em 25 de abril de 1989.

Em 2008 ingressou no Curso de bacharelado em Engenharia Florestal na Universidade do Estado do Amapá (UEAP), no período de 2009 a 2011, foi bolsista de iniciação científica pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Concluiu a graduação em 2011, ainda nesse mesmo ano participou do curso Manejo Florestal Sustentável na Amazônia no Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) e ganhou menção honrosa de melhor trabalho apresentado no 2º Congresso Científico Amapaense.

Em 2012 trabalhou como analista ambiental na Prefeitura Municipal de Santana (PMS) no estado do Amapá. Prestou consultoria ambiental às empresas CONEC, BIOLEX e BIOECONS e também ingressou no mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) concluindo o mesmo em julho de 2014, na área de concentração em Manejo Florestal e Pesquisa Operacional. Durante o mestrado participou de disciplinas em outros programas de pós-graduação, como por exemplo, a disciplina de Manejo Florestal Avançado da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz – Esalq.

Em agosto de 2014 iniciou o doutorado em Ciências Florestais no Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural de Pernambuco com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Em 2015 foi premiado no II Prêmio de Economia e Mercado do Serviço Florestal Brasileiro, com o trabalho da sua dissertação de mestrado.

Submeteu-se à defesa pública da presente tese no Auditório Professor Álvaro Antônio Magalhães Lêdo do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco em 31 de julho de 2018.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 FLORESTA AMAZÔNICA	18
2.1 MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA.....	19
2.1.1 Manejo Florestal em Floresta de Várzea	20
2.2 MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO.....	22
2.3 LEGISLAÇÃO DO MANEJO FLORESTAL	24
2.4 MÉTODOS QUANTITATIVOS PARA AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO NO GERENCIAMENTO FLORESTAL.....	25
2.4.1 Cortes Seletivos pelo método BDq no manejo de florestas nativas	25
2.4.2 Técnicas de Geoestatística para Planejamento Florestal	27
2.4.3 Métodos de Programação Matemática para Otimização da Produção Florestal ..	29
3 REFERÊNCIAS	31
CAPITULO I	
MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO NO ESTADO DO AMAPÁ: PRINCIPAIS INICIATIVAS, CARACTERÍSTICAS E DIFICULDADES	41
1. INTRODUÇÃO	44
2. MATERIAL E MÉTODOS	45
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4. CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59
CAPITULO II	
PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO EM UMA FLORESTA OMBROFILA DENSA ALUVIAL NO ESTUÁRIO DO RIO AMAZONAS.....	62
1. INTRODUÇÃO	65
2. MATERIAL E MÉTODOS	67
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
4. CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS	85

CAPÍTULO III

ZONAS DE PRODUÇÃO VOLUMÉTRICA EM UMA ÁREA SOB MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO NO ESTUÁRIO DO RIO AMAZONAS.....	88
1. INTRODUÇÃO	91
2. MATERIAL E MÉTODOS	92
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	94
4. CONCLUSÃO	97
REFERÊNCIAS	98

CAPÍTULO IV

LOCAÇÃO DE MICROSSERRARIAS EM ÁREA DE VÁRZEA NA AMAZÔNIA, BRASIL.....	104
1. INTRODUÇÃO	105
2. MATERIAL E MÉTODOS	107
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	114
4. CONCLUSÃO	121
REFERÊNCIAS	122
CONCLUSÕES GERAIS	125
APÊNDICES	127

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura		Página
1	Principais dificuldades que os produtores rurais enfrentam para a adoção do Manejo Florestal Comunitário no Amapá-Amazônia-Brasil.....	50
2	Principais empecilhos enfrentados pela comunidade para implantar o manejo florestal comunitário no Amapá-Amazônia-Brasil.....	52
3	Fatores que influenciam para menor atratividade do manejo florestal comunitário no Amapá-Amazônia-Brasil.....	53
4	Fatores que poderão determinar o maior sucesso das iniciativas de manejo florestal comunitário no Amapá-Amazônia-Brasil.....	55

CAPÍTULO II

Figura		Página
1	Localização da área e disposição das UT's do assentamento extrativista Maracá.....	67
2	Mapa das classes de estoque volumétrico I, II e III em Florestas de Várzea no projeto de assentamento agroextrativista do Maracá, Mazagão, Amapá.....	75
3	Classificação da intensidade de corte para os melhores cenários de remoção simulados na classe de estoque I (cenários 9 à 12 e 17 e 18), combinando os valores do método BDq, sendo a distribuição diamétrica dividida em 10 classes e amplitude entre as classes de 16 cm. Sendo a classe 1 (47-63 cm), classe 2 (63,1-79 cm), classe 3 (79,1-95 cm), classe 4 (95,1-111 cm), classe 5 (111,1-127 cm), classe 6 (127,1- 143 cm), classe 7 (143,1-159 cm), classe 8 (159,1-175 cm), classe 9 (175,1-191 cm) e classe 10 (>191,1 cm).....	79
4	Classificação da intensidade de corte para os cenários 6 e 11 na classe de estoque II, sendo a distribuição diamétrica dividida em 10 classes e amplitude entre as classes de 9 cm. Sendo a classe 1 (47,7-56,7 cm), classe 2 (56,71-65,7 cm), classe 3 (65,71-75,7 cm), classe 4 (75,71- 84,7 cm), classe 5 (84,71 – 93,7 cm), classe 6 (93,7- 102,7 cm), classe 7 (102,71-111,7 cm), classe 8 (111,71-120,7 cm), classe 9 (120,71-129 cm) e classe 10 (>129,1cm).....	81
5	Classificação da intensidade de corte para o cenário 18 na classe de estoque III, sendo a distribuição diamétrica dividida em 11 classes e amplitude entre as classes de 18 cm. Sendo a classe 1 (41,3-59,3 cm), classe 2 (59,31-77,3 cm), classe 3 (77,31-95,3 cm), classe 4 (95,31- 113,3 cm), classe 5 (113,31 – 131,3 cm), classe 6 (131,31- 149,3 cm), classe 7 (149,31-167,3 cm), classe 8 (167,31-185,3 cm), classe 9 (185,31-203,3 cm), classe 10 (203,31-222,3 cm) e classe 11 (>222,31 cm).....	83

CAPÍTULO III

Figura		Página
1	Gráficos da análise exploratória para volume por hectare; relação do volume com longitude (a); relação do volume com a latitude (b); gráfico de Box Plot (c) e histograma de frequência (d).....	94
2	Semivariograma experimental ajustado ao modelo gaussiano para volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$).....	96
3	Mapa de krigagem ordinária para o volume ha^{-1} com a localização geográfica das UTs em uma floresta de várzea no Amapá, Brasil.....	98

CAPÍTULO IV

Figura		Página
1	Localização da área e disposição das UT's do assentamento agroextrativista do rio baixo maracá, Mazagão, Amapá, Brasil.....	107
2	Fluxograma descrevendo as atividades realizadas no manejo florestal em floresta de várzea na comunidade agroextrativista do Maracá, em que (1) o processamento da madeira na floresta com motosserra e (2) exploração com transporte das toras para micro serraria.....	109
3	Atividades realizadas no manejo florestal em floresta de várzea na comunidade agroextrativista do Maracá.....	110
4	Estimativas de produção em volume por meio da abordagem geostatística do modelo exponencial.....	114
5	Mapa de localização propostos pelos modelos de p-mediana capacitado e não capacitado para cenário 1.....	117
6	Mapa de localização ótima propostos pelos modelos de p-mediana capacitado e não capacitado para cenário 2.....	119
7	Mapa de localização ótima propostos pelos modelos de p-mediana capacitado e não capacitado para cenário 3.....	120

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela		Página
1	Análise da matriz dos pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças para manejo florestal comunitário no Estado do Amapá.....	56

CAPÍTULO II

Tabela		Página
1	Simulações das classes de estoque para o plano de corte da regulação do método de BDq em uma área de várzea no município de Mazagão/AP.....	70
2	Espécie madeireiras inventariadas com $DAP \geq 40$ cm nas 36 UTs em uma área de várzea no município de Mazagão – AP, volume e preço de comercialização da madeira em pé.....	72
3	Estimativas das variâncias associadas aos componentes principais.....	74
4	Caracterização das classes de estoque volumétrico e a receita das 36 UTs em Florestas de Várzea, no projeto de assentamento agroextrativista do Maracá, Mazagão, Amapá.....	75
5	Análise quantitativa do número de indivíduos, volume e valoração para cada cenário proposto.....	81

CAPÍTULO III

Tabela		Página
1	Grau de dependência espacial (GDE%) para os modelos espaciais ajustados e respectivos coeficientes estimados para as variáveis estudadas no município de Mazagão, Maracá, Amapá, Brasil.....	95

CAPÍTULO IV

Tabela		Página
1	Informações das microsserrarias encontradas no assentamento agroextrativista do rio baixo maracá, Mazagão, Amapá, Brasil.....	115
2	Valores da função objetivo (<i>FO</i>) que representam a minimização dos custos para o transporte da madeira das Unidades de Trabalho (UTs) até as microsserrarias.....	116
3	Modelos de p-mediana capacitado e não capacitado proposto para o cenário 1.....	116
4	Modelos de p-mediana capacitado e não capacitado proposto para o cenário 2.....	118
5	Modelos de p-mediana capacitado e não capacitado proposto para o cenário 3.....	121

SILVA, DIEGO ARMANDO SILVA DA. **Manejo florestal comunitário e otimização da produção madeireira em floresta de várzea no Estuário do Rio Amazonas**. 2018. Orientador: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira. Coorientadores: José Antônio Aleixo da Silva e Marcelino Carneiro Guedes.

RESUMO GERAL

Um dos principais desafios dos gestores e pesquisadores é conciliar o desenvolvimento econômico e a preservação das funções ecológicas dos ecossistemas. Para tanto um dos principais mecanismos utilizados é o manejo florestal comunitário (MFC), partindo do pressuposto da conservação e manutenção das florestas pelo uso, associado ao desenvolvimento social, econômico e ambiental. Esta tese foi desenvolvida com o objetivo de estudar o MFC e propor métodos de otimização para utilização dos produtos madeireiros em floresta de várzea no Amapá, Amazônia, Brasil, e está estruturada em quatro capítulos. O primeiro teve como objetivo caracterizar o MFC no Amapá por meio da percepção dos diferentes atores envolvidos, analisando suas forças, oportunidades, ameaças e fraquezas identificadas pela falta de capacitação em empreendedorismo e competitividade com outras atividades econômicas. Os principais pontos fortes estão relacionados com a baixa intervenção humana na paisagem e o manejo servindo como forma de manutenção da cobertura florestal. A principal oportunidade se refere à grande quantidade de áreas disponíveis para o manejo florestal. Por fim, a principal ameaça é a competição desleal com a madeira de origem ilegal. Dentre as iniciativas comunitárias no estado do Amapá, uma que se destaca é o projeto no assentamento agroextrativista do baixo Maracá, que foi foco dos demais capítulos. O segundo capítulo visou estratificar a produção em volume de árvores comerciais e propor a regulação da produção florestal por meio do método BDq criando diferentes cenários de manejo visando uma floresta regulada e valorada. Foram obtidas três classes de estoque, sendo que as classes I e II agruparam 10 Unidades de Trabalhos (UTs) cada, e a classe III agrupou 16 UTs. Nas classes I, II e III estimaram-se, respectivamente, receitas de R\$ 45.132,60; 73.148,53 e 158.377,97 e produção em volumes de 1.024,03; 1.536,35 e 3.354,71 m³. Por fim, considerando a estrutura balanceada e maior retorno econômico foi possível indicar os melhores cenários de manejo dentre os 54 cenários simulados. No terceiro capítulo foi utilizada uma abordagem geoestatística para delimitação de zonas de produção em uma área sob MFC, no intuito de analisar a dependência espacial do volume de madeira para realizar estimativas dessas em pontos não amostrados. O volume analisado pela modelagem variográfica demonstrou dependência espacial intermediária e o modelo gaussiano foi o que melhor se ajustou, sendo possível identificar as zonas de maior e menor volume. No quarto capítulo, visou-se propor um modelo matemático para posicionar a locação de microserriarias para atender a produção madeireira em área de várzea sob MFC, na qual foi possível obter uma locação otimizada para atender a produção comunitária local. Nesse contexto, com a compreensão da situação do manejo comunitário no Amapá foi possível propor formas de otimizar a produção madeireira por meio de técnicas de planejamento que auxilia na tomada de decisão e contribui para promover e aprimorar a produção madeireira, a partir da análise de modelos para otimizar a exploração do recurso madeireiro, focando no protagonismo dos produtores rurais como manejadores da floresta e empoderamento das comunidades no intuito de melhorar sua socioeconomia.

Palavras-Chave: Economia local, pesquisa operacional, manejo madeireiro, microserriarias familiares, tomada de decisão.

SILVA, DIEGO ARMANDO SILVA DA. **Community forest management and optimization of timber production in lowland forest in the Amazon River Estuary**. 2018. Advisor: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira. Co-Advisors: José Antônio Aleixo da Silva and Marcelino Carneiro Guedes.

GENERAL ABSTRACT

One of the main challenges for managers and researchers is to reconcile economic development and preserve ecological functions of ecosystems. For this purpose, one of the main mechanisms used is community forest management (CFM), based on the assumption of conserving and maintaining forests through use, associated with social, economic and environmental development. This thesis was developed with the objective of studying the CFM and to propose optimization methods for using wood products in lowland forest in Amapá, Amazonia, Brazil, and is structured into four chapters. The first one had the objective of characterizing CFM in Amapá through the perception of the different actors involved, analyzing their strengths, opportunities, threats and weaknesses identified by lack of entrepreneurship training and competitiveness with other economic activities. The main strengths are related to the low human intervention in the landscape and the management serving as a form for maintaining the forest cover. The main opportunity refers to the large number of areas available for forest management. Finally, the main threat is unfair competition from illegally harvested timber. Among the community initiatives in the state of Amapá, one that stands out is the project in the agro-extractive settlement of the lower Maracá, which is the focus of the other chapters. The second chapter aimed at stratifying the volume production of commercial trees and proposing regulation of forest production through the BDq method, creating different management scenarios aiming at a regulated and valued forest. Three classes of inventory were obtained, with classes I and II grouped by 10 Work Units (WUs) each, and class III grouped into 16 WUs. Revenues of R\$45,132.60, R\$73,148.53 and R\$158,377.97 were estimated in classes I, II and III, respectively; and production at volumes of 1,024.03; 1,536.35 and 3,354.71 m³. Finally, considering the balanced structure and greater economic return, it was possible to indicate the best management scenarios among the 54 simulated scenarios. In the third chapter a geostatistical approach was used to delimit production zones in an area under CFM in order to analyze the spatial dependence of the wood volume to make estimates of these in non-sampled points. The volume analyzed by the variographic modeling showed intermediate spatial dependence and the Gaussian model presented the best fit, making it possible to identify the zones of greater and smaller volumes. In the fourth chapter, the aim was to propose a mathematical model to position the optimum location of small sawmills to meet the logging production in a lowland area under CFM, in which it was possible to obtain an optimized location to attend the local community production. In this context, with the understanding of the community management situation in Amapá, it was possible to propose ways to optimize timber production through planning techniques that aid in decision making and contribute to promote and improve timber production, based on the analysis of models to optimize exploitation of the timber resource, focusing on the role of rural producers as forest managers and empowering communities in order to improve their socioeconomy.

Keywords: Local economy, Timber management, Family microseries, Operational research, Decision making.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o principal produtor mundial de madeira tropical serrada e a Amazônia brasileira, que compreende uma área com aproximadamente 5 milhões de km², é a principal região fornecedora do país. Aproximadamente 85% da produção nacional de madeira de origem nativa vêm da Amazônia (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI, 2018; REDE AMAZÔNICA DE INFORMAÇÃO SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA – RAISG, 2015).

A madeira é um recurso abundante e um importante produto na economia rural da região (LIMA et al., 2003). Estima-se que a Amazônia brasileira possui um estoque total de madeira da ordem de 84.616 milhões de m³, o que demonstra o potencial madeireiro mais atrativo para a região (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS - SNIF, 2016).

Diante disto, a atividade de exploração madeireira é uma das que mais contribui para a geração de emprego e renda da região (HUMMEL, et al. 2010). Portanto, na realização das atividades de extração dos recursos madeireiros, tornam-se cada vez mais importantes serem realizadas seguindo as técnicas adequadas de exploração, como o manejo florestal de impacto reduzido (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB, 2013).

Esse tipo de manejo é uma estratégia de conservar as florestas por meio das técnicas de exploração, sendo uma importante ferramenta para proteção da sociobiodiversidade, melhoria da socioeconomia por meio da geração de emprego e renda (JONG et al., 2008; SCHULZE; GROGAN; VIDAL, 2008) e à mitigação de fatores causadores de mudanças climáticas como emissão de gás carbônico pelo desmatamento (FEARNSIDE; BARBOSA; PEREIRA, 2013).

Uma modalidade de manejo que vem ganhando destaque é o manejo florestal comunitário (MFC) realizado em pequenas áreas exploradas por meio do trabalho da comunidade local. Além de ser um dos mecanismos que pode trazer grandes benefícios sociais e econômicos para agricultores familiares, agroextrativistas e indígenas que vivem nas florestas (LIMA et al., 2003).

O MFC se apresenta como uma importante alternativa econômica, social e ambiental à medida que permite renda ao produtor, gera emprego e mantém a floresta em pé, com suas funções reguladoras do clima, biodiversidade, proteção do solo, do ar e da água, contribuindo com as futuras gerações (COSTA et al., 2017; ROSETTI, 2013; SILVA et al., 2017).

O MFC tem se efetivado como alternativa para as comunidades da Amazônia em função de estimular a produção priorizando a conservação dos recursos naturais. Isso provoca a diminuição do processo de degradação ambiental e o melhor aproveitamento dos produtos florestais de maneira a otimizar o potencial florestal e fortalecimento da organização social (COSTA et al., 2017; HERRERA, 2006; SILVA et al., 2017).

As comunidades amazônicas, que têm uma forte relação histórica com a floresta e demonstra aptas ao manejo comunitário. Vários Estados, principalmente, da Amazônia conservada têm elevado potencial para promover o MFC a partir do uso racional dos produtos e serviços ecossistêmicos da floresta.

Entre os estados da Amazônia o do Amapá, tem enorme potencial para o estabelecimento de um setor florestal competitivo. Mais de 70% do seu território é recoberto com florestas e mais de 95% das suas florestas ainda estão conservadas, sendo 71% localizadas em unidades de conservação e terras indígenas. A maior parte dessas florestas está apta para o uso sustentável e fortalecimento da economia florestal local (INSTITUTO DE PESQUISA ESPACIAIS - INPE, 2015; PEREIRA et al., 2010).

No entanto, o Amapá é um dos estados da Amazônia com a menor contribuição de produção madeireira, que são oriundas principalmente de florestas de terra firme e florestas de várzea (PEREIRA, 2015). Dessa forma, é necessário adotar alternativas que fortaleçam a economia da região com a geração de emprego e renda por meio do potencial florestal que o estado apresenta, principalmente no contexto do direito ao uso de florestas públicas por povos e comunidades tradicionais e grupos familiares com a promulgação da Lei de Gestão de Florestas Públicas (BRASIL, 2006a).

Dessa maneira o MFC se torna uma opção relevante, visto que é uma forma de aliar conservação e alternativas de produção e geração de renda por meio da exploração planejada dos recursos florestais. Entretanto, ainda que o MFC seja considerado uma alternativa promissora, enfrenta uma série de dificuldades, como aspectos organizacionais, estruturais, financeiros, entre outros, que têm impedido o avanço dessa atividade na região (SILVA et al., 2017).

Pesquisas que visem estudar as características do MFC em escala local, são essenciais para auxiliar no aproveitamento de forma sustentável do potencial das florestas amazônicas. Para transformar esse potencial em desenvolvimento e melhorias sociais, são necessárias ferramentas para auxiliar no aperfeiçoamento do manejo sustentável de florestas nativas em escala comunitária.

Dessa forma, objetivou-se, nesta tese, realizar uma análise situacional do MFC local e compreender como as técnicas de planejamento que auxiliam na tomada de decisão podem contribuir para promover e aprimorar a produção madeireira dessa modalidade de manejo, mas especificamente, em floresta de várzea a partir da análise de modelos para otimizar a exploração do recurso madeireiro.

O estudo se relaciona a uma necessidade encontrada a partir de um estudo anterior sobre manejo florestal comunitário (SILVA, 2014) que apontou necessidades em manter uma produção constante e uma renda equilibrada de modo a tornar a atividade competitiva frente a outros usos da terra. Visto que essa modalidade é considerada uma opção promissora de geração de trabalho, renda e desenvolvimento local aliado ao uso sustentável dos recursos florestais.

Portanto, o estudo está dividido em quatro capítulos com os seguintes objetivos: Capítulo I: Caracterizar o MFC no Amapá por meio da percepção dos diferentes atores envolvidos, no intuito de evidenciar as principais iniciativas, características, dificuldades e perspectivas do manejo em escala comunitária, bem como evidenciar os pontos fortes, fracos, ameaças e oportunidades; no Capítulo II, a partir da identificação de uma iniciativa de MFC a ideia é propor alternativas que proporcionem uma produção madeireira de forma sustentável e com maior retorno econômico. Assim, o objetivo deste capítulo foi estratificar o volume comercial madeireiro e propor a regulação da produção florestal, por meio do método BDq, para subsidiar a escolha dos melhores cenários de manejo; posteriormente no Capítulo III, o objetivo foi definir as zonas de produção volumétrica para pontos não amostrados considerando sua dependência espacial e variabilidade auxiliando no planejamento da atividade do manejo comunitário; e por fim o Capítulo IV tem por objetivo propor um modelo matemático para identificar uma locação ótima de microserrarias para atender a demanda madeireira dos comunitários.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A FLORESTA AMAZÔNICA

As florestas tropicais ocorrem predominantemente em três grandes regiões do mundo: Amazônia, África ocidental (Bacia do Congo) e sudeste Asiático. Essas florestas são

caracterizadas pela grande diversidade biológica, biomassa expressiva e estão em regiões quentes e chuvosas (VERISSIMO; PEREIRA, 2014).

A floresta amazônica não é exclusiva do Brasil, possuindo uma área de aproximadamente 7,8 milhões de Km², distribuídos em 9 países da região norte da América do Sul. No entanto, é no Brasil que se distribui a maior parte (64%) e o restante se distribuem entre o Peru (10%), Bolívia e Colômbia (6,2% cada), Venezuela (5,8%), Guiana (2,8%), Suriname (2%), Equador (1,5%) e Guiana Francesa (1,1%) (REDE AMAZÔNICA DE INFORMAÇÃO SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA – RAISG, 2015; PEREIRA et al., 2010).

No Brasil, a Amazônia Legal, definida pela Lei 1.806/1953 é representada por nove estados brasileiros divididos em: Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima; e Amazônia Oriental: Pará, Maranhão, Amapá, Tocantins e Mato Grosso (LE MOS; SILVA, 2011; PEREIRA et al., 2010; SNIF, 2016).

A Amazônia brasileira tem sua importância reconhecida mundialmente, visto que, possui diferentes habitat terrestres e de água doce, que resultam em uma riquíssima biodiversidade, com cerca de 45.000 espécies de plantas e vertebrados (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB, 2013). Além de seus ecossistemas complexos, com grande quantidade de recursos florestais madeireiros e não madeireiros, que sustentam diversas comunidades locais (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS – SNIF, 2016).

Esses recursos florestais estão presentes nas diversas tipologias florestais amazônicas que são: Florestas de Terra-Firme, que abrangem a floresta densa, floresta com cipós, floresta aberta com bambu, floresta de encosta, campinarana e floresta seca. Também estão contidas as florestas de várzea, floresta de igapó, floresta de manguezal e campina (IBGE, 2010).

2.2. MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Para a Amazônia, o uso dos recursos florestais, por meio do Manejo Florestal Sustentável (MFS) é a melhor alternativa para aliar o crescimento econômico e o desenvolvimento da região. Entre os benefícios, estão a redução das taxas de desmatamento, o fomento econômico pela oferta de produtos e serviços e, talvez, o principal, a conservação das florestas e de suas funções essenciais ao meio ambiente e ao equilíbrio do clima (CNI, 2018).

O Manejo Florestal é a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização múltiplos uso da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços (BRASIL, 2012).

Em toda a Amazônia vários experimentos já foram conduzidos desde o início da década de 1990 e os quais já demonstraram muitas vantagens da exploração realizada de forma manejada em comparação à exploração que não seguem técnicas de baixo impacto, em que nenhum princípio básico de planejamento é adotado (PEREIRA et al., 2010).

Esses experimentos, conforme Pereira et al. (2010), provaram que a exploração manejada causa uma compactação e degradação do solo e da floresta 50% menor, além de menor degradação das árvores que seriam colhidas no segundo ciclo de corte. Este tipo de manejo ainda pode reduzir o desperdício de madeira em 33,3% e a emissão de carbono em 36%.

Diante do importante ativo econômico que as florestas nativas brasileiras apresentam com elevado potencial de geração de empregos verdes e renda, o MFS se tornou uma estratégia global voltada à conservação dos recursos naturais, visto que, as florestas nativas são provedoras de bens e serviços ecossistêmicos e seu uso sustentável deve ser promovido (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU, 1992).

Além disso, promover o manejo florestal é uma das metas prioritária até 2020 (ONU, 2015), assim como no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), que considera o manejo florestal dentro de suas estratégias de mitigação e adaptação aos efeitos negativos das mudanças climáticas globais.

Desta forma, o MFS pode ser visto como uma estratégia técnica, visando ao uso sustentável das florestas na forma de seus produtos madeireiros, não madeireiros e serviços ambientais associados, mantendo seus múltiplos valores (econômico, ambiental e social) e garantindo sua continuidade e perpetuidade (CNI, 2018).

2.2.1 Manejo florestal em floresta de várzea

A diversidade de recursos naturais existentes na Amazônia brasileira só ocorre em consequência das diferentes associações vegetais que crescem sob a influência de fatores ambientais intrínsecos a cada ecossistema que formam esse bioma. Entre os ecossistemas que

compõem a floresta amazônica, estão as florestas de várzeas (CARIM, 2016; LIMA et al., 2014).

No estado do Amapá, as florestas de várzea ocupam cerca de 4,85% (6.959,25 km²) de sua cobertura vegetal e aproximadamente 15,46% do setor estuarino, ocorrendo ao longo da orla amazônica, sendo o segundo maior ambiente florestado do Estado, considerando estrutura, diversidade e representatividade espacial (CARIM; JARDIM; MEDEIROS, 2008).

Em sua área de abrangência, a maior concentração da floresta de várzea ocorre principalmente em margens de rios, onde são submetidas a dois ciclos diários de enchentes e vazantes por água doce represada pelas marés (COSTA NETO; SILVA, 2004). Devido a essa dinâmica, originam um modelo particular de reciclagem do substrato, enriquecido a cada maré pelas descargas de sedimentos fluviais (CAVALCANTI, 2011).

As florestas de várzea apresentam também uma estrutura exuberante e um grande patrimônio genético, na qual desempenham um papel importante no equilíbrio do ecossistema e manutenção da biodiversidade. Essa vegetação se assemelha as da terra firme pela ocorrência, em sua maioria, de espécies perenifólias, com sub-bosque compostos por tolerantes e intolerantes (LIMA et al., 2014).

Na região estuarina do Amapá, as florestas de várzea são marcadas pelo domínio de palmeiras, dentre as quais se destacam o Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), o Buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.), Murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.), Ubuçu (*Manicaria saccifera* Gaertn.) Urucuri (*Attalea excelsa* Mart) (COSTA NETO; SILVA, 2004). Além das espécies madeireiras como Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), Virola (*Virola surinamensis*), Macacaúba (*Platymiscium ulei* Harms), Pau-mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum), Samaúma (*Ceiba pentandra* Gaertn.), Pracuúba (*Mora paraenses* Ducke), Anani (*Symphonia globulifera* L.F.), entre outras (QUEIROZ et al., 2007).

Essas florestas têm dado suporte socioeconômico e têm sido historicamente as mais utilizadas para atividades humanas. Por isto, destaca-se como um dos ecossistemas mais importantes da região amazônica. Sua utilização está centrada no extrativismo vegetal, principalmente do açazeiro, para uso do fruto, da andiroba e das espécies madeireiras, além da pesca e da caça de subsistência (PINTO et al., 2008).

As florestas de várzea apresentam não só importância econômica, como também uma marcante função social, tendo em vista as facilidades que oferecem para as práticas extrativistas e, conseqüentemente, para o processo de ocupação e uso dos recursos naturais

necessários à subsistência das populações residentes, conhecidos como ribeirinhos (CAVALCANTI, 2011; RABELO, 2005).

Desta maneira, as atividades extrativistas são constantemente alvo de pesquisas, na tentativa de compreender questões ainda problemáticas na Amazônia e otimizar a conservação da floresta a partir dos conhecimentos populares e científicos. Segundo Barros e Uhl (1995), o padrão dominante de extrativismo na região de várzea envolve pouca preocupação com a sua sustentabilidade, razão pela qual os estoques de recursos, como madeira, peixes, camarão e outros de alto valor econômico, encontram-se sobre-explorados.

Isto demonstra a necessidade da aplicação de alternativas de manejo voltadas às florestas de várzea, visando garantir a sustentabilidade e proporcionar melhores condições e planejamento de exploração (LIMA et al., 2014). Cavalcanti (2011) complementa que práticas de manejo adequadas são necessárias pelo grau de vulnerabilidade que marca toda a fitofisionomia e funcionamento desse ecossistema. Assim, maior atenção deve ser dada ao controle dos níveis de interferência, à intensidade e forma de manejo de suas espécies, de modo a garantir maior proteção ao seu equilíbrio dinâmico.

2.3. MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO (MFC)

Desde os anos oitenta o MFC é objeto de vários estudos, mas somente foi oficializado perante o Estado brasileiro por meio da regulamentação das Instruções Normativas (IN) do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº4 e nº5, de 28 de dezembro de 1998, resultantes de várias discussões sobre o tema, envolvendo organizações governamentais e não governamentais (RAMOS et al., 2007).

Um dos pontos altos de articulação de governos e movimento social amazônico em prol do MFC aconteceu durante a Conferência Internacional de Manejo Florestal Comunitário, ocorrida em julho de 2007, em Rio Branco (Acre). Nesse evento, foi entregue à então ministra do Meio Ambiente (Marina Silva) uma carta reivindicando a construção participativa de uma política nacional de MFC, visando o fortalecimento dessa atividade em todos os biomas brasileiros (RAMOS, 2011).

Em 05 de junho de 2009, foi assinado o decreto nº 6.874, que instituiu no âmbito dos Ministérios do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Agrário o Programa Federal de Manejo Florestal Comunitário e Familiar – PMCF, criado para coordenar as ações de gestão e

fomento ao manejo florestal sustentável voltados para os povos, comunidades tradicionais e agricultores familiares que tiram sua subsistência das florestas brasileiras (BRASIL, 2009a).

O MFC é um conceito desenvolvido para explicar uma modalidade de uso sustentável dos recursos florestais a partir de comunidades e famílias agroextrativistas. Sua essência está na racionalidade de uso da floresta (baixo impacto), no intuito de melhorar a socioeconomia dos habitantes que nela residem, gerando, além de matérias-primas (produtos madeireiros e da sociobiodiversidade), serviços (permanência dos caboclos/ribeirinhos na terra, preservação da cultura, etc.) para comunidade envolvida (RAMOS et al., 2007).

Nas ações do manejo florestal realizadas pela comunidade se utiliza o enfoque participativo-adaptativo e as técnicas de uso florestal sustentável, baseada na ideia de que a participação dos produtores deve se dar em todo o processo. São os próprios produtores que decidem sobre a aceitação, ou não, de uma inovação, sendo a convicção e a mudança de atitude os principais fatores de transformação (LIMA, 2018).

Neste sentido, o MFC é assumido como um potencial para gerar renda e trabalho para os produtores familiares da Amazônia e contribuir para a manutenção das florestas locais. Sua promoção tem buscado a capacitação dos produtores em práticas de exploração de impacto reduzido, organização em torno de cooperativas e associações e estratégias para a busca de mercados atrativos, incluindo a adoção de certificação (MEDINA; PORKONY, 2011).

Um marco de grande importância para o MFC é a Lei Federal 11.284 de Gestão de Florestas Públicas (LGFP) aprovada em 2006 (BRASIL, 2006a), na qual se definem as condições de uso dos recursos florestais sob domínio público. Em seus princípios básicos a lei garante o respeito ao direito da população, em especial das comunidades locais, de acesso às florestas públicas e aos benefícios decorrentes de seu uso e conservação.

As florestas de uso comunitário correspondem às terras indígenas e às unidades de conservação sob as categorias Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e reserva Extrativista (Resex), assim como aos assentamentos sustentáveis federais dos tipos Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS), Projeto de Assentamento Florestal (PAF) e Projeto Agroextrativista (PAE) (CADASTRO NACIONAL DE FLORESTAS PÚBLICAS – CNFP, 2017).

No entanto, não se pode afirmar que o MFC é uma atividade amplamente disseminada, mas sua contribuição ao setor madeireiro se encontra muito abaixo de seu potencial. Apesar de 50% das florestas públicas na Amazônia estarem sob áreas comunitárias, existem planos de MFC aprovados em apenas cinco unidades de conservação (UC) federais na Amazônia,

localizados na Flona Tapajós (Pará), Resex Verde para Sempre (Pará), Resex Chico Mendes (Acre) e Flona do Purus e Resex do Rio Ituxi (Amazonas), com 118 PMFS comunitários, incluindo assentamentos, cooperativas e quilombolas (CNI, 2018).

Apesar dos avanços nos marcos legais que regularizam a prática agroextrativista, principalmente, na extração madeireira com baixa intensidade e da conquista da regularização fundiária em diversas modalidades, beneficiando milhares de famílias, muitas comunidades carecem de informações técnicas para exercerem sua atividade florestal de maneira sustentável (RAMOS, 2011).

2.4 LEGISLAÇÃO DO MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Na esfera federal, o manejo florestal madeireiro é regulamentado pela norma de execução nº 01, de 24 abril de 2007, que institui as diretrizes técnicas para elaboração dos PMFS e Instruções Normativas (IN) nº 4/2006 e 5/2006 e Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 406/2009 que estabeleceram regras específicas para os PMFS na Amazônia conforme trata o artigo 20 da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que instituiu o novo código florestal (BRASIL, 2006b, 2006c, 2007, 2009b, 2012).

A instrução normativa (IN) nº 04, de 11 de dezembro de 2006, dispõe sobre a autorização prévia à análise técnica de PMFS (APAT). Já a IN nº 5, de 11 de dezembro de 2006, dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica do PMFS nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal (BRASIL, 2006c).

Já a IN nº 05, por exemplo, menciona no seu art. 8º sobre a manutenção de pelo menos 10 % do número de árvores por espécie na área efetiva manejo (porta semente), respeitando o critério de raridade, ou seja, o limite mínimo de manutenção de 3 árvores por espécie por 100 ha (BRASIL, 2006b).

Por outro lado, a resolução nº 406/2009 do Conama, estabelece parâmetros técnicos a serem adotados em todas as etapas do PMFS, da elaboração à execução, como por exemplo, no Artigo 4º, inciso I que estabelece a estimativa de produtividade anual máxima da floresta manejada, quando não houver estudos para a área, que será de 0,86 m³/ha/ano (BRASIL, 2009b).

A resolução nº 406/2009 estabelece ainda no seu Artigo 4º, inciso IV, alínea a e b que conforme o método de extração, o plano de manejo poderá ter intensidade de corte e ciclo

diferentes, independente do detentor do plano de manejo. Para o manejo em que o arraste não utilize máquinas, a intensidade de corte máxima é 10 m³/ha, com ciclo de corte inicial de 10 anos. Para o plano de manejo em que a extração é feita por meio de máquinas, a intensidade de corte é de 30 m³/ha, com ciclo de corte inicial de 35 anos.

Um marco de grande importância para manejo comunitário é a Lei Federal nº 11.284 de Gestão de Florestas Públicas (LGFP), aprovada em 2006. Essa lei define as condições de uso dos recursos florestais sob domínio público, nos quais estão inseridas as unidades de conservação de uso sustentável, assentamentos e outros (BRASIL, 2006a).

No caso de projetos de assentamento para a reforma agrária, esses devem também observar as normas e diretrizes do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), criando mais um nível de complexidade jurídica. Especificamente, a Instrução Normativa (IN) nº 65 de 2010 (BRASIL, 2010) prevê dois comandos que visam assegurar que o plano de manejo seja executado e traga benefícios ao público da reforma agrária, determinando que: I) o beneficiário da reforma agrária, individual ou coletivamente representado, é o detentor do plano de manejo; II) as atividades do plano manejo florestal em assentamentos não poderão ser executadas por terceiros (COSTA et al., 2017).

Em âmbito do estado do Amapá, pode-se destacar a IN da Secretaria do Estado do Meio Ambiente (SEMA) nº 04/2009 e mais recente o Decreto nº 3325 de junho de 2013, vinculado à Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que institui o novo código florestal, que regulamenta a exploração das florestas nativas e formações sucessoras de domínio público e privado, inclusive em reserva de florestal legal no estado do Amapá (AMAPA, 2013; BRASIL, 2012).

A política florestal avançou nos últimos anos e os instrumentos técnicos normativos do manejo florestal ganharam novas diretrizes, parâmetros e índices baseados em estudos técnico-científicos. Neste contexto, a pesquisa científica, assume papel essencial para proteção florestal e melhoria de qualidade de vida de populações, visto que por meio de seus resultados científicos será possível sugerir mudanças na legislação, bem como subsidiar políticas públicas que visem a proteção da floresta (SILVA, 2014).

Todavia, para que a legislação atenda e subsidie o licenciamento dos PMFS com segurança, quanto à sustentabilidade da floresta, é necessário que o conhecimento científico gerado seja inserido no arcabouço legal, de modo a garantir informações precisas para a manutenção e perpetuação das atividades do setor florestal (SILVA et al., 2017).

2.5 MÉTODOS QUANTITATIVOS PARA AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO NO GERENCIAMENTO FLORESTAL

2.5.1 Cortes seletivos pelo método BDq no manejo de florestas nativas

Dentre os vários sistemas de manejo aplicáveis às florestas tropicais naturais, o sistema de corte seletivo por meio do método BDq (B = área basal remanescente, D = diâmetro máximo desejável e q = constante de De Liocourt), é um dos recomendados, porque mantém a estrutura inequívoca da floresta remanescente e permite manter a regulação florestal (SOUZA; SOUZA, 2005). Além de promover a sustentabilidade, uma vez que conjuga ações para a condução da regeneração natural, estabelece critérios de remoção de árvores e define critérios de colheita, tendo como base o menor impacto sobre a população remanescente (SCOLFORO, 1997).

O método consiste na observação da estrutura diamétrica sucessiva, a qual torna possível utilizar o conceito de floresta balanceada mediante a identificação de classes nas quais existe menor ou maior quantidade de árvores a serem removidas. O resultado é a busca de características de uma floresta normal a partir do estudo de florestas irregulares, expressa em uma constante de proporcionalidade entre o número de árvores por categoria diamétrica sucessiva, denominado quociente q, proposto por Liocourt em 1898 (HESS, 2012; SCOLFORO; GAMA; BENTES-GAMA, 2005).

O quociente q reflete questões de qualidade de sítio; competição entre as espécies, dominância de algumas, que se refletirá em necessidades de desbastes; probabilidade de movimentação entre as classes (ingresso); recrutamento; mortalidade; situações ecológicas eventuais; dentre outras variáveis ou questões. Essa distribuição indica a necessidade de se avaliar como se processará a reposição das árvores das classes superiores depois da exploração (BRAZ, 2010; CAMPOS; RIBEIRO; COUTO, 1983).

O quociente q representa a razão constante entre as classes e é de fundamental importância por interferir no número de indivíduos por classe diamétrica, sendo utilizado juntamente com a área basal remanescente (B) e o diâmetro máximo desejável (d) no ajuste da função de Meyer, para encontrar as novas estimativas dos parâmetros das funções de diferentes alternativas de manejo. Qualquer alteração no valor de q resulta em mudança na estrutura da floresta. O valor de q interfere na inclinação da curva de remoção, de forma que, se o novo q for menor que o valor original, então, mais indivíduos serão removidos nas menores classes diamétricas. Já, se o novo q for maior que o original, haverá remoção de um

maior número de plantas de maior dimensão, considerando, nestas duas situações, a remoção de uma mesma área basal (HESS, 2012; SOUZA; SOARES, 2013).

A vantagem do método BDq está nos princípios que adota para obter uma produção mais sustentável, pois é possível quantificar a intensidade de corte por hectare em número de árvores, volume ou área basal, sendo uma técnica de corte seletivo mais racional em comparação com a técnica que corta somente árvore de grande porte ou de grande valor (CAMPOS; RIBEIRO; COUTO, 1983).

O sistema de corte seletivo consiste em remover árvores em todas as classes de diâmetros, em amplitudes relativamente estreitas, de maneira a manter uma relação equilibrada de indivíduos nas classes diamétricas sucessivas. Os critérios utilizados para a escolha das árvores a serem removidas, devem, inicialmente, incluir aquelas de espécies indesejáveis ou de baixo valor econômico, em seguida, as árvores com fuste de baixa qualidade, segundo características da forma, sanidade e comprimento dos mesmos, seguindo também alguns critérios adotados em desbastes (SCOLFORO; GAMA; BENTES-GAMA, 2005).

Por fim, as classes diamétricas que apresentam déficit de árvores não podem sofrer qualquer remoção, conforme recomenda Scolforo, Pulz e Melo (1998). Com os parâmetros definidos, encontra-se a frequência remanescente para cada classe de diâmetro, que será subtraída da frequência observada para obter a frequência de remoção. Em seguida, pode-se definir a frequência de remoção por espécie em cada classe, garantindo, assim, a sustentabilidade.

O método BDq foi aplicado por Souza e Souza (2005) em uma floresta ombrófila densa de terra firme na Amazônia, visando obter uma estrutura diamétrica balanceada, concluindo-se que a condução da floresta a uma estrutura balanceada ao longo do ciclo de corte, com o aproveitamento contínuo dos produtos florestais madeireiros, somente será possível a partir da remoção periódica das árvores nas menores classes diamétricas.

Em um estudo realizado por Souza et al. (2013) no estado do Amapá, testaram-se combinações de BDq para cinco espécies arbóreas comerciais, tendo sido observado que, respeitado o diâmetro máximo que se deseja explorar, um “q” de 1,5 sugere a remoção de indivíduos nas quatro primeiras classes, o que torna as classes aptas para o manejo menos exploradas. Sendo assim, os autores afirmam que é mais viável utilizar um $q > 2$, por valorizar a regeneração e explorar um maior número de indivíduos nas classes aptas ao manejo. Complementarmente, observam-se diversos trabalhos acerca do método BDq e

floresta balanceada, conforme observado em Acuña (2013), Bolzan (2016), Braz et al. (2012), Diniz (2011), Hess (2012), Kerr (2014), Paula et al. (2009), Silva et al. (2018c).

2.5.2 Técnicas de geoestatísticas para o planejamento florestal

O surgimento da Geoestatística se deu em 1950, a partir de estudos desenvolvidos por Daniel G. Krige, que ao analisar dados referentes à concentração de ouro, concluiu que a variabilidade da concentração só fazia sentido se as distâncias entre as amostras fossem consideradas. Logo, no início da década de 60, G. Matheron, baseado nas observações de Krige, desenvolveu o conceito da geoestatística ou teoria das variáveis regionalizadas, que leva em consideração a localização geográfica e a dependência espacial (GREGO; OLIVEIRA, 2015; MATHERON, 1971; YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

A Geoestatística é baseada em uma função espacial numérica que varia de um local para outro com continuidade e cujos valores tem forte relação com a posição espacial que ocupam, permitindo, desta forma, a estimativa de uma determinada variável em locais não amostrados e a aplicação em mapeamentos, planejamentos de amostragens e modelagens utilizando uma função de correlação espacial entre os dados sem viés e com variância mínima (FARACO et al., 2008; VIEIRA, 2000).

Para estimar dos valores não amostrados, destacam-se os passos de cálculo da semivariância, construção ajuste do semivariograma e a interpolação por krigagem. O semivariograma é a ferramenta geoestatística empregada para estimar a variabilidade espacial, que faz uso da função numérica definida de semivariância, utilizada para realização da avaliação da dependência espacial de uma característica em função da distância entre pontos amostrados. (ASSUMPCAO et al., 2007; SANTOS et al., 2014).

Já a krigagem é o processo de estimativa de valores de variáveis distribuídas no espaço, e/ou no tempo. Esse processo emprega uma série de técnicas de análise de regressão, tendo em vista um modelo prévio, que leva em consideração que a variável regionalizada resulta de um processo estocástico estacionário de segunda ordem, dando origem as krigagens denominadas simples e ordinária (PIRES et al., 2016; YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

O método de interpolação por krigagem, segundo Grego e Oliveira (2015), consiste em ponderar os vizinhos mais próximos do ponto a ser estimado, obedecendo aos critérios de não tendenciosidade, que significa que em média a diferença entre valores estimados e observados para o mesmo ponto dever ser nula e ter mínima variância, ou seja, que os estimadores possuam a menor variância dentre todos os estimadores não tendenciosos.

Desse modo, a Geoestatística se apresenta como uma ferramenta confiável e pode contribuir de forma significativa aos estudos florestais, complementando os trabalhos de inventário florestal voltados para a caracterização e manejo de florestas, que em geral não levam em conta a dependência espacial de uma determinada variável (AMARAL et al., 2013; DORMANN, 2007). Logo, nos estudos da vegetação vem sendo utilizada na otimização amostral, interpolação e construção de mapas, na estimativa e inferência de variáveis relacionadas ao meio (ROVEDA et al., 2018; SANTOS et al., 2011) entre outros.

No manejo florestal, estudos com geoestatística vêm permitindo verificar e analisar o comportamento espacial de variáveis dendrométricas, como os que envolvem a modelagem da distribuição espacial do diâmetro das árvores, a estimativa do incremento em diâmetro e volume (COSTA, 2017; LUNDGREN; SILVA; FERREIRA, 2017;), estoque de madeira para exploração, entre outros (AMARAL et al., 2013; AMARAL, 2014; DEBASTIANE et al., 2018; DUTRA, 2014; PELISSARI et al., 2014a; PELISSARI et al., 2014b; PELISSARI et al., 2015; RIBEIRO, 2014; SANTOS et al., 2014; SCOLFORO et al., 2015; SCOLFORO et al., 2016), contudo, a geoestatística ainda é pouco difundida em estudos de espécies florestais nativas.

Na floresta, a geoestatística considera que valores obtidos nas parcelas ou unidades amostrais estão associados à sua localização no espaço e, portanto, por meio do uso de interpoladores é possível realizar a estimativa das variáveis obtidas pela amostragem em locais não amostrados (AMARAL et al., 2010; AMARAL, 2014; KANEGE JUNIOR et al., 2007).

Os trabalhos supracitados denotam a vantagem de se utilizar a metodologia geoestatística, pois ela possibilita a captação da influência de um dado local sobre determinada variável ou fenômeno, sendo bastante útil na área ambiental; também possibilita ao pesquisador identificar, explorar e compreender os fenômenos naturais em função de sua distribuição no espaço, essencial para verificar como os planos de manejo florestal podem ser mais sustentáveis e lucrativos reduzindo os impactos da exploração (DORMANN, 2007; WEBSTER; OLIVER, 2007).

2.5.3 Métodos de programação matemática para otimização da produção florestal

A programação matemática é um ramo da matemática que trata de técnicas que objetivam maximizar ou minimizar uma função objetivo sujeita a restrições lineares, não lineares e inteiras (DANTZIG; THAPA, 1997). Os problemas de programação matemática são abordados com ferramentas de pesquisa operacional (PO).

A PO engloba técnicas que visam encontrar a solução ótima de problemas, com o objetivo de auxiliar o planejador na tomada de decisão. A aplicação dessas técnicas permite melhorar os processos de utilização de recursos e otimizar sistemas em funcionamento nas empresas (HILLER; LIEBERMAN, 2006).

O uso da PO para encontrar soluções de problemas se justifica pelo fato de ser uma ciência composta por inúmeras técnicas e modelos intrinsecamente relacionados com a otimização de sistemas produtivos e escolha da melhor opção dentre várias, ou seja, a PO possibilita de nortear o caminho para se tomar a melhor decisão, em diversos aspectos, desde problemas de otimização de recursos, de localização, roteirização, de alocação de pessoas, de previsão e planejamento, dentre outros (LACHTERMACHER, 2009).

Dada a complexidade e quantidade de variáveis envolvidas, diversas ferramentas da PO foram introduzidas na área florestal. Dentre as ferramentas com aplicação no manejo dos recursos florestais estão: programação linear (PL), programação inteira (PI), programação não-linear (PNL), programação de múltiplos objetivos (PMO), programação dinâmica (PD), heurística e metaheurística (BETTINGER et al., 2009).

A PL é de fato a mais difundida e aplicada na tomada de decisão quando a função objetivo e as restrições são lineares (DANTZIG; THAPA, 1997; LEUSCHNER, 1984). A PL é uma das primeiras ferramentas práticas utilizadas para enfrentar problemas de tomada de decisões na administração, na indústria e na agricultura, sendo definida como uma técnica de alocação ótima de recursos limitados entre atividades que competem entre si (BUONGIORNO; GILLES, 2003).

Estudos empregando diferentes técnicas de PO com enfoque para modelagem e resolução de problemas, já foram conduzidos em florestas plantadas, dentre os quais se podem citar os estudos realizados por: Guera (2017), Rode et al. (2014), Rode et al. (2015), Silva et al. (2003) e Silva et al. (2006).

Já em florestas nativas as técnicas de PO, ainda são poucos utilizadas no planejamento e gestão da floresta de modo a subsidiar a tomada de decisão, sendo que dos poucos estudos se pode citar: Braz, Carnieri e Arce (2004), Fernandes et al. (2013), Martinhago (2012), Silva,

2014, Silva, 2015, Silva, Silva e Chichorro (2015), Silva et al. (2018a), Silva et al. (2018b) e Silva et al. (2018c).

Desses estudos, todos conseguiram obter resultados satisfatórios com o uso da ferramenta, como o realizado por Braz, Carnieri e Arce (2004) que teve como objetivo apresentar um modelo matemático que auxiliasse no planejamento e na distribuição das unidades de produção em uma pequena propriedade da floresta tropical no estado do Acre. Os autores observaram que o modelo proposto se mostrou superior à exploração antes utilizada na área e garantiu maior equilíbrio do rendimento anual para o pequeno proprietário.

Silva, Silva e Chichorro (2015) também obtiveram resultados positivos ao mostrar alternativas de regulação florestal por meio da estratificação por produção e renda em uma em uma área sob regime de manejo florestal comunitário na Amazônia, concluindo que a PO se mostrou útil para estratificar em 3 classes de produção volumétrica e renda em áreas equiprodutivas.

Também com objetivo de aplicar a ferramenta para regulação florestal, Silva et al. (2018a) buscaram apresentar um modelo de PLI para realizar a formação de unidades de produção (UP) reguladas ao nível de árvores exploráveis utilizando o modelo das p-medianas com restrições de volume e renda e concluíram que a metodologia promoveu a formação de UPs de forma eficiente, agrupando as árvores de maneira otimizada e, ao mesmo tempo, respeitando as restrições do problema.

Os estudos supracitados denotam que o uso de técnicas de PO em problemas de tomada de decisão no setor florestal tem se mostrado cada vez mais frequente e importante, sendo uma ferramenta eficaz para o planejamento florestal. Nesse sentido, Silva et al. (2018b) mostraram que a aplicação da programação promoveu ganhos significativos no planejamento da colheita de florestas nativas com potencial para reduzir os danos ambientais. Já Silva et al. (2018c, confirmaram o potencial da ferramenta para aumentar a eficiência de planos de exploração madeireira e manejo florestal na Amazônia.

REFERÊNCIAS

- ACUÑA, M. H. A. **Dinâmica, estrutura e prognose florestal em área explorada sob regime de manejo florestal na amazônia sul ocidental**. 2013. 53 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Gestão Florestal) – Universidade Federal do Paraná, 2013. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/50955>. Acesso em: 23 mar. 2018.
- AMAPÁ. Decreto nº 3325, de 17 de junho de 2013. Regulamenta a exploração de florestas nativas e formações sucessoras de domínio público e privado, inclusive em reserva florestal legal no Estado do Amapá e dá outras providências. **Diário oficial [do] Estado**, Macapá, AP, 17 jun. 2013. Disponível em: <http://www.ief.ap.gov.br/system/archives/78/original/Decreto3325.PDF>. Acesso em: 25 jun.2017.
- AMARAL, L.P. et al. Análise da distribuição espacial de biomassa e carbono arbóreo acima do solo em Floresta Ombrófila Mista. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v.6, Edição especial, p.103-114, 2010. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/885/1018>. Acesso em: 05 fev. 2018.
- AMARAL, L. P. et al. Influência da floresta alterada na distribuição espacial de três espécies da Floresta Ombrófila Mista avaliada pela geoestatística. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v. 37, n. 3, p. 491-501, mar. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000300012>.
- AMARAL, L. P. **Geoestatística aplicada ao manejo florestal experimental em Floresta Ombrófila Mista**. 2014. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) – Universidade Federal de Santa Maria, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4807>. Acesso em: 05 fev. 2018.
- ARAUJO, H. J. B. **Acervo arbóreo das áreas sob manejo florestal comunitário do Projeto de colonização Pedro Peixoto**, Rio Branco: Embrapa Acre, 2015. 47 p. (Embrapa Acre, documentos, 139).
- ASSUMPCAO, R. A. B. et al. Uso da krigagem indicadora na avaliação da probabilidade da produtividade de soja segundo os padrões regional, estadual e nacional. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá-PR, v. 29, n. 1, p. 165-171, 2007. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v29i2.232>.
- BARROS, A. C.; UHL, C. Logging along the Amazon River and estuary: Patterns, problems and potential. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 87-105, 1995. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03574-T](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03574-T).
- BETTINGER, P. et al. **Forest management and planning**. London: Elsevier, 2009.

BRASIL(a). Lei nº 11.284, de 02 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para produção sustentável, institui o Serviço Florestal Brasileiro e cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 mar. 2006. 185º da Independência e 118º da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 20 mar. 2018.

BRASIL(b). Instrução normativa nº 5, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável-PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 dez. 2006. Seção 1. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/pnf/_arquivos/in%20mma%2005-06.pdf. Acesso em: 19 mar. de 2018.

BRASIL(c). Instrução normativa nº 4, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável - APAT, e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 dez. 2006. Seção 1. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/pnf/_arquivos/in%20mma%2004-06.pdf. Acesso em: 19 mar. de 2018.

BRASIL. Norma de execução nº 1, de 24 abril de 2007. Institui, no âmbito desta Autarquia, as Diretrizes Técnicas para Elaboração dos Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFS de que trata o art. 19 da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 abr. 2007. Disponível em: http://www.lex.com.br/doc_1123291_NORMA_DE_EXECUCAO_N_1_DE_24_DE_ABRIL_DE_2007.aspx. Acesso em: 05 fev. 2017.

BRASIL (a), Decreto nº 6.874, de 5 de junho de 2009: Institui, no âmbito dos Ministérios do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Agrário, o Programa Federal de Manejo Florestal Comunitário e Familiar - PMCF, e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 08 jun. 2009. 188º da Independência e 121º da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6874.htm. Acesso em: 5 mar. 2018.

BRASIL (b) Resolução nº 406, de 02 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável- PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 fev. 2009, nº 26, p. 100. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=597>. Acesso em: 5 jun. 2017.

BRASIL. Instrução normativa INCRA nº 65, de 27 de dezembro de 2010. Estabelece critérios e procedimentos para as atividades de Manejo Florestal Sustentável em Projetos de Assentamento. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 dez. 2010. Disponível em: http://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-65-2010_77816.html. Acesso em: 5 mar. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 maio 2012, 191º da Independência e 124º da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 7 jun. 2017.

BRAZ, E. M. **Subsídios para o planejamento do manejo de Florestas Tropicais da Amazônia**. 2010. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 2010. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/ppgef/images/Teses2010/Evaldo-Munoz-Braz.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2018.

BRAZ, E. M.; CARNIERI, C.; ARCE, J. E. Um modelo otimizador para organização dos compartimentos de exploração em floresta tropical. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 1, p. 77-83, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000100010>.

BRAZ, E. M. et al. Manejo da estrutura diamétrica remanescente de florestas tropicais. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 22, n. 4, p. 787-794, 2012. <https://doi.org/10.5902/198050987559>.

BUONGIORNO, J.; GILLES, J. K. **Decision methods for forest resource management**. Iraed. San Diego: Academic, 2003.

BOLZAN, P. C. **Influência de variáveis ambientais e antrópica sobre a estrutura diamétrica de florestas exploradas no Sul da Amazônia**. 2016. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Mato Grosso, 2016. Disponível em: https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Bolzan_P_C_Dissertacao_2016.pdf. Acesso em: 18 jan. 2018.

CAMPOS, J.C.C.; RIBEIRO, J.C.; COUTO, L. Emprego da distribuição diamétrica na determinação da intensidade de cortes em matas naturais submetidas ao sistema de seleção. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.7, n.2, p.110-122, 1983. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=IkWaAAAAIAAJ>. Acesso em: 12 jan. 2018.

CADASTRO NACIONAL DE FLORESTAS PÚBLICAS – CNFP. **Florestas públicas**. 2017. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/cadastro-nacional-de-florestas-publicas/127-informacoes-florestais/cadastro-nacional-de-florestas-publicas-cnfp/1413-cadastro-nacional-de-florestas-publicas-atualizacao-2017>. Acesso em: 5 jun. 2018.

CARIM, M. J. V. **Estrutura, composição e diversidade em florestas alagáveis de várzea de maré e de igapó e suas relações com variáveis edáficas e o período de inundação no Amapá, Amazônia Oriental, Brasil**. 2016. 95 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2016. Disponível em: <http://bdtd.inpa.gov.br/handle/tede/226>. Acesso em: 18 jan. 2018.

CARIM, M. J. V.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. Composição florística e estrutura de floresta de várzea no município de Mazagão, estado do Amapá, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 36, n. 79, p. 191-201, 2008. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr79/cap03.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2018.

CAVALCANTE, E. Floresta de várzea e mata de igapó do Amapá. **Web artigos**, 2011. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/floresta-de-varzea-e-mata-de-igapo-do-amapa/69301#ixzz5EkWDQLg5>. Acesso em: 5 jun. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Perspectivas e desafios na promoção do uso das florestas nativas no Brasil** – Brasília: CNI, 2018. 94 p.

COSTA, B. S. S. **Variabilidade espacial de características dendrométricas da copaíba em função da aptidão agrícola em solos do Tocantins**. 2017. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/497>. Acesso em: 05 jan. de 2017.

COSTA, P.M. et al. **Comercialização de produtos madeireiros de manejos florestais comunitários**: Diagnóstico, opções e recomendações para o setor. Rio de Janeiro: BVRio; IMAFLORA, 2017. 64p. Disponível em: https://www.bvrio.org/wp-content/uploads/2018/03/BVRio_Imaflora_Manejo-Florestal_WEB_Low1.pdf. Acesso em: 15 jun. de 2018.

COSTA NETO, S. V. C.; SILVA, M. S. Vegetação. In: SANTOS, N.F.; FIGUEIRA, Z.R. (Orgs.). **Diagnóstico socioambiental participativo do setor costeiro estuarino**. Macapá: ZEE/IEPA, 2004. Cap. 5, p.71-100. Disponível em: http://www.iepa.ap.gov.br/estuario/arq_pdf/vol_1/cap_5_vegetacao_atual.pdf. Acesso em: 22 jun. 2018.

CRUZ, H.; SABLAYROLLES, P.; KANASHIRO, M.; AMARAL, M.; SISTET, P. (Orgs.). **Relação empresa/comunidade no contexto do manejo florestal comunitário e familiar**: uma contribuição do projeto floresta em pé. Belém, PA: IBAMA/DBFLO, 2011. 318 p.

DANTZIG, G. B.; THAPA, M.N. **Linear Programming 1**. Introduction. New York: Springer-Verlag, 1997.435p. (Springer series in operations research).

DEBASTIANI, A. B. et al. Predições geoestatísticas e zonas de incerteza no inventário de povoamentos florestais. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá-MT, v.5, n.1, p.283-287, 2018. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/view/5692/pdf>. Acesso em: 05 jun. 2017.

DINIZ, C. E. F. **Análise estrutural e corte seletivo baseado no método bdq em vegetação de Caatinga**. 114 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, 2011. Disponível em: <http://bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/6648?show=full>. Acesso em: 5 jun. 2017.

- DORMANN, C. F. Effects of incorporating spatial autocorrelation into the analysis of species distribution data. **Global Ecology and biogeography**, Oxford, v. 16, n.2, p.129-138, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00279.x>.
- DUTRA, M. D. S. **Geoestatística aplicada à caracterização da distribuição espacial de espécies arbóreas em Floresta Ombrófila Mista**. 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/8731>. Acesso em: 10 jun. 2018.
- FARACO, M. A. et al. Seleção de modelos de variabilidade espacial para elaboração de mapas temáticos de atributos físicos do solo e produtividade da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.463-476, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000200001>.
- FEARNSIDE, P. M.; BARBOSA, R. I.; PEREIRA, V. B. Emissões de gases do efeito estufa por desmatamento e incêndios florestais em Roraima: fontes e sumidouros. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista-RR, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2013. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v7i1.971>.
- FERNANDES, A. P. et al. Alternativas de planejamento para a exploração florestal. **Floresta**, Curitiba, PR: v. 43, n. 3, p. 339 - 350, 2013. <https://doi.org/10.5380/rf.v43i3.30955>.
- GREGO, C. R.; OLIVEIRA, R. P. Conceitos Básicos da Geoestatística. In: OLIVEIRA, R. P.; GREGO, C. R.; BRANDÃO, Z. N. (Eds.). **Geoestatística aplicada na agricultura de precisão utilizando o Vesper**: Brasília: Embrapa, 2015. 159p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146817/1/GeoVesper-Versao-Online.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2018.
- GUERA, O. G. M. **Modelos matemáticos para auxílio à tomada de decisão no processo produtivo de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barr. & Golf. na empresa florestal integral Macurije, Pinar Del Río, Cuba**. 2017. 262 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2017. Disponível em: http://www.ppgcf.ufrpe.br/sites/www.ppgcf.ufrpe.br/files/documentos/tese_ouorou_ganni_mariel_guera.pdf. Acesso em: 06 mar. 2018.
- HERRERA J.A. Manejo Florestal Comunitário: novo caminho para os usos e valores dos recursos florestais. A experiência da Comunidade Juçara na RESEX “Verde para Sempre” em Porto de Moz - Pará. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 3., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: ANPAAS, 2006. Disponível em: http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/arquivos/TA69-06032006-022244.DOC. Acesso em: 06 fev. 2018.
- HESS, A. F. Manejo de *Araucaria angustifolia* pelo quociente de Liocourt em propriedade rural no Município de Painel, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo-PR, v. 32, n.70, p. 227-232, 2012. <https://doi.org/10.4336/2012.pfb.32.70.111>.
- HILLER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução a pesquisa operacional**. 8.ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

HUMMEL, A. C. et al. **A atividade madeireira na Amazônia Brasileira**: produção, receita e mercados. Belém/Brasília: Imazon; Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa da vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home>. Acesso em: 12 mar. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Prodes - Desflorestamento nos municípios da Amazônia Legal**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>. Acesso em: 20 mai. 2018.

KERR, G. The management of silver fir forests: de Liocourt (1898) revisited. **Forestry**, Edinburgh, v. 87, n.1, p. 29–38, 2014. <http://doi.org/10.1093/forestry/cpt036>.

JONG, W. et al. Antecedentes, realidad y oportunidades del manejo forestal comunitario en América Latina. In: SABOGAL, C. et al. (Eds.). **Manejo forestal comunitario en América Latina**: Experiencias, lecciones aprendidas y retos para el futuro. Bogor: CIFOR, 2008. p. 35-66.

LACHTERMACHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisões**. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LEUSCHNER, W.A. **Introduction to forest resource management**. New York: John Wiley, 1984.

LEMOES, A. L. F.; SILVA, J. A. Desmatamento na Amazônia Legal: Evolução, Causas, Monitoramento e Possibilidades de Mitigação Através do Fundo Amazônia. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 18, n. 1, p. 98-108, 2011. <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2011.027>.

LIMA, C. A. T. **Manejo florestal comunitário na Amazônia Brasileira**: uma abordagem sobre manejo adaptativo e governança local dos recursos florestais em Reserva Extrativista. 2018. 204 f. Tese (Doutorado em Ciências do Desenvolvimento Socioambiental) – Universidade Federal do Pará. 2018. Disponível em: https://sigaa.ufpa.br/sigaa/public/programa/noticias_desc.jsf?lc=pt_br&id=473¬icia=4155415. Acesso em: 13 jul. 2018.

LIMA, R. B. et al. Volumetria e classificação da capacidade produtiva para *Mora paraensis* (Ducke) no estuário Amapaense. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 42, n. 101, p. 141-154, 2014. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/leitura.asp?Article=13&Number=101>. Acesso em: 27 abr. 2018.

LIMA, E. et al. **Florestas familiares**: um pacto socioambiental entre a indústria madeireira e a agricultura familiar na Amazônia. Santarém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2003. Disponível em: <http://www.climaedesmatamento.org.br/biblioteca/livro/Florestas-Familiares-Um-pacto-socioambiental-entre-a-industria-madeireira-e-a-agricultura-familiar-na-Amazonia/351>. Acesso em: 15 jul. 2018.

LUNDGREN, W. J. C; SILVA, J. A. A; FERREIRA, R. L. C. Estimação do volume de eucaliptos por krigagem e cokrigagem no semiárido pernambucano. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 24, e00140415, 2017. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.140415>.

MARTINHAGO, A. Z. **Otimização para a locação de pátios de estocagem para exploração de impacto reduzido na Amazônia brasileira**. 2012. 162 f. Tese (Doutorado em Manejo e Colheita Florestal) - Universidade Federal de Lavras, 2012. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/422/1/TESE_Otimiza%C3%A7%C3%A3o%20para%20a%20loca%C3%A7%C3%A3o%20de%20p%C3%A1tios%20de%20estocagem%20para.pdf. Acesso em: 20 abr. 2018.

MATHERON, G. **La théorie des variables regionalisées, et ses applications**. Paris: École Nationale Supérieure des Minas, 1970. (Les Cahiers du Centre de morphologie mathématique de Fontainebleau, 5).

MEDEIROS, R. et al. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: sumário executivo**. Brasília: UNEP-WCMC, 2011.

MEDINA, G.; POKORNY, B. Avaliação Financeira do Manejo Florestal Comunitário. **Novos Cadernos NAEA**, Belém-PA, v. 14, n. 2, p. 25-36, 2011. <https://doi.org/10.5801/ncn.v14i2.627>.

PAULA, J. E. de et al. Levantamento florístico e sua distribuição diamétrica da vegetação de um cerrado sensu stricto e de um fragmento de floresta de galeria no ribeirão Dois Irmãos na APA de Cafuringa, DF, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis-SC, v. 22, n. 3, p. 35-46, set. 2009. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2009v22n3p35>.

PELLISSARI, A. L. et al (a). Geoestatística aplicada ao manejo de povoamentos florestais de teca, em períodos pré-desbaste seletivo, no estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo-SP, v. 32, n. 3, p. 430–444, 2014. Disponível em: http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v32/v32_n3/A8_Allan_Afonso_Sidney_Sebastiao.pdf. Acesso em: 20 mar. 2018.

PELLISSARI, A. L. et al (b). Geostatistic applied to spatial modeling of hypsometric relationships in forest stands. **American International Journal of Contemporary Research**, New York, v. 4, n. 7, p. 67–76, 2014. Disponível em: http://www.aijcrnet.com/journals/Vol_4_No_7_July_2014/9.pdf. Acesso em: 20 mar. 2018.

PELLISSARI, A. L. et al. Propostas de mapeamentos da capacidade produtiva de sítios florestais por meio de análises geoestatísticas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 43, n. 107, p. 601–608, 2015. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr107/cap11.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2018.

PEREIRA, D. S. **Potencial econômico de concessões para o fortalecimento do setor florestal no Estado do Amapá**. Brasília: SBF, 2015. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/premio-sfb/iii-premio/monografias-iii-premio/profissional-3/641-profissionais-32-monografia-1/file>. Acesso em: 20 mar. 2018.

PEREIRA, D. et al. **Fatos Florestais da Amazônia 2010**. Belém: Imazon, 2010.

PINTO, A. C. et al. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá**: primeira aproximação do ZEE. 3.ed. Macapá: IEPA, 2008. Disponível em: <http://www.iepa.ap.gov.br/ZEE/publicacoes/macrodiagnostico.PDF>. Acesso em: 20 mar. 2018.

PIRES, C. A. F. et al. Krigagem ordinária aplicada à precipitação pluviométrica nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. **Ciência e Natura**, Santa Maira-RS, v.38 n.3, p. 1303-1311, 2016. <https://doi.org/10.5902/2179460X22140>.

QUEIROZ, J. A. L. et al. Estrutura e dinâmica de Floresta de Várzea no Estuário Amazônico no estado do Amapá. **Revista Floresta**, Curitiba-PR, v. 37, n. 3, 2007. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/9930/6825>. Acesso em: 25 mai. 2018.

KANEGE JUNIOR, H. et al. Avaliação da continuidade espacial de características dendrométricas em diferentes idades de povoamentos clonais de *Eucalyptus* sp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 5, p. 859-866, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000500010>.

RABELO, B. V. (Coord.). **Mazagão**: realidades que devem ser conhecidas. Macapá: IEPA, 2005.

REDE AMAZÔNICA DE INFORMAÇÃO SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA – RAISG. **Desmatamento na Amazônia (1970-2013)**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2015. Disponível em: <http://www.raisg.socioambiental.org>. Acesso em: 25 maio de 2018.

RAMOS, C. A. P. **Algumas contribuições para o estudo do estado da arte do manejo florestal comunitário no Pará**. Belém: Recanto das Letras, 2011. Disponível em: <http://www.recantodasletras.com.br/e-livros/3213996>. Acesso em: 26 mai. 2018.

RAMOS, C. A. et al. Manejo Florestal Comunitário: experiências em Gurupá-PA. **Revista Trimestral da FASE Proposta**, n.114, p.1-13, 2007. Disponível em: <https://rl.art.br/arquivos/3354139.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2018.

RIBEIRO, M.S. **Geoestatística utilizada no planejamento estratégico de florestas de produção de *Pinus taeda* L.** 2014. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, 2014. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/39312>. Acesso em: 26 mai. 2018.

RODE, R. et al. The economics and optimal management regimes of eucalyptus plantations: A case study of forestry outgrower schemes in Brazil. **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 44, p. 26–33, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2014.05.001>.

RODE, R. et al. Comparação da regulação florestal de projetos de fomento com áreas próprias de empresas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo-PR, v. 35, n. 81, p. 11-19, 2015. <https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.81.760>.

ROVEDA, M. et al. Modelagem geoestatística da estrutura espacial arbórea e dos atributos do solo em floresta ombrófila mista. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 48, n. 1, p. 67-76, 2018. <https://doi.org/10.5380/rf.v48i1.50271>.

ROSETTI, C. F. **O manejo florestal na Amazônia brasileira: a percepção do empresariado do polo madeireiro de Sinop/MT**. 2013. 106 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, 2013. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/15192>. Acesso em: 31 mai. 2018.

SANTOS, P. C. et al. O emprego da geoestatística na determinação do tamanho “ótimo” de amostras aleatórias com vistas à obtenção de estimativas dos volumes dos fustes de espécies florestais em Paragominas, estado do Pará. **Acta Amazonica**, Manaus-AM, v. 41, n. 2, p. 213-222, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000200005>.

SANTOS, P. C. et al. Estimação volumétrica de resíduos lenhosos de madeira em uma floresta tropical através da krigagem ordinária, Paragominas, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 24, n. 4, p. 959-968, 2014. <https://doi.org/10.1590/1980-509820142404015>.

SCHULZE, M.; GROGAN, J.; VIDAL, E. O manejo florestal como estratégia de conservação e desenvolvimento socioeconômico na Amazônia: quanto separa os sistemas de exploração madeireira atuais do conceito de manejo florestal sustentável? In: BENSUSAN, N. E.; ARMSTRONG, G. (Orgs.) **O manejo da paisagem e a paisagem do manejo**. Brasília: IEB. 2008. p. 157-213.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: Universidade Federal de Lavras; FAEPE, 1997.

SCOLFORO, J. R.; PULZ, F. A.; MELO, J. M. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e a análise estrutural. In: SCOLFORO, J.R.S (Org.). **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA; FAEPE, 1998. p.189-246.

SCOLFORO, R. S., GAMA, J. R. V., BENTES-GAMA, M. de M. Manejo sustentado para floresta de várzea na Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.5. p.719-729. 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000500007>.

SCOLFORO, H. F. et al. Spatial distribution of aboveground carbon stock of the arboreal vegetation in brazilian biomes of Savanna, Atlantic Forest and Semiarid woodland. **Plos One**, San Francisco, v. 10, n. 6, p. 1-20, 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128781>.

SCOLFORO, H. F. et al. Spatial interpolators for improving the mapping of carbon stock of the arboreal vegetation in brazilian biomes of Atlantic forest and Savanna. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 376, p. 24-35, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.05.047>.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. **Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012**. Brasília: SFB, 2013.

SILVA, D. A. S. **Regulação em florestas inequidêneas sob regime de manejo florestal comunitário**. 2014. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/1966>. Acesso em: 26 abri. 2018.

SILVA, G. F. et al. O método das restrições na solução de um problema de planejamento florestal multiobjetivo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v.1, n. único, p.41-48, 2006. <https://doi.org/10.5039/agraria.v1i1a807>.

SILVA, G. F. et al. Problemas com o uso de programação linear com posterior arredondamento da solução ótima em regulação florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.5, p.677- 688, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000500010>.

SILVA, E. F. **Alocação de pátios de estocagem em planos de manejo na Amazônia por meio de programação matemática**. 2015. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/5067>. Acesso em: 26 abr. 2018.

SILVA, D. A. S. et al. Cost of opportunity: economic competitiveness of community forest management by land use. **Nativa**, Sinop-MT, v.5, n.4, p.277-282, 2017. <https://doi.org/10.5935/2318-7670.v05n04a09>.

SILVA, E. F. et al. Planning of production units for native forest management areas in the Amazon. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v.13, n.1, ed. 5502, 2018 (a). <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i1a5502>.

SILVA, E. F. et al. Allocation of storage yards in management plans in the Amazon by means of mathematical programming. **Forests**, Basel, v. 9, n. 127, 2018 (b). <https://doi.org/10.3390/f9030127>.

SILVA, P. H. et al. Optimal selective logging regime and log landing location models: a case study in the Amazon forest. **Acta Amazonica**, Manaus-AM, v.48 n.1, p. 18-27, 2018. (c). <https://doi.org/10.1590/1809-4392201603113>.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS – SNIF. **Recursos Florestais no Brasil**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2016. (Boletim SNIF 2017 Ed. 1). Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/3230-boletim-snif-2017-ed1-final>. Acesso em: 22 jun. 2018.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L. Emprego do método bdq de seleção após a exploração florestal em Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.617-625, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000400014>.

SOUZA, L. A. et al. Critérios de seleção como subsídio ao manejo florestal na Amazônia: Método BDq. In: Congresso Amapaense de Iniciação Científica, 4., 2013, Macapá-AP. **Anais...** Macapá: UNIFAP, 2013. Disponível em: <http://www2.unifap.br/dpq/files/2014/12/Livro-de-resumos-Caderno-de-Biologia.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2018.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Floresta nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. 1.ed. Viçosa: UFV, 2013.

UNITED NATIONS – ONU. **Non-legally binding authoritative statement of principles for a global consensus on the management, conservation and sustainable development of all types of forests**. Rio de Janeiro: ONU, 1992. (Relatório da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Anexo III). Disponível em: www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-3annex3.htm. Acesso em: 15 jul. 2018.

UNITED NATIONS – ONU. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: ONU, 2015. Disponível em: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E. Acesso em: 15 jul. 2018.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. **Parcerias Estratégicas**, Brasília-DF, v. 19, n. 38, p. 13-44, 2014. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/731. Acesso em: 20 mai. 2018.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, G. R. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p.1-54. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313098532_Geoestatistica_em_estudos_de_variabilidade_espacial_do_solo_In_NOVAIS_R_F_et_al_Eds. Acesso em: 20 mai. 2018.
YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. 1.ed. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2013.

WEBSTER, R.; OLIVER, M. A. **Geostatistics for environmental scientists**. 2.ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2007. Disponível em: <https://epdf.tips/queue/geostatistics-for-environmental-scientists-2nd-edition-statistics-in-practice.html>. Acesso em: 08 fev. 2018.

CAPÍTULO I

MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO NO ESTADO DO AMAPÁ: PRINCIPAIS INICIATIVAS, CARACTERÍSTICAS E DIFICULDADES

SILVA, DIEGO ARMANDO SILVA DA. **Manejo florestal comunitário no estado do Amapá: principais iniciativas, características e dificuldades**. 2018. Orientador: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira. Coorientadores: José Antônio Aleixo da Silva e Marcelino Carneiro Guedes.

RESUMO

No estado do Amapá, a disseminação e formalização das operações de manejo florestal é uma das maiores necessidades para promover uma importante estratégia de uso sustentável por comunidades rurais e empresas. Assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar o manejo florestal comunitário no Amapá por meio da percepção dos diferentes atores envolvidos. Para isto, foi realizado um levantamento documental nos órgãos governamentais do estado. Além de realizadas entrevistas com uso de formulários semiestruturados, sendo o público alvo os atores que atuavam há mais de dois anos com participação direta na elaboração e análise de planos de manejo, ou indireta, como pesquisas desenvolvidas, bem como aqueles que dependem dos recursos florestais. Após o levantamento documental e aplicação de questionários realizou-se a análise de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. Foram entrevistadas 42 pessoas, sendo 8 professores/pesquisadores, 7 gestores florestais, 12 extensionistas/analistas ambientais e 15 líderes comunitários. As principais iniciativas de manejo florestal comunitário (MFC) no Amapá estão concentradas em áreas de assentamento rural com predominância de casos em floresta de várzea, com características de baixa intensidade e dificuldades organizacionais e de gestão. Essas iniciativas foram fomentadas por instituições públicas, não havendo nenhuma por iniciativa própria dos comunitários ou do setor privado e ainda não há nenhuma iniciativa que efetivou a colheita da madeira. Foi verificado que os principais pontos fortes do MFC estão relacionados com a paisagem conservada e o manejo servindo como forma de manutenção da cobertura florestal. As principais fraquezas foram: falta de capacitação em empreendedorismo e competitividade com outras atividades econômicas, custos iniciais altos, dificuldade com regularização fundiária e o atual quadro jurídico do manejo florestal. A principal oportunidade se refere à grande quantidade de áreas disponíveis para o manejo florestal, principalmente por meio das concessões florestais. Por fim, a principal ameaça é a competição desleal com a madeira de origem ilegal. Assim, na opinião dos entrevistados sobre as possíveis soluções para o fortalecimento e valorização para economia de base comunitária e familiar na Amazônia é necessário investimento econômico em iniciativas comunitárias com acesso a linhas de crédito, bem como a qualificação de pessoas da comunidade nas operações de manejo florestal. Nesse contexto, para que o manejo comunitário possa ser disseminado, deve-se estabelecer estruturas que possam apoiar a sensibilização e a execução do manejo florestal, de forma que considerem a realidade das comunidades locais e seus modos de vida.

Palavras-chave: cooperativismo, economia florestal, sustentabilidade.

SILVA, DIEGO ARMANDO SILVA DA. **Community forest management in the state of Amapá: main initiatives, characteristics and difficulties**. 2018. Adviser: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira. Co-advisers: José Antônio Aleixo da Silva and Marcelino Carneiro Guedes.

ABSTRACT

In the state of Amapá, dissemination and formalization of forest management operations is one of the greatest needs to promote the important strategy of sustainable use by rural communities and companies. The objective of this work was to characterize the community forest management in Amapá through the perception of the different actors involved in order to highlight the main management initiatives, characteristics, difficulties and perspectives. To do so, a bibliographical review was carried out, and governmental agencies of the state were consulted, seeking to elucidate the main difficulties and perspectives for strengthening and valorizing CFM in the Amazon. In addition, questionnaires with previously developed assertions were adopted, with the target audience being those actors who had worked for more than two years with direct participation in creating and analyzing management plans, or indirectly by developing research, as well as those that depend on the resources. After reviewing the literature and applying questionnaires, the analysis of strengths, weaknesses, opportunities and threats was performed. Forty-two (42) people were interviewed, of whom 8 were teachers/researchers, 7 forest managers, 12 extensionists/environmental analysts and 15 community leaders. It was verified that the main strengths are related to conserved landscape and the management serving as a form for maintaining the forest cover. The main weaknesses for producers were: lack of training in entrepreneurship and competitiveness with other economic activities, high initial costs, difficulties with land regularization and the current legal framework of forest management. The main opportunity refers to the large number of areas available for forest management, mainly through forest concessions. Finally, the main threat is unfair competition with illegally harvested timber. Therefore, for the success and strengthening of the community management modality, economic investment, easy access to credit lines and qualification of community people in forest management operations are necessary. Thus, in order for community management to be disseminated, public state management must establish structures that can support the sensitization and execution of forest management, so that they take into account the reality of local communities.

Keywords: Cooperativism, forest economics, sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O estado do Amapá possui uma extensa área de cobertura florestal, o que lhe confere potencial para a utilização de seus recursos florestais por meio do manejo sustentável, proporcionando o estabelecimento de um setor florestal competitivo, com viabilidade para a produção madeireira e não madeireira que pode gerar impactos positivos na economia local (PEREIRA, 2015).

Esse manejo é a forma de gerenciar a floresta para obter benefícios de forma simultânea, buscando a utilização de recursos florestais renováveis, sem interromper os fluxos de sustentação que se maneja. Com isso, busca-se a geração de diversos produtos e subprodutos, bem como de serviços, de maneira planejada e racional, a fim de assegurar a manutenção da floresta para outro ciclo de corte com base nos princípios do manejo de impacto reduzido (AMARAL et al., 1998; SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB, 2013).

Para se utilizar os recursos florestais é necessário o licenciamento concedido pelo poder público após a aprovação do plano de manejo florestal sustentável (PMFS) baseado na lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012). Para a sua aprovação, o PMFS deve contemplar técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo, exigidos em diversos instrumentos normativos, dentre os quais se podem citar legislações federais, como a norma de execução nº 1, de 24 abril de 2007 (BRASIL, 2007), as instruções normativas do MMA nº 4 e 5/2006 (BRASIL, 2006a; BRASIL, 2006b) e a resolução Conama 406/2009 (BRASIL, 2009) que estabelecem regras, conceitos e modalidades dos planos de manejo florestal da Amazônia.

Conforme as legislações supracitadas existem duas grandes modalidades de manejo florestal, o empresarial, cujo detentor é uma empresa e o comunitário, que é aquele que está sob a responsabilidade de uma comunidade local ou um grupo social mais amplo, que estabelecem direitos e compromissos de longo prazo com a floresta. Além dessas modalidades, existem também as parcerias das empresas madeireiras com a comunidade, que assumem uma característica mista, ou seja, é fruto da cogestão e cooperação entre comunidades de produtores rurais (detentora do plano manejo), e a empresa de exploração madeireira (prestadora de serviço) (SILVA et al., 2017).

O manejo florestal comunitário (MFC) é visto atualmente como uma importante alternativa de geração de trabalho, renda e desenvolvimento local aliado ao uso sustentável, por comunidades e famílias agroextrativistas (SIST et al., 2014).

O MFC é uma modalidade de uso sustentável cuja essência está na racionalidade de uso da floresta (baixo impacto), no intuito de melhorar a socioeconomia dos habitantes que nela residem, gerando produtos (florestais e da sociobiodiversidade) e serviços (permanência dos caboclos/ribeirinhos na terra, preservação da cultura, etc.) para a comunidade envolvida (RAMOS et al., 2007).

Desse modo, a necessidade de disseminação e formalização das operações de manejo florestal é uma das preocupações e importante estratégia para uso florestal sustentável. Além disso, é necessário promover a valorização do ativo florestal com a capacitação e empoderamento das comunidades.

Para isto, é necessário conhecer as relações existentes na exploração madeireira para então resumir as linhas de ação que possam colocar a Amazônia na direção de uma gestão compartilhada, com governança local e adaptada à realidade das pessoas e seus modos de vida, assim como a governança do manejo ser realizada partindo do lugar onde elas vivem e respeitando o tempo de amadurecimento na atividade (LIMA, 2018).

Este estudo teve como objetivo caracterizar o manejo florestal comunitário no Amapá por meio da percepção dos diferentes atores envolvidos, no intuito de evidenciar as principais iniciativas, características, dificuldades e evidenciar as possíveis soluções para o fortalecimento e valorização para economia de base comunitária e familiar na Amazônia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, foi realizado um levantamento documental em órgãos governamentais, abordando as principais iniciativas, bem como uma revisão de literatura elucidando características e dificuldades do MFC no Estado do Amapá e as possíveis soluções para o fortalecimento e valorização do MFC na Amazônia.

Com base em uma revisão bibliográfica sobre o manejo florestal comunitário na Amazônia foram elaborados formulários semiestruturado (Apêndice I), sendo o público alvo das entrevistas os atores que atuavam há mais de dois anos em suas áreas de atuação. Outro critério foi a participação direta na elaboração e análise de planos de manejo, ou indireta, como pesquisas desenvolvidas, assim como a seleção daqueles que também dependem e usufruem dos recursos florestais.

Esses atores foram classificados em grupos de: Pesquisadores/Professores, Gestores Florestais, Analista/Extensionistas e Líderes Comunitários.

A coleta dos dados ocorreu mediante entrevistas semiestruturadas, no período de setembro a outubro de 2017. Foram entrevistados os pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária no Amapá (EMPRAPA/AP), Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA) e Universidade do Estado do Amapá (UEAP), analistas ambientais do Instituto de Meio Ambiente e Ordenamento Florestal do Estado do Amapá (IMAP) e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e os extensionistas florestais do Instituto Estadual da Floresta do Amapá (IEF/AP) e representantes de produtores rurais.

Nos formulários foram elaboradas perguntas para criar um perfil dos atores a fim de se avaliar a percepção deles sobre o manejo florestal comunitário (MFC). Nas perguntas, buscava-se saber se conheciam a modalidade de MFC características, objetivos, dificuldades, soluções para o fortalecimento e valorização para a economia de base comunitária/familiar na Amazônia.

Após a revisão de literatura e aplicação dos formulários, procede-se a análise de Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças (SWOT) conforme Angelo et al. (2014). A identificação e avaliação do grau de importância das variáveis correspondentes às forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, foram definidas a partir dos valores percentuais das entrevistas e citação na revisão de literatura.

Os pontos fortes e fracos foram determinados pela posição atual do manejo florestal e que se relacionam, quase sempre, a fatores internos. Já as oportunidades e ameaças foram antecipações do futuro e estão relacionadas a fatores externos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PRINCIPAIS INICIATIVAS DE MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO NO AMAPÁ¹

No Amapá, várias iniciativas e tentativas foram realizadas para estabelecimento do MFC. Em 2002 foram iniciados os projetos de Assentamento Agroextrativista (PAE) do Rio Maracá e o da foz do rio Mazagão Velho, no município de Mazagão, e do Anauerapucu no município de Santana. O PAE Maracá é composto de 36 comunidades onde vivem em torno de 4 mil pessoas. A área total do PAE é subdivida em Alto, Médio e Baixo Maracá.

O Alto e o Médio Maracá são cortados pela BR – 156 com acessos partindo dos municípios de Macapá ou Laranjal do Jari, com predominância de floresta de terra firme. Já o

¹ Dados obtidos por meio de entrevista com Engenheiro Florestal Mario Roberbo Marinho que vem atuando há 17 anos com manejo florestal comunitário no Amapá (Apendice I).

Baixo Maracá tem predominância de floresta de várzea, onde a economia local tem forte relação com os produtos das florestas, principalmente açaí e madeira.

O projeto de manejo comunitário PAE baixo Maracá, fruto da cooperação entre Instituto Estadual de Florestas do Amapá (IEF/AP) e Associação Agroextrativista do Baixo Maracá (AAFLOMARA), foi idealizado a partir de um plano de manejo de 140 hectares, dividido em 36 unidades de trabalho (UTs) de aproximadamente 4 hectares cada. No entanto, em virtude da falta de georreferenciamento do assentamento para legalização das atividades do manejo foram prejudicadas inviabilizando o cumprimento do termo de cooperação, protelando a execução do plano de manejo para nos PAE's Alto e Médio Maracá.

Em 2004, as iniciativas que ficaram conhecidas como quarta e quinta experiências de MFC foram realizadas nas comunidades Centro Novo e Água Fria, respectivamente, 22 e 5 km do município de Pedra Branca do Amapari. O projeto foi realizado com apoio do Seguro da Agricultura Familiar (SEAF) e Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas empresas (SEBRAE), sendo executadas atividades de inventário florestal e capacitação para alguns membros da comunidade, dentre outras. No entanto, na avaliação documental das posses houve a paralisação das atividades devido mudanças de regras pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA).

Em 2005, houve outra tentativa com um projeto de cooperação das comunidades com a empresa japonesa JICA. Nesse projeto, com significativo recurso envolvido, cerca de 4,5 milhões de reais, foi realizado um diagnóstico nas comunidades do Maracá, Mazagão e Macacoari, sendo observadas as necessidades de fomento e investimento. O projeto buscava o melhoramento das atividades de manejo madeireiro e da produção de açaí, principalmente em floresta de várzea, por meio de três vertentes: manejo florestal madeireiro, estabelecimento de sistemas agroflorestais (SAF's) e tecnologia em movelaria.

No caso dos SAFs, houve avanço significativo, observando-se um importante incremento de produtividade, melhoria na quantidade e qualidade do açaí, aumento da produção de arroz, abóbora, milho e melancia. No entanto, como na maioria das iniciativas, o projeto enfrentou dificuldades nas questões organizacionais, como aquelas relacionadas à área fundiária e organização social. Nesse caso, a maior deficiência foi a falta de organização e gestão das associações e cooperativas rurais, para lutar pelos objetivos e sucesso da iniciativa.

Com o novo marco regulatório da gestão de florestas públicas federais e estaduais, houve a possibilidade de se destinar de forma onerosa para empresas privadas e não onerosa para comunidades florestais para a atividade de manejo florestal. Com isso, surgiu assim na

Amazônia, novas perspectivas para o manejo com direito de acesso ao recurso florestal pelas comunidades em áreas zoneadas de uso comunitário, direito garantido pela Lei da gestão de florestas públicas 11.284/2006 (BRASIL, 2006c).

Já em 2011, surgiu uma nova iniciativa de manejo comunitário, o Projeto de Assentamento (PA) Serra do Navio que, inicialmente, envolveu 13 famílias e com o tempo passou para 11 famílias. Esse projeto foi fruto da cooperação entre Instituto Estadual de Florestas do Amapá (IEF/AP) e associação de produtores rurais do assentamento. Todavia, em virtude também de falta de organização comunitária e de pendências observadas no plano de manejo pelo órgão fiscalizador IMAP, sua execução ficou prevista para o segundo semestre de 2018.

Em 2014, atividades de MFC foram estabelecidas nos projetos de assentamento (PA) Nova Colina, Nova Canãa e PAE Foz do Mazagão Novo, fruto da parceria do Instituto de Desenvolvimento da Amazônia (IDESAM) e do Instituto Estadual de Florestas (IEF/AP). Esse projeto foi apoiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), com o objetivo de promover o manejo florestal sustentável em projetos de assentamento do Amapá. Os projetos estavam focados principalmente em atividades de assistência técnica para o manejo florestal, compreendendo oficinas de capacitação em gestão e governança florestal, elaboração de planos de manejo de pequena escala e inventários florestais. No entanto, foram detectados problemas em sua execução, em função de pendências junto ao órgão fiscalizador (IMAP) e junto ao órgão gestor do assentamento (INCRA), e a previsão de execução do plano também ficou para o segundo semestre de 2018.

As iniciativas levantadas neste estudo foram fomentadas por instituições públicas, não havendo nenhuma por iniciativa própria dos comunitários ou do setor privado. Mesmo com o apoio de várias instituições e do Estado, ainda não há nenhuma iniciativa que efetivou a colheita da madeira no Amapá.

3.2 PERCEPÇÃO DOS DIFERENTES ATORES ENVOLVIDOS SOBRE O MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO

Foram entrevistados 8 professores/pesquisadores, 7 gestores florestais, 12 extensionistas/analistas ambientais e 15 líderes comunitários. Houve concordância entre os grupos de pesquisadores/professores, gestores florestais, extensionistas/analistas, quanto as dificuldades que os produtores rurais enfrentam para a adoção do MFC (Figura 1), em que a falta de capacitação em empreendedorismo foi o principal entrave para os produtores que

desejam realizar a atividade. Já para os líderes comunitários, as principais dificuldades estão relacionadas à competitividade com outras atividades, seguido das ações insuficientes no campo do associativismo.

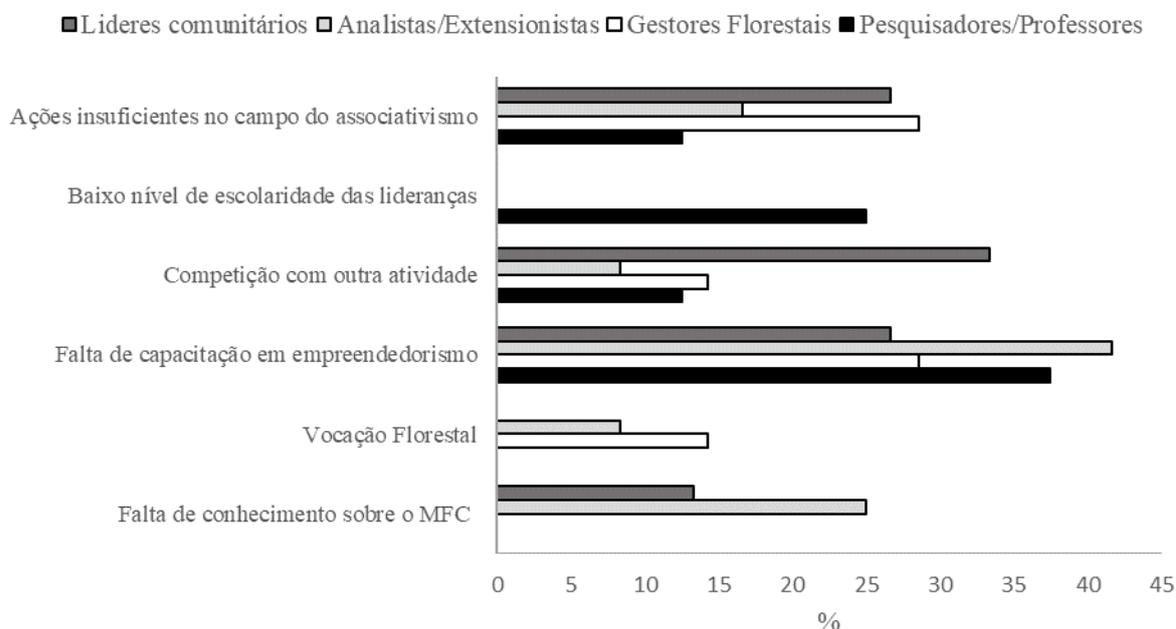


Figura 1 - Principais dificuldades que os produtores rurais enfrentam para a adoção do Manejo Florestal Comunitário no Amapá-Amazônia-Brasil.

O resultado do presente estudo corrobora com de Costa et al. (2017) que encontraram como dificuldades na iniciativa comunitária florestal, o baixo nível de organização social e a capacidade gerencial para gestão do negócio comunitário, levando a dificuldades técnicas, burocráticas e comerciais. Ressalta-se que tal organização social é importante para melhores condições de luta por seus direitos, resolução de impasses internos e trabalho de forma harmoniosa.

A falta de organização social e dificuldades de gestão, muitas vezes, são derivadas da falta de confiança e da cultura do trabalho conjunto, devido a um processo histórico que ocorreu durante os vários ciclos de exploração da região amazônica. Muitas dessas famílias sofreram na pele o regime do patronato, do aviamento, da submissão e dependência, que impedem o tão desejado protagonismo das famílias na ativação de uma economia florestal de base comunitária na Amazônia.

Para muitas famílias, a renda da atividade florestal tem grande importância, tanto para a subsistência como para o comércio local. Entretanto, estudos mostram (GUARIGUATA et al., 2012; PIKETTY et al., 2015; SIST et al., 2014) que a atratividade financeira da produção

florestal é baixa quando comparada com outras opções de uso da terra, como por exemplo, o manejo do açaí em floresta de várzea. Alguns produtores se dedicam exclusivamente à produção do açaí, ainda que quase todas as famílias na região trabalhem com madeira dentro e fora da floresta.

Para os comunitários, a produção do açaí tem sido muito mais lucrativa e a principal fonte de renda, devido a maior facilidade na venda, sem muita burocratização e necessidade de comprovação de origem. Por isto, a produção madeireira se torna uma alternativa secundária, não concorrente a atividade do manejo de açaí, e realizada principalmente, na entressafra do açaí, que varia de três a cinco meses por ano, sendo a produção madeireira ainda é uma importante fonte de emprego e renda para comunidades locais, e possuindo uma considerável contribuição socioeconômica para as comunidades.

Apesar da grande importância da floresta, os produtores familiares que sobrevivem principalmente do uso de produtos florestais são relativamente raros. De modo aparente, a floresta tem potencial para gerar uma renda adicional, mas não como base exclusiva da renda familiar, o que dificulta a consolidação dessa atividade frente a outras, como por exemplo, a agricultura, pecuária e mineração (POKORNY et al., 2014). As questões mercadológicas, como a organização das cadeias produtivas e garantia de mercado facilmente acessível para os produtos dessas outras atividades, aumentam a competitividade e atratividade econômica dessas em relação àquelas que mantêm a floresta em pé.

Os principais empecilhos enfrentados pela comunidade para implantar o MFC (Figura 2), segundo os pesquisadores/professores, são os custos iniciais altos e a falta de recursos financeiros por parte dos produtores rurais, conforme também evidenciado por Medina e Pokorny (2011) mencionando que estes custos são os principais limitantes para a comunidade de gestão florestal familiar na Amazônia brasileira, conforme mostra em seu estudo com oito empresas florestais comunitárias, estimando os custos iniciais variando de US\$ 20.000 a 800.000 (não ajustados pela inflação).

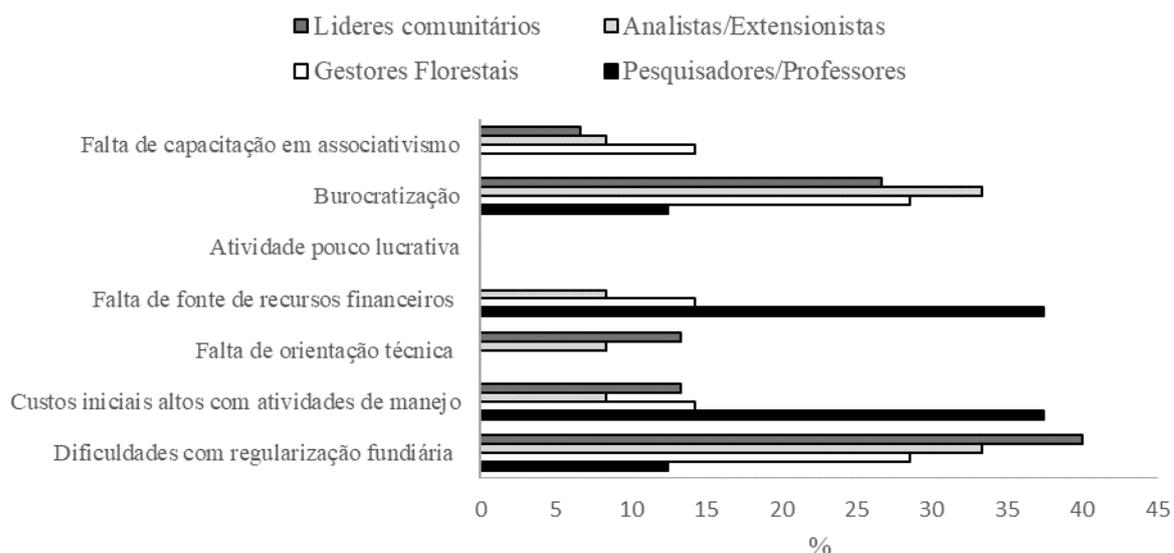


Figura 2 - Principais empecilhos enfrentados pela comunidade para implantar o manejo florestal comunitário no Amapá-Amazônia-Brasil.

Já para os extensionistas/analista, gestores e lideres comunitários, os principais entraves são a falta de regularização fundiária e a burocratização para a realização da atividade, tais como os próprios órgãos responsáveis dificultando os procedimentos, ações como a demarcação da área do produtor por meio do georreferenciamento, fatos estes também observado por Medina e Pokorny (2011) e Pokorny et al. (2014) mostrando que a atratividade financeira da produção florestal é afetada por um conjunto de fatores tais como os custos iniciais altos das atividades de inventário e plano de manejo, além de empecilhos com regularização fundiária e burocratização imposta.

Ao analisar três projetos de MFC, Humphries et al. (2012), demonstraram que sua viabilidade financeira é frágil, e que são necessários subsídios ou acesso a crédito para cobrir os custos fixos.

O atual quadro jurídico do manejo florestal foi apontado como o principal fator que influencia para a menor atratividade do MFC (Figura 3). Isto porque apesar dos instrumentos normativos florestais criados com a finalidade de fortalecer a preservação e a conservação de florestas (leis, medidas provisórias, decretos, resoluções, instruções normativas e portarias), a eficiência na aplicação desses instrumentos por vezes não se faz valer devido aos problemas na gestão pública, o que impossibilita o cumprimento dos objetivos do arcabouço jurídico, pois conforme Costa et al. (2017) percebe-se a falta de interesse por parte do poder público em resolver situações, com morosidade e complexidade para o licenciamento dos planos de

manejo florestal comunitário, o que acaba afetando sua atividade produtiva e colocam em risco seus meios de sobrevivência dos comunitários.

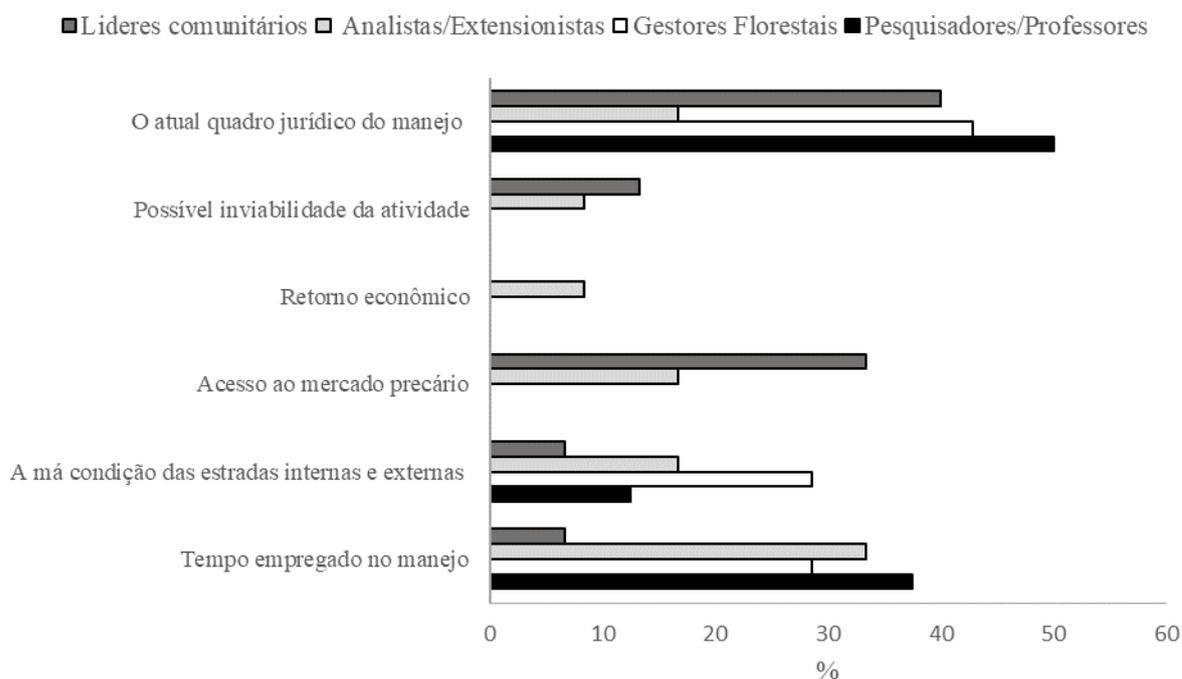


Figura 3 - Fatores que influenciam para menor atratividade do manejo florestal comunitário no Amapá-Amazônia-Brasil.

Além disso, os instrumentos normativos são às vezes contraditórios em sua abordagem ou apresentam dualidade de interpretação. Segundo Sist et al. (2014) as normas que regulamentam o licenciamento do PMFS são complexas, instáveis e inadequadas à realidade dos comunitários; o processo é caracterizado pela burocracia, lentidão e falta de representação local dos órgãos responsáveis pelo licenciamento e a legislação é sem dúvida mais favorável a exploração seletiva mecanizada e intensiva praticada por empresas de médio e grande porte, do que o manejo em pequena escala gerido pela comunidade.

Dessa maneira, o quadro jurídico do manejo florestal deveria ser simplificado no intuito de abordar uma política e legislação adaptada as populações locais e seus modos de vida, com procedimentos mais simples e mais flexíveis para reduzir os elevados custos de transação e de tempo para se obter uma autorização e legalização da atividade do manejo, para assim potencializar a utilização do uso múltiplo da floresta e dos produtos de sua sociodiversidade, garantindo a manutenção da floresta em pé por meio de sua conservação.

A nova lei de proteção das florestas nativas (Lei Federal nº 12.651), determina que a aprovação do PMFS comunitário comercial, direto ou indireto, para exploração madeireira, deve ocorrer por meio de ‘procedimento simplificado’ (BRASIL, 2012). No entanto, essa lei

não específica regras diretamente relacionadas ao procedimento simplificado para manejo comunitário, ficando para cada estado da federação, a competência para regulamentar esse procedimento de aprovação do plano de manejo florestal comunitário. Conseqüentemente, tais procedimentos são hoje quase inexistentes (COSTA et al., 2017).

Logo, apesar de existir um arcabouço jurídico, político e institucional para o desenvolvimento da atividade florestal, ainda é ineficiente a implementação de tais políticas públicas. Muitas vezes, as políticas florestais não são desenvolvidas, pelas dificuldades impostas pelas próprias normas. Isso é resultado da visão predominante durante as normatizações que foram construídas, que priorizaram o comando e controle em relação ao fomento, sempre buscando punir as atividades ilegais ao invés de incentivar as atividades planejadas e sustentáveis.

3.3 MATRIZ SWOT

Levando em consideração a revisão de literatura e informações da entrevista com base na opinião dos atores envolvidos no manejo, foi possível estabelecer Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças (Tabela 1).

O Amapá por ser considerado o estado mais conservado da região Norte apresenta como oportunidade o elevado potencial de oferta de áreas florestais legalmente disponíveis para o manejo florestal, bem como, áreas em concessões florestais que permite a concessão não onerosa às explorações de baixa intensidade e da exigência de critérios sociais e ambientais (PEREIRA, 2015).

Os principais pontos fortes estão relacionados à tipologia florestas ombrófilas densa, com viabilidade para a produção madeireira e de produtos da sociobiodiversidade, da mesma forma como a paisagem conservada e a localização estratégica do estado que possui um porto fluvial de alto calado que viabiliza o acesso aos mercados internacionais seletivos, conforme também evidenciado no estudo de Pereira (2015).

Em contrapartida as principais fraquezas são: falta de capacitação em empreendedorismo, competitividade com outras atividades, ações insuficientes no campo do associativismo, custos iniciais altos e a falta de recursos financeiros por parte dos produtores rurais, além da regularização fundiária e a burocratização para a realização da atividade, fatos estes também observados por Medina e Pokorny (2011) e Pokorny et al. (2014).

Tabela 1 – Análise da matriz dos pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças para o manejo florestal comunitário no Estado do Amapá.

Fortes	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Paisagem conservada e o manejo servindo como forma de manutenção da cobertura florestal; • * Localização estratégica 	<ul style="list-style-type: none"> • *Grande quantidade de área disponível para manejo; • Concessões florestais;
Fraquezas	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de capacitação em empreendedorismo; • Competitividade com outras atividades económicas; • Ações insuficientes no campo do associativismo; • Custos iniciais altos e a falta de recursos financeiros; • Regularização fundiária e a burocratização 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade de comercialização de sua produção; • Competição com madeira de origem ilegal

* Conforme Pereira (2015)

As principais ameaças ao manejo florestal comunitário é a dificuldade na comercialização de sua produção (produtos madeireiros ou não madeireiros), falta de meios para acessar novos mercados e para obter melhores preços para sua produção. Além do aumento da ilegalidade e conseqüentemente o crescimento do desmatamento por causa do desrespeito das regras ambientais.

Dessa forma, a viabilidade econômica do manejo madeireiro é fortemente ameaçada pela competição desleal com o mercado ilegal ou falso legal de madeira (serrarias locais ainda fornecem madeiras sem origem legal e oriundas de licenças de desmatamento, ficando isentas dos custos do manejo). Como consequência, a madeira manejada fica mais cara, e a maioria dos produtores fica longe de alcançar as altas rendas calculadas idealmente por pesquisadores e técnicos, visto que o comércio de madeira legal que tem maior preço, não ganha mercado nessa situação (PEREIRA, 2015).

Uma das formas de superar as dificuldades de acesso ao mercado precário da madeira ilegal de baixo preço é uma política pública que garanta preços mínimos remunerativos para a madeira proveniente do MFC, e um mercado institucional que garanta a compra, pois fortalece o acesso ao mercado e reduz especulações. Essa política de preço mínimo e mercado

institucional para a madeira manejada, como nos moldes dos produtos da sociobiodiversidade, poderá ser o primeiro passo para aumentar o potencial do MFC na Amazônia e permitir uma utilização mais eficiente dos fundos públicos.

3.3 PERCEPÇÃO DOS ENTREVISTADOS SOBRE AS POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA O FORTALECIMENTO E VALORIZAÇÃO DA ECONOMIA DE BASE COMUNITÁRIA/FAMILIAR NA AMAZÔNIA

Com relação às possíveis soluções para o fortalecimento e valorização para economia de base comunitária e familiar na Amazônia, segundo a opinião dos entrevistados é necessário investimento econômico em iniciativas comunitárias com acesso a linhas de crédito, bem como a qualificação de pessoas da comunidade nas operações de manejo florestal (Figura 4). Sendo que para os gestores florestais a qualificação de pessoas da comunidade nas operações de manejo florestal e participação dos grupos de interesse em políticas do MFC são as soluções para MFC.

Na qualificação das pessoas, é importante destacar a necessidade de práticas voltadas para a capacitação em gestão, para que os comunitários, principalmente os jovens que já tenham formação, se emponderem das iniciativas e possam praticar por si mesmos a administração de todo o processo do manejo.

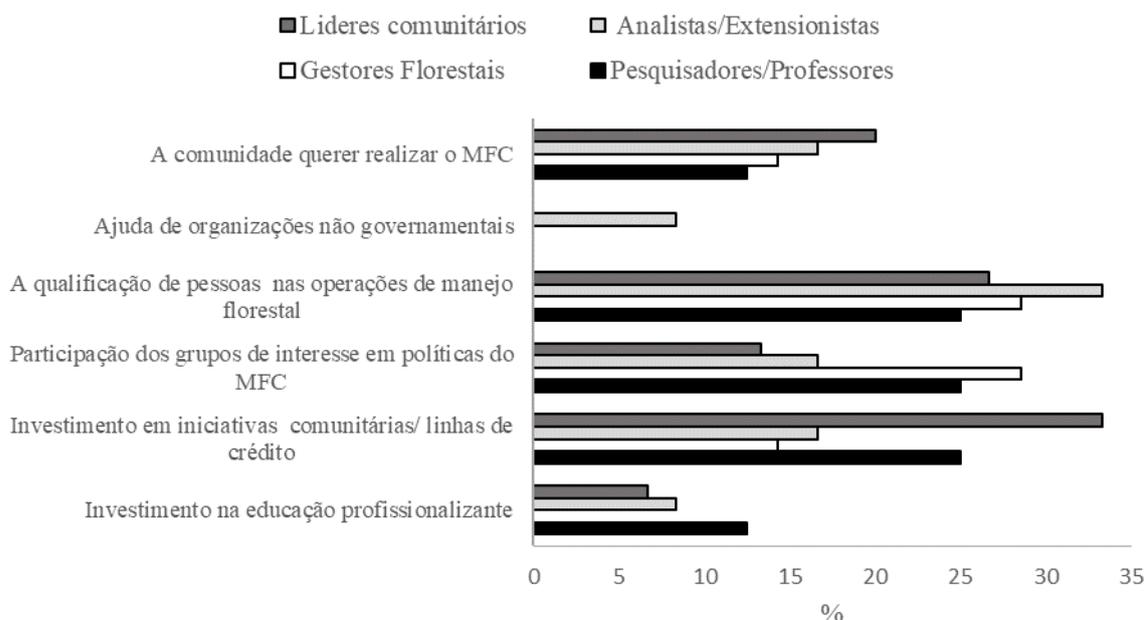


Figura 4 - Fatores que poderão determinar o maior sucesso das iniciativas de manejo florestal comunitário no Amapá-Amazônia-Brasil.

Este resultado corrobora com o estudo de Costa et al. (2017), que evidenciaram que os principais gargalos dos PMFS comunitários na Amazônia são a ausência de instrumentos econômicos adequados ao seu financiamento, a carência de linhas de crédito para manejo, principalmente para a viabilização da primeira safra; a demora na liberação de recursos financeiros, bem como políticas de melhoria de acesso a crédito e capital de giro para PMFS comunitários.

Além disso, umas das formas de valorização e fortalecimento da economia florestal e qualificação das pessoas da comunidade nas operações de manejo é a formação de redes de parcerias, por meio de projetos de incentivo à atividade, que contam com a contribuição técnica e financeira (ESPADA; VASCONCELLOS SOBRINHO, 2014). A capacidade de articulação político-institucional com diferentes atores, como o segmento empresarial e governamental e interação com outras iniciativas de manejo florestal, pode promover avanço nas ações de gestão dos recursos naturais e desenvolvimento local (SOUZA; VASCONCELLOS SOBRINHO, 2012).

Segundo Lima (2018), o MFC na Amazônia precisa urgentemente ser ressignificado, o que implica em uma mudança conceitual, capaz de corroborar com leis simplificadas e políticas públicas ajustadas aos povos da floresta, uma abordagem sobre manejo adaptativo e governança local princípios essenciais para conservação tropical e desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, a fim de fortalecer a economia florestal com base em produtos de origem sustentável e obter maior sucesso nas iniciativas do MFC, é importante que os produtores busquem sua capacitação por meio de cursos práticos de manejo florestal madeireiro e de produtos da sociobiodiversidade. Assim, será possível desenvolverem as melhores estratégias no mercado, possibilitando uma melhor gestão e viabilidade financeira no desenvolvimento das ações, buscando menores custos e melhores preços de mercado para a venda da madeira e produtos da sociodiversidade.

Visto que adoção do manejo florestal comunitário madeireiro seria uma alternativa de renda viável para os produtores rurais, sendo objeto de total concordância entre os participantes da entrevista, sendo essa adoção, não apenas madeireiro, mas de uso múltiplo (não madeireiros e serviços ambientais), considerado um caminho viável para aumentar os rendimentos das comunidades, propiciando o fortalecimento da economia local e regional (GUARIGUATA et al., 2012; PIKETTY et al., 2015; SILVA et al., 2017).

4. CONCLUSÃO

As principais iniciativas de MFC no Amapá ocorrem nos projetos de assentamento rurais tradicionais como é o caso nova colina e serra do navio e em projetos de assentamentos agroextrativista como, por exemplo, os do baixo Maracá e Foz do Mazagão. Essas iniciativas possuem características de baixa intensidade e encontram muita dificuldade em termos de organização social e gestão comunitária, muitas vezes oriundas da falta de confiança na cultura do trabalho conjunto, em virtude do processo histórico de exploração da região amazônica.

Uma das principais dificuldades do MFC é o processo de legalização das atividades, pois o atual quadro jurídico do manejo florestal, visto que a política e legislação não é adaptada as populações locais e seus modos de vida.

Desta maneira, as possíveis soluções para o fortalecimento e valorização para economia de base comunitária e familiar na Amazônia é o investimento econômico em iniciativas comunitárias com acesso a linhas de crédito, bem como a qualificação de pessoas da comunidade nas operações de manejo florestal.

Os principais pontos fortes do manejo florestal comunitário no Amapá estão relacionados com a paisagem conservada existente e a localização estratégica do estado, que possui um porto fluvial de alto calado que viabiliza o acesso aos mercados internacionais seletivos. As principais fraquezas para produtores foram: falta de capacitação em empreendedorismo, competitividade com outras atividades, ações insuficientes no campo do associativismo, custos iniciais altos e a falta de recursos financeiros por parte dos produtores rurais, além da regularização fundiária e a burocratização para a realização da atividade. As principais ameaças é o aumento da ilegalidade e conseqüentemente o crescimento do desmatamento por causa do desrespeito das regras ambientais e a principal oportunidade refere-se à grande quantidade de áreas disponíveis para o manejo florestal principalmente por meio das concessões florestais.

REFERÊNCIAS

AMARAL, P. et al. **Floresta para sempre**: um manual para produção de madeira na Amazônia. Belém: Imazon, 1998.

ANGELO, H. et al. Análise estratégica do manejo florestal na Amazônia brasileira. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 3, p. 341 - 348, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/33979/23183>. Acesso em: 10 jun. 2018.

BRASIL. Norma de execução nº 1, de 24 abril de 2007. Institui, no âmbito desta Autarquia, as Diretrizes Técnicas para Elaboração dos Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFS de que trata o art. 19 da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 abr. 2007. Disponível em: http://www.lex.com.br/doc_1123291_NORMA_DE_EXECUCAO_N_1_DE_24_DE_ABRIL_DE_2007.aspx. Acesso em: 05 fev. 2017.

BRASIL. Instrução normativa nº 4, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável - APAT, e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 dez. 2006. Seção 1. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/pnf/_arquivos/in%20mma%2004-06.pdf. Acesso em: 19 mar. 2018.

BRASIL. Instrução normativa nº 5, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável-PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 dez. 2006. Seção 1. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/pnf/_arquivos/in%20mma%2005-06.pdf. Acesso em: 19 mar. 2018.

BRASIL. Lei nº 11.284, de 02 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para produção sustentável, institui o Serviço Florestal Brasileiro e cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 mar. 2006. 185º da Independência e 118º da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 20 mar. 2018.

BRASIL. Resolução nº 406, de 02 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável- PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 fev. 2009, nº 26, p. 100. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=597>. Acesso em: 05 jun. 2017.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e

dá outras providências. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 maio 2012, 191º da Independência e 124º da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 07 jun. 2017.

COSTA, P.M. et al. **Comercialização de produtos madeireiros de manejos florestais comunitários**: Diagnóstico, opções e recomendações para o setor. Rio de Janeiro: BVRio; IMAFLORA, 2017. 64p. Disponível em: https://www.bvrio.org/wp-content/uploads/2018/03/BVRio_Imaflora_Manejo-Florestal_WEB_Low1.pdf. Acesso em: 15 jun. de 2018.

ESPADA, A. L. V.; VASCONCELLOS SOBRINHO, M. V. Inovação na gestão financeira de uma cooperativa comunitária da Amazônia: um caso de conservação ambiental e desenvolvimento. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO AMBIENTAL E MEIO AMBIENTE, 16., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ENGEMA, 2014. Disponível em: <http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/255.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2018.

GUARIGUATA, M.; SIST, P.; NASI, R. Multiple use management of tropical production forests: how can we move from concept to reality? **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 263, p. 170–174. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.12.047>.

HUMPHRIES, S. et al. Are community-based forest enterprises in the tropics financially viable? Case studies from the Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, London, v. 77, p. 62–73. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.10.018>.

LIMA, C. A. T. **Manejo florestal comunitário na Amazônia Brasileira**: uma abordagem sobre manejo adaptativo e governança local dos recursos florestais em Reserva Extrativista. 2018. 204 f. Tese (Doutorado em Ciências do Desenvolvimento Socioambiental) - Universidade Federal do Pará. 2018. Disponível em: https://sigaa.ufpa.br/sigaa/public/programa/noticias_desc.jsf?lc=pt_br&id=473¬icia=4155415. Acesso em: 13 jul. 2018.

MEDINA, G.; POKORNY, B. Avaliação Financeira do Manejo Florestal Comunitário. **Novos Cadernos NAEA**, Belém-PA, v. 14, n. 2, p. 25-36, 2011. <https://doi.org/10.5801/ncn.v14i2.627>.

PEREIRA, D. S. **Potencial econômico de concessões para o fortalecimento do setor florestal no Estado do Amapá**. Brasília: SBF, 2015. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/premio-sfb/iii-premio/monografias-iii-premio/profissional-3/641-profissionais-32-monografia-1/file>. Acesso em: 20 mar. 2018.

PIKETTY, M. G. et al. Annual Cash Income from Community Forest Management in the Brazilian Amazon: Challenges for the Future. **Forests**, Pequim, v. 6, n. 1, p. 4228-4244. 2015. <https://doi.org/10.3390/f6114228>.

POKORNY, B. et al. **A produção familiar como alternativa de um desenvolvimento sustentável para a Amazônia**: Lições aprendidas de iniciativas de uso florestal por

produtores familiares na Amazônia boliviana, brasileira, equatoriana e peruana. Bogor: CIFOR, 2014. <https://doi.org/10.17528/cifor/003324>.

RAMOS, C. A. et al. Manejo Florestal Comunitário: experiências em Gurupá-PA. **Revista Trimestral da FASE Proposta**, n.114, p.1-13, 2007. Disponível em: <https://rl.art.br/arquivos/3354139.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2018.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB. **Florestas do Brasil em resumo - 2013**: dados de 2007-2012. Brasília: SFB, 2013.

SILVA, D. A. S. et al. Cost of opportunity: economic competitiveness of community forest management by land use. **Nativa**, Sinop-MT, v.5, n.4, p.277-282. 2017. <https://doi.org/10.5935/2318-7670.v05n04a09>.

SIST, P. et al. The contribution of multiple use forest management to small farmers' annual incomes in Eastern Amazon. **Forests**, Pequim, v.5, n.7, p. 1508–1531, 2014. <https://doi.org/10.3390/f5071508>.

SOUZA, M. L. M.; VASCONCELLOS SOBRINHO, M. Ambiente político-institucional e desempenho de cooperativas no contexto local: uma análise de dois casos da Amazônia paraense. In: VASCONCELLOS SOBRINHO, M.; FARIAS, A. L. A.; LOPES, O. C.; MENDES, R. L. R. (Orgs.). **Gestão dos recursos naturais e desenvolvimento local**. Belém: NUMA/UFPA. 2012. p.173-204.

CAPITULO II

PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA DENSE ALUVIAL NO ESTUÁRIO DO RIO AMAZONAS

SILVA, DIEGO ARMANDO SILVA DA. **Planejamento da produção em uma Floresta de ombrófila densa aluvial no estuário do rio Amazonas**. 2018. Orientador: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira. Coorientadores: José Antônio Aleixo da Silva e Marcelino Carneiro Guedes.

RESUMO

O uso sustentável dos recursos florestais por meio do manejo florestal é primordial para o desenvolvimento da Amazônia, trazendo benefícios como redução da taxa de desmatamento, estímulo à economia local e a conservação das florestas e de suas funções essenciais ao ambiente e à vida das populações locais. No entanto, ainda são necessários estudos que visem garantir uma produção sustentável por meio da análise da estrutura diamétrica e geração de cenários de manejo madeireiro de espécies comerciais. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo estratificar o volume madeireiro de árvores comerciais e realizar uma proposta de regulação da produção florestal por meio do método BDq, em uma área de floresta de várzea no estado do Amapá. Para tanto, foi utilizada uma base de dados de inventário florestal em 36 unidades de trabalho (UT) de aproximadamente 4 hectares cada, sendo mensuradas todas as árvores com diâmetro medidas a 1,30 m do solo ≥ 40 cm. Após a obtenção dos dados, foi realizada a estratificação das UTs em classes homogêneas de estoque volumétrico, utilizando o método de componentes principais e análise de agrupamento por meio do algoritmo K-means. Posteriormente, foi realizado o planejamento do corte seletivo dos indivíduos por meio da regulação da estrutura diamétrica, gerando diferentes cenários por meio da combinação do método BDq, bem como a valoração econômica da madeira em pé. Foram encontrados 2.641 indivíduos distribuídos em 19 espécies, sendo a *Mora paraensis* Ducke a de maior abundância. As 36 UTs foram divididas em três classes de estoque, sendo que as classes I e II agruparam 10 UTs cada e a classe III uniu 16 UTs. A classe I, de menor produção, apresentou receita total e volume total com, respectivamente, R\$ 45.132,60 e 1.024,03 m³. A classe II obteve a segunda maior produção, com receita total de R\$ 73.148,53 e volume total 1.536,35 m³; a classe III apresentou uma receita total de R\$158.377,97 e produção em volume total de 3.354,71 m³ na classe. Considerando a estrutura balanceada em que o número de indivíduos aptos para exploração não ultrapassa a linha da estrutura balanceada estimadas pelas combinações do método de regulação utilizado em consonância com os valores amostrados, na classe I (menor estoque), das 18 opções de remoção de árvores inicialmente testadas, sete cenários (cenário 8 à 12 e 17 e 18) promoveram uma estrutura balanceada. Na Classe II (estoque médio) das 18 opções de remoção de árvores inicialmente testadas, somente os cenários 6 (q=1,84 e B=50%) e 12 (q=2,76 e B=50%) apresentaram condições de serem utilizadas por não exibirem déficit de árvores em nenhuma classe de diâmetro. Por fim, na Classe III (maior estoque), o cenário que mais se aproximou dentro desse quesito de floresta balanceada foi o 18 (q=4,49 e B=50%). Os cenários propostos evidenciam uma produção volumétrica de baixa intensidade, podendo ser considerado viável a aplicação do método *BDq* de seleção como tratamento silvicultural, bem como auxiliar no manejo de base comunitária na região.

Palavras-chave: corte seletivo, gestão comunitária, método BDq.

SILVA, DIEGO ARMANDO SILVA DA. **Planning of production in an alluvial dense ombrophilous forest on the Amazon River estuary.** 2018. Adviser: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira. Co-advisers: José Antônio Aleixo da Silva and Marcelino Carneiro Guedes.

ABSTRACT

The sustainable use of forest resources through forest management is essential for developing the Amazon, producing benefits such as reducing the deforestation rate, stimulating the local economy and conserving forests and their essential functions to the environment and the lives of local populations. However, studies are still needed to ensure sustainable production through analysis of the diametric structure and generating timber management scenarios of commercial species. In this context, the present work had the objective to stratify the logging volume of commercial trees and to make a regulation proposal of the forest production through the BDq method in an area of lowland forest in the state of Amapá. For this, a forest inventory database was used in 36 work units (WU) of approximately 4 hectares each, and all trees with a diameter measured at 1.30 m of soil ≥ 40 cm were measured. After obtaining the data, the WUs were stratified into homogeneous classes of volumetric stock, using the principal components method and cluster analysis using the K-means algorithm. Planning the selective cutting of the individuals was subsequently carried out by regulating the diametric structure, generating different scenarios by combining the BDq method, as well as economically appraising the standing wood. There were 2,641 individuals distributed in 19 species, with the *Mora paraensis* Ducke species being the one of greater abundance. The 36 WUs were divided into three classes of inventory, with classes I and II grouping 10 WUs each, and class III joining 16 WUs. Class I, with lower production, presented total revenue and total volume of R\$45,132.60 and 1,024.03 m³, respectively. Class II obtained the second largest production, with total revenue of R\$73,148.53 and total volume 1,536.35 m³; Class III had a total revenue of R\$158,377.97 and total volume production of 3,354.71 m³ in the class. Considering the balanced structure in which the number of individuals suitable for exploitation does not exceed the balanced structure line estimated by the combinations of the regulation method used in consonance with the values sampled in class I (lower stock) of the 18 tree removal options initially tested, seven scenarios (scenarios 8 through 12 and 17 and 18) promoted a balanced structure. In Class II (average stock) of the 18 tree removal options initially tested, only scenarios 6 ($q = 1.84$ and $B = 50\%$) and 12 ($q = 2.76$ and $B = 50\%$) presented as being suitable for use because they do not exhibit tree deficits in any diameter class. Finally, the closest scenario in Class III (highest stock) within this balanced forest was 18 ($q = 4.49$ and $B = 50\%$). The proposed scenarios show a low intensity volumetric production, and the application of the BDq method of selection as a silvicultural treatment can be considered viable, as well as assisting in community-based management in the region.

Keywords: Selective cutting, community management, BDq method.

1. INTRODUÇÃO

O uso sustentável dos recursos florestais é primordial para o desenvolvimento da Amazônia, trazendo benefícios como a redução da taxa de desmatamento, o estímulo à economia local e à conservação das florestas e de suas funções essenciais ao ambiente (ARAÚJO, 2015).

A sustentabilidade do uso dos recursos florestais é obtida por meio do manejo florestal, que tende a reduzir os impactos ecológicos da exploração e aumentar a capacidade de regeneração da floresta. A colheita de produtos florestais baseada em cálculos e planejamento, sem exceder a taxa de regeneração da floresta, permite a implementação de uma produção sustentada para exploração florestal, melhorando a rentabilidade do setor florestal (VERÍSSIMO; PEREIRA, 2015).

O manejo florestal pode ser visto de duas formas distintas, a primeira tem como objetivo principal aumentar a qualidade e quantidade do produto final, observando, em cada uma das fases, a viabilidade socioeconômica e ambiental do processo produtivo. A segunda enfoca o manejo como uma ferramenta para a tomada de decisão, exigindo uma visão global do gestor para a complexidade do planejamento florestal (DAVIS; JOHNSON, 1987; BETTINGER et al., 2009).

O manejo florestal de impacto reduzido é regido por técnicas, concebidas para proporcionarem uma colheita que promova o menor impacto possível, que ao passar dos anos estão sendo aprimoradas, visando chegar a um modelo ótimo de exploração, conciliando os fatores econômicos, sociais e ambientais (SILVA; SILVA; CHICHORRO, 2015).

Uma das técnicas que está sendo adotada como tentativa para que haja um fluxo constante de madeira e lucro (regulação florestal) é a estratificação de áreas homogêneas por meio de análises de multivariadas, de tal forma que envolva maior número de variáveis possíveis para estudar o inter-relacionamento entre elas, exigindo grande habilidade do manejador florestal (SANTOS et al., 2004; LIMA et al., 2014).

A estratificação em áreas homogêneas permite inferir sobre a capacidade produtiva de cada zona (SOUZA; SOUZA, 2006), sendo fundamental na elaboração e execução dos planos de manejo florestal sustentável (PMFS). Essas informações são essenciais para realizar o planejamento das atividades exploratórias nas unidades de produção, bem como para a regulação da floresta.

A regulação florestal tem por característica a organização e controle do estoque de crescimento da floresta a partir de uma área específica. Essa atividade visa equilibrar a quantidade de madeira extraída da floresta com o crescimento dela, objetivando atingir uma produção mais constante de toda a floresta. Essa regulação garante uma uniformidade da produção em qualidade e quantidade, equilíbrio da receita e despesa (DAVIS; JOHNSON, 1987; RINCO, 2014).

Dentre os métodos de regulação, o corte seletivo por meio do método BDq é uma das opções para manejar a floresta nativa, uma vez que conjuga ações para a condução da regeneração natural, estabelece critérios de remoção das árvores da floresta e define critérios de colheita. Com a aplicação desse método, busca-se o menor impacto sobre a população remanescente para obter uma produção mais sustentável, pois é possível quantificar a intensidade de corte por hectare em número de árvores, volume ou área basal (CAMPOS; RIBEIRO; COUTO, 1983; SOUZA; SOUZA, 2005; SOUZA; SOARES, 2013).

Além disso, no BDq se considera as classes de tamanho, como por exemplo, a distribuição dos diâmetros, a qual é uma importante ferramenta para tomada de decisões e para o planejamento do manejo a ser aplicado em determinada área. A distribuição diamétrica, permite caracterizar uma tipologia florestal, aferir sobre o histórico das espécies na área, a quantidade de árvores passível para a colheita, a regeneração natural e a sustentabilidade da espécie após a colheita (LIMA et al., 2014; MACHADO et al., 2009; RODE et al., 2015, SILVA et al., 2018).

O método BDq pode ser utilizado tanto para florestas de terra firme como florestas de várzeas, podendo ser empregado na modalidade de manejo florestal comunitário (MFC) para garantir uma produção regulada e sem causar alterações significativas na estrutura da floresta. A integração desses conhecimentos é fundamental para manejar a floresta para uma estrutura balanceada e que, ao mesmo tempo, harmonize os conceitos de fitossociologia com produção sustentável de madeira, bem como das regras impostas pela legislação florestal e ambiental (LIMA et al., 2014).

O presente trabalho teve como objetivo estratificar a produção volumétrica e propor a regulação da produção florestal por meio do método BDq para subsidiar na escolha dos melhores cenários de manejo, que promovam uma estrutura balanceada e valoração econômica em uma área de floresta de várzea no Estado do Amapá.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Os dados de campo utilizados no presente estudo foram cedidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/AP) e Instituto Estadual de Florestas do Amapá (IEF/AP), que apoiaram a Associação Agroextrativista do Baixo Maracá (AAFLOMARA) na elaboração do plano do manejo. Esse plano de manejo de 140 hectares, foi dividido em 36 unidades de trabalho (UTs) de aproximadamente quatro hectares cada (200 m x 200 m). Essas UTs são distribuídas de forma descontínua ao longo do Assentamento Extrativista do baixo Rio Maracá, localizado no município de Mazagão, Amapá. Essa região é banhada pelo canal Norte do Rio Amazonas e Rio Maracá (Figura 1).

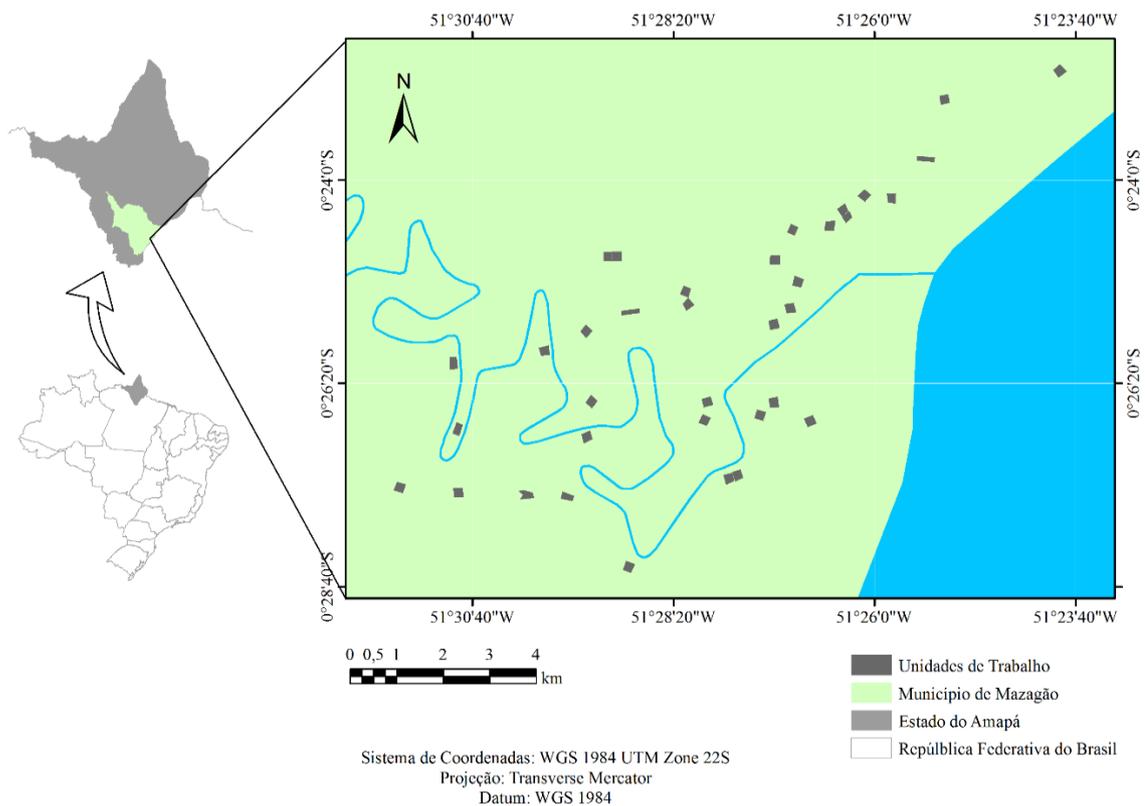


Figura 1 - Localização da área e disposição das unidades de trabalho do Assentamento Extrativista Maracá.

A vegetação predominante nessa região é do tipo floresta ombrófila densa aluvial, isto é, floresta de várzea de alto porte com elevada frequência de palmeiras e com influência diária

de marés nos rios circundantes. O clima é da categoria Amw, segundo a classificação de Koppen, tropical chuvoso. O período chuvoso vai de janeiro a julho com precipitação média anual de 2300 mm, temperatura máxima de 38°C e a mínima de 22°C. A área apresenta uma topografia plana com solos tipo glei húmico típico de ambientes de várzea (INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ – IEPA, 2008).

2.2 COLETA E OBTENÇÃO DE DADOS

O inventário florestal foi realizado em cada unidade de trabalho (UT), sendo mensuradas as árvores com diâmetro a 1,30m do solo (DAP) ≥ 40 cm. As árvores inventariadas foram mapeadas com coordenadas X e Y, além disso, foram etiquetadas com numeração progressiva, sendo coletado o nome popular, DAP, qualidade de fuste e altura comercial (h). A identificação taxonômica das espécies foi realizada por meio de coletas de material botânico fértil para confecção de exsiccatas, que foram levadas para análise no Herbário na Universidade Federal do Amapá/HUFAP, com posterior envio de duplicata ao Herbário do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá (HAMAB). A separação em famílias botânica foi realizada com base no sistema APG III.

Para a receita obtida pela venda da madeira, foi considerado o preço da madeira em pé obtido com base do preço de mercado local no ano de 2018 e revisão de literatura.

O volume com casca das árvores comerciais para espécie *Mora Paraensis* Ducke foi estimada por meio da equação de Lima et al. (2014) desenvolvida na região de estudo e para demais espécies foi utilizado o fator de forma igual a 0,7, recomendado na Amazônia quando não há equações de volume na região, conforme recomenda a Instrução Normativa do IBAMA nº 30 de 31 de dezembro de 2002 (BRASIL, 2002).

A área basal (B ou G) das espécies foi calculada pela somatória das áreas transversais de todas as árvores ($\sum g_i$) e expresso em hectare.

2.2 ANÁLISE DE DADOS

2.3.1 Estratificação da produção

Para realizar a estratificação da produção florestal das UT's em classes homogêneas de estoque, foi realizada análise de componentes principais, considerando as variáveis: volume,

área basal, número de indivíduos e renda. Essa técnica foi utilizada com o propósito geral de diminuir a dimensionalidade dos dados e padronizar as variáveis com diferentes escalas para escores adimensionais.

Além disso, foi realizada a análise de agrupamento por meio do método *K-Means Clustering*, visto que foram previamente definidas três classes de estoque, denominadas classes I, II e III, considerando que esse método é recomendado quando se tem uma hipótese do número inicial de grupos (K).

As análises estatísticas foram realizadas por meio do software R (R Core Team, 2017), e os mapas de planejamento realizados no Software ArcGIS, versão demonstrativa 10.2.

2.3.2 Método de regulação BDq

No primeiro momento, foi ajustado o modelo de predição implícita de Meyer (1952) (Equação 1) para estimar o número de árvores por classe de diâmetro conforme Campos e Leite (2013).

$$Y = e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot D_j + \varepsilon_i}$$

(1)

Em que: Y_j = número de árvores por hectare; e = base do logaritmo neperiano; β_0 e β_1 = parâmetros a serem estimados; D_j = centro de classe de DAP, em cm; ε_j = erro aleatório.

Os distintos valores estimados de β_0 e β_1 , que fornecem diferentes estruturas diamétricas, foram obtidos por meio do método dos mínimos quadrados ordinários. O valor de β_0 indica a densidade relativa do povoamento para uma determinada classe de diâmetro; o valor de β_1 indica a taxa de decréscimo do número de indivíduos por classe (CAMPOS; LEITE, 2013).

De posse do modelo ajustado, foi calculado o quociente de De Liocourt (q), sendo empregada a Equação 2.

$$q = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 \cdot CD)}}{e^{(\beta_0 + \beta_1 \cdot CD + 1)}} \quad (2)$$

Em que: q = é a razão entre a frequência de uma classe de diâmetro qualquer pela frequência imediata acima; CD = é o centro de classe de dap (cm).

Após a obtenção do valor da constante “q”, foram recalculados os parâmetros β_0 e β_1 com as Equações 3 e 4, respectivamente.

$$b_0 = \ln \left(\frac{40.000 * B}{\pi \sum_{i=1}^n D_i^2 * e^{\beta_1 D_i}} \right) \quad (3)$$

$$b_1 = \frac{\ln(q)}{D_j - D_{j+1}}$$

(4)

Em que: e = exponencial; b_0 e b_1 = coeficientes que são estimadores de β_0 e β_1 ; B = área basal remanescente; D_j = centro de classe de DAP, em cm.

O planejamento do corte seletivo dos indivíduos foi realizado por meio do método de regulação BDq nas 3 classes homogêneas de estoque produtivo obtida na análise de agrupamento.

Em cada classe foram combinados os valores do método BDq, considerando o quociente De Liocourt – (q) “original”; (q) 50% maior e (q) 100% maior, áreas basais remanescentes (B) de 10, 20, 25, 30, 40 e 50% e diâmetro máximo desejável de 135,3, 106,1 e 104,4 cm. Desta forma, foram simulados 18 cenários de cortes para cada classe (Tabela 1), considerando-se o princípio de floresta balanceada.

Tabela 1 - Simulações nas classes de estoque para o plano de corte da regulação do método de BDq em uma área de várzea no município de Mazagão – AP.

Cenários	Classe								
	I			II			III		
	Dmáx	g%	q	Dmáx	g%	q	Dmáx	g%	q
1	135,3	10	1,890	106,1	10	1,84	104,4	10	2,250
2	135,3	20	1,890	106,1	20	1,84	104,4	20	2,250
3	135,3	25	1,890	106,1	25	1,84	104,4	25	2,250
4	135,3	30	1,890	106,1	30	1,84	104,4	30	2,250
5	135,3	40	1,890	106,1	40	1,84	104,4	40	2,250
6	135,3	50	1,890	106,1	50	1,84	104,4	50	2,250
7	135,3	10	2,835	106,1	10	2,7	104,4	10	3,375
8	135,3	20	2,835	106,1	20	2,7	104,4	20	3,375
9	135,3	25	2,835	106,1	25	2,7	104,4	25	3,375
10	135,3	30	2,835	106,1	30	2,7	104,4	30	3,375
11	135,3	40	2,835	106,1	40	2,7	104,4	40	3,375
12	135,3	50	2,835	106,1	50	2,7	104,4	50	3,375
13	135,3	10	3,781	106,1	10	3,6	104,4	10	4,500
14	135,3	20	3,781	106,1	20	3,6	104,4	20	4,500
15	135,3	25	3,781	106,1	25	3,6	104,4	25	4,500
16	135,3	30	3,781	106,1	30	3,6	104,4	30	4,500
17	135,3	40	3,781	106,1	40	3,6	104,4	40	4,500
18	135,3	50	3,781	106,1	50	3,6	104,4	50	4,500

Dmáx = diâmetro máximo desejável; B= percentual de área basal remanescente; q= coeficiente de De Liocourt.

A estrutura balanceada foi definida com base nas distribuições dos diâmetros pré-corte e nas combinações dos valores de área basal remanescente (B), diâmetro máximo (D)

desejado e do quociente (q) de De Liocourt, utilizando-se a Equação 5 (SOUZA; SOUZA, 2005).

$$Y_{Remj} = YOC_j - YC_j - YR_j \quad (5)$$

Em que: Y_{Remj} = número de indivíduos por hectare remanescentes na j-ésima classe de diâmetro, Y_{Obj} = número de indivíduos por hectare observados na j-ésima classe de diâmetro, Y_{Cj} = número de indivíduos por hectare colhidos na j-ésima classe de diâmetro e Y_{Rj} = número de indivíduos por hectare a serem removidos no tratamento silvicultural na j-ésima classe de diâmetro.

Para análise da estrutura diamétrica foram considerados intervalos de classes determinados a partir da metodologia proposta por Sturges: $IC = A/K$, em que A é a amplitude expressa por: $A = (D_{máx} - D_{mín})$ e K número de classes, sendo $K = 1 + 3,33 \log(n)$, em que $D_{máx}$ e $D_{mín}$ são os diâmetros máximo e mínimos observados e n é o número de indivíduos amostrados (HIGUCHI; SANTOS; LIMA, 2008).

2.3.3 Valoração econômica dos cenários de corte

Com a proposição dos cenários de corte por meio do método de regulação foram estimados, para cada um deles, a valoração econômica do potencial produtivo de madeira em pé (VAL), considerando o preço médio de comercialização de R\$ 47,43 m³, obtido no mercado local por meio de pesquisa *in loco* e usando a Equação 6.

$$VAL = V \times PM \quad (6)$$

Em que: V = volume de comercialização da madeira em pé em m³; PM = preço médio da madeira em pé, com base no estudo do IEF (2016) e portaria n° 611, de 10 de setembro de 2015 da Secretaria de Estado da Fazenda do Pará.

Como critério para selecionar o melhor cenário foi considerado aquele que permitirá uma floresta balanceada e o maior retorno econômico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No inventário foram encontrados 2.641 indivíduos arbóreos distribuídos em 19 espécies, sendo que o número de indivíduos encontrados variou de 1 a 2.116 indivíduos por espécie, o volume das espécies variou de 1,19 a 5.827,05 m³ nas 36 unidades de trabalho e o preço médio da comercialização da madeira em pé variou de R\$ 15,94 a 130 (Tabela 2).

O volume total de madeira das árvores exploráveis com DAP ≥ 50 cm foi de 5.698,98 m³, com uma receita de R\$ 265.371,04. Por sua vez, as árvores de estoque imediato, $50 \geq$

DAP \geq 40 cm, apresentaram volume total de 216,12 m³, podendo representar uma receita líquida de R\$ 11.228,08.

Tabela 2 – Espécies madeireiras inventariadas com DAP \geq 40 cm nas 36 UTs em uma área de várzea no município de Mazagão – AP, volume e preço de comercialização da madeira em pé.

Nome Científico	Nome Vulgar	Ni	V(m ³)	V/ha	PM
<i>Alantoma lineata</i> Miers	Castanha de Ceru	1	3,20856	0,02	15,94
<i>Aniba rosaeodora</i> Ducke	Pau rosa	16	37,6025	0,27	15,94
<i>Callycophyllum spruceanum</i> Benth.	Pau Mulato	41	186,97	1,34	47,5
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	66	110,933	0,79	47,5
<i>Cedrela</i> sp.	Cedro	1	2,11792	0,02	91,11
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	Sumaúma	11	49,4352	0,35	16,4
<i>Licaria mahuba</i> (A. Samp.) Kosterm.	Maúba	3	4,69139	0,03	15,94
<i>Hura crepitans</i> L.	Assacu	42	230,418	1,65	15,94
<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	Jutaí	13	40,1577	0,29	15,94
<i>Lecytis Paraensis</i> Ducke	Sapucaia	5	29,375	0,21	15,93
<i>Maclobium bifolium</i> (Aubl.) Pers	Iperana	1	1,18897	0,01	15,94
<i>Manilkara amazonica</i> (Huber)	Massaranduba	36	88,5341	0,63	70,00
<i>Maquira coriacea</i> (H. Karst.) C.C. Berg	Muiratinga	17	63,9033	0,46	15,94
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	Itauba da várzea	2	2,97042	0,02	57,15
<i>Mora paraensis</i> (Ducke)	Pracuúba	2116	4863,57	34,74	47,5
<i>Moronobea coccinea</i> Aubl	Anani	16	33,0231	0,24	38,05
<i>Parkia nitida</i> Miq	Fava	2	4,19147	0,03	15,94
<i>Platymiscium filipes</i> Benth	Macacaúba	49	119,726	0,86	130,0
<i>Virola parvifolia</i> Ducke	Virola	23	43,0931	0,31	15,94
Total	-	2461	5.915,09	-	-

Em que: Ni= número de indivíduos; V= volume das espécies em m³; Volume das espécies por hectare e PM= preço médio da madeira em pé.

Vale ressaltar que a *Mora paraensis* Ducke (Pracuúba), representa 85,98% dos indivíduos inventariados, com volumetria de 41,62 m³ ha⁻¹, possuindo condições favoráveis de adaptação ao ambiente de várzea, além de condições de passar pelo processo de extração madeireira desde que seja feito o manejo de impacto reduzido, visto que a espécie apresentou volumetria/ha acima do estabelecido pela legislação do manejo, que determina o corte de 10 m³ ha⁻¹ para manejo florestal de baixa intensidade e de 30 m³ ha⁻¹ para o manejo pleno, conforme regulamenta as legislações do manejo na Amazônia.

No entanto, apesar da volumetria da comunidade florestal ser 49,13 m³ ha⁻¹, as outras espécies, exceto pracuúba, apresentaram baixa volumetria/ha, assim a intervenção do manejo nessa floresta deve ser tratada com cautela respeitando os aspectos ecológicos das espécies,

além disso, ainda são necessários estudos de dinâmica para se ter conhecimento do incremento volumétrico anual da floresta estuariana do Amapá. Para Queiroz e Machado (2007) tradicionalmente nestas florestas não se vem praticando o manejo florestal propriamente dito e sim a exploração com diâmetro que permita a produção de tábuas e pernambucas e fácil arraste, sem preocupação com o desenvolvimento do estoque para futuras colheitas.

Nesse sentido, o êxito do manejo florestal requer informações quantitativas, qualitativas das espécies e, principalmente, da condução das atividades por meio de estratégias que promovam o manejo sustentável (HIRAI et al., 2007). Além do estabelecimento de estratégias de manejo, recuperação, enriquecimento e até mesmo de planejamento de extração para subsidiar o manejo madeireiro na região de várzea do Maracá.

Portanto, uma das estratégias para realizar o planejamento das atividades exploratórias nas unidades de produção é a estratificação de áreas homogêneas para inferir sobre a capacidade produtiva, sendo fundamental na elaboração e execução dos planos de manejo florestal sustentável (PMFS), conforme evidenciam Souza e Souza (2006).

3.1 ESTRATIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO VOLUMÉTRICA

Por meio da análise dos componentes principais (Tabela 3) foi possível a redução da dimensão das quatro variáveis originais (número de indivíduos, área basal, volume e renda) para dois componentes principais, explicando 98,87% da variabilidade total dos dados, permitindo assim padronizar as variáveis com as diferentes dimensões e escala para escores adimensionais. Utilizando os escores referentes aos dois primeiros componentes, realizou-se a análise de agrupamento das 36 UTs.

Tabela 3 - Estimativa das variâncias associadas aos componentes principais que represente a variabilidade dos dados (número de indivíduos, área basal, volume e renda).

Componentes Principais	Autovalor	Proporção da variância (%)	Proporção variância acumulada (%)
1	3,6662	91,6543	91,6543
2	0,2890	7,2247	98,8790
3	0,0337	0,8422	99,7212
4	0,0112	0,2788	100,0000

Por intermédio do método k-means clustering, foram definidas três classes de estoque, denominadas classes I, II e III, sendo elas de capacidade produtiva mínima, média e máxima, respectivamente (Tabela 4; Figura 2).

Tabela 4 - Caracterização das classes de estoque volumétrico e a receita das 36 UTs em Florestas de Várzea no projeto de assentamento agroextrativista do Maracá, Mazagão, Amapá.

Classe	Nº Uts	NI	Volume (m ³)	Receita (R\$)
I	10	380	1.024,03	45.132,60
II	10	702	1.536,35	73.148,53
III	16	1.379	3.354,71	158.377,97
Total	36	2.461	5.915,09	276.659,10

Nº uts = número de unidades de trabalho; NI = número de indivíduos.

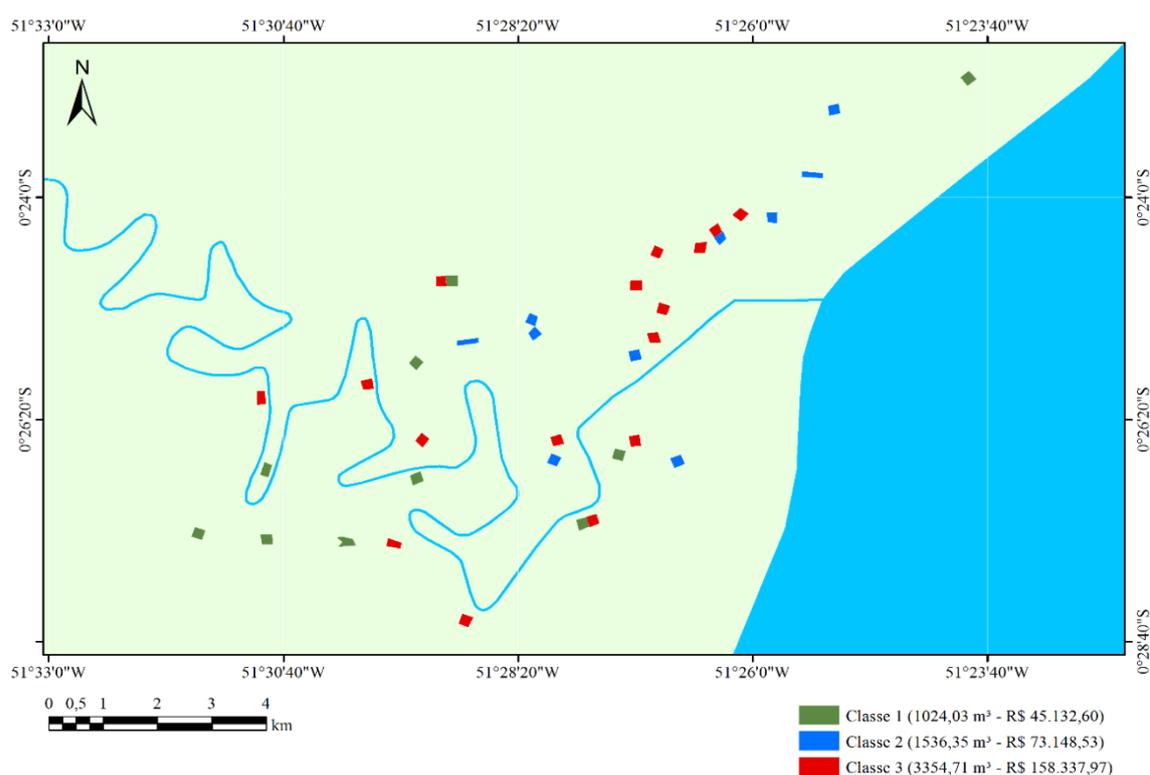


Figura 2 - Mapa das classes de estoque volumétrico I, II e III em Florestas de Várzea no projeto de assentamento agroextrativista do Maracá, Mazagão, Amapá.

Sendo assim, por meio dessa estratificação das unidades de trabalhos, é possível identificar quais unidades de trabalho necessitam de maiores cuidados, como o estabelecimento de tratos silviculturais nas unidades de menor estoque volumétrico, bem como determinação de corte e planejamento das atividades de colheita, permitindo um melhor

planejamento operacional, tático e estratégico do manejo comunitário, conforme também evidenciado por Souza et al. (2014).

O agrupamento em classes de estoque é importante como medida de planejamento da gestão florestal, levando em consideração que a gestão dessa área por meio de MFC, e o conhecimento do potencial produtivo, proporcionam informação para o planejamento de escoamento, viabilidade econômica da colheita e planejamento do desdobro primário da madeira nas serrarias locais conforme demanda de mercado.

Conforme as classes de estoque volumétrico se observa que na classe I foram agrupadas dez unidades de trabalho (2, 4, 6, 7, 9, 15, 16, 18, 19, 21) com 380 indivíduos arbóreos 13 espécies com preço médio de comercialização R\$ 41,97, sendo que as cinco espécies de maiores abundâncias foram: *Mora paraensis* (234), *Carapa guianensis* (32), *Hura crepitans* (28), *Platymiscium filipes* (27) e *Manilkara amazonica* (14) e as espécies de menor abundância foram: *Cedrela* sp (1), *Licaria mahuba* (3), *Hymenaea oblongifolia* (4), *Maquira coriacea* (5) e *Calycophyllum Spruceanum* (6). Esta classe apresentou a menor quantidade de volume total com 1.139,002 m³, com média de 113,90 m³ UT⁻¹, gerando a receita total de R\$ 45.132,60 e receita média de R\$ 4.513,26 por unidade de trabalho.

Assim, para favorecer o manejo florestal sustentável nessa classe de estoque, para fornecer madeira ao longo prazo para comunidade, é necessário o estabelecimento nela de tratos silviculturais, como por exemplo, o enriquecimento com espécies de menores abundâncias, bem como aquelas de melhores interesses no mercado local, a exemplo da *Cedrela* sp. (com preço médio de R\$ 91,11).

Na classe II foram agrupadas dez unidades (3, 20, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 34, 37) com a presença de 702 indivíduos, 14 espécies com preço médio de comercialização de R\$ 36,29. Denotando a segunda maior produção volumétrica com 1.827,59 m³, apresentando receita total de R\$ 73.148,53, com a média de R\$ 7.314,8 por unidade de trabalho. Nesta classe as espécies de maiores abundâncias foram: *Mora paraensis* (637), *Platymiscium filipes* (11), *Carapa guianensis* (10), *Manilkara amazonica* (10) e *Calycophyllum Spruceanum* (6). A *Mora paraensis* gera uma receita de R\$ 64,264,63, seguida da *Platymiscium filipes* com aproximadamente R\$ 3.000,00.

Na classe III, em que se agrupou o maior número de unidades de trabalho (1, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 22, 25, 26, 31, 33, 38 e 39), com contribuição significativa em número de indivíduos de *Mora paraensis* (1245), *Calycophyllum Spruceanum* (29) e *Carapa guianensis*

(24), com volume total de 3.912,00 e média de 244,50 m³, o que poderia gerar uma receita total de R\$ 158.377,97 e média de R\$ 9.898,62 por unidade de trabalho.

Conhecendo o potencial volumétrico e de receita da classe de estoque II e III é possível concentrar a colheita nessas classes de acordo com a demanda do mercado pela produção madeireira ou intercalar a produção como estratégia de comercialização. Além disso, identificar uma possível localização ótima de micro serraria comunitária para atender a produção local.

É importante observar que a pracuúba é a espécie de maior abundância e volume na região do baixo Maracá. O elevado estoque dessa espécie nas florestas de várzea do município de Mazagão pode estar relacionado à adaptação da espécie aos ambientes de várzeas estuarinas, com taxa de regeneração natural elevada conforme ressalta Miranda et al. (2018), bem como resultar do fato de a espécie possuir densidade de madeira alta, dificultando seu transporte pelos rios, bem como ser resultante do histórico de exploração nessas florestas de várzea que esteve voltada excessivamente para espécies como andiroba, macacaúba, virola e pau mulato, espécies de baixa densidade de madeira (QUEIROZ; MACHADO, 2007).

3.2 CENÁRIO DE MANEJO POR MEIO DO MÉTODO BD_q E VALORAÇÃO

Na análise de cenários de corte de árvores em classes de estoque (Tabela 5), na classe I (menor estoque), das 18 opções de remoção de árvores inicialmente testadas (Figura 3; Apêndice 2), seis cenários (cenário 9 à 12 e 17 e 18) promoveram uma estrutura balanceada, pois o número de indivíduos aptos para exploração não ultrapassou a linha da estrutura balanceada estimadas pelas combinações do método de regulação utilizado em consonância com os valores amostrados.

Verificou-se que a manutenção da estrutura original das classes de diâmetro, “q” original ($q = 1,89$), causou déficit de árvores em todas as combinações consideradas. Já quando o valor do “q” aumentado em 50% ($q = 2,83$), o déficit de árvores somente ocorreu na remoção de 10% da área basal (cenário 7). No que concerne o valor do “q” aumentado em 100% ($q = 3,781$), os únicos cenários que mostraram aptidão dentro dos critérios utilizados foram dois (cenário 17 e 18).

Tabela 5 - Análise quantitativa do número de indivíduos, volume e valoração para cada cenário proposto.

CE	Classe I			Classe II			Classe III		
	V (m ³)	Rem (NI)	VAL (R\$)	V (m ³)	Rem (NI)	VAL (R\$)	V (m ³)	Rem (NI)	VAL (R\$)
1	950,97	271	45.104,55	1.405,96	634	66.684,68	3114,76	1.119	147.733,07
2	845,31	241	40.092,93	1.249,742	563	59.275,27	2768,68	995	131.318,28
3	792,48	225	37.587,13	1.171,633	528	55.570,57	2595,63	932	123.110,89
4	739,64	210	35.081,32	1.093,524	493	51.865,86	2422,59	870	114.903,50
5	633,98	180	30.069,70	937,3067	422	44.456,46	2076,51	746	98.488,71
6	528,32	150	25.058,08	781,0889	352	37.047,05	1730,42	621	82.073,93
7	912,66	362	43.287,64	1.341,514	763	63.628,03	2985,25	1.440	136.139,79
8	811,25	322	38.477,90	1.192,45	679	56.558,25	2.653,55	1.280	125.857,97
9	760,55	301	36.073,03	1.117,92	636	53.023,36	2.487,70	1.200	117.991,85
10	709,85	281	33.668,16	1.043,40	594	49.488,46	2.321,86	1.120	110.125,72
11	608,44	241	28.858,43	894,342	509	42.418,68	1.990,16	960	94.393,48
12	507,03	201	24.048,69	745,285	424	35.348,90	1.658,47	800	78.661,23
13	891,23	404	42.271,29	1.321,07	818	62.658,71	2.931,41	1.594	139.036,78
14	792,20	359	37.574,48	1.174,29	727	55.696,64	2.605,70	1.417	123.588,25
15	742,696	337	35.226,08	1.100,89	681	52.215,60	2.442,84	1.328	115.863,98
16	693,183	314	32.877,67	1.027,50	636	48.734,56	2.279,99	1.240	108.139,72
17	594,157	269	28.180,86	880,71	545	41.772,48	1.954,27	1.062	92.691,19
18	495,131	224	23.484,05	733,93	454	34.810,40	1.628,56	885	77.242,66

Em que: V = volume da madeira em pé (m³); Rem (NI) = número de árvores removidas; VAL = valoração econômica do potencial produtivo de madeira em pé (R\$) e CE= cenários

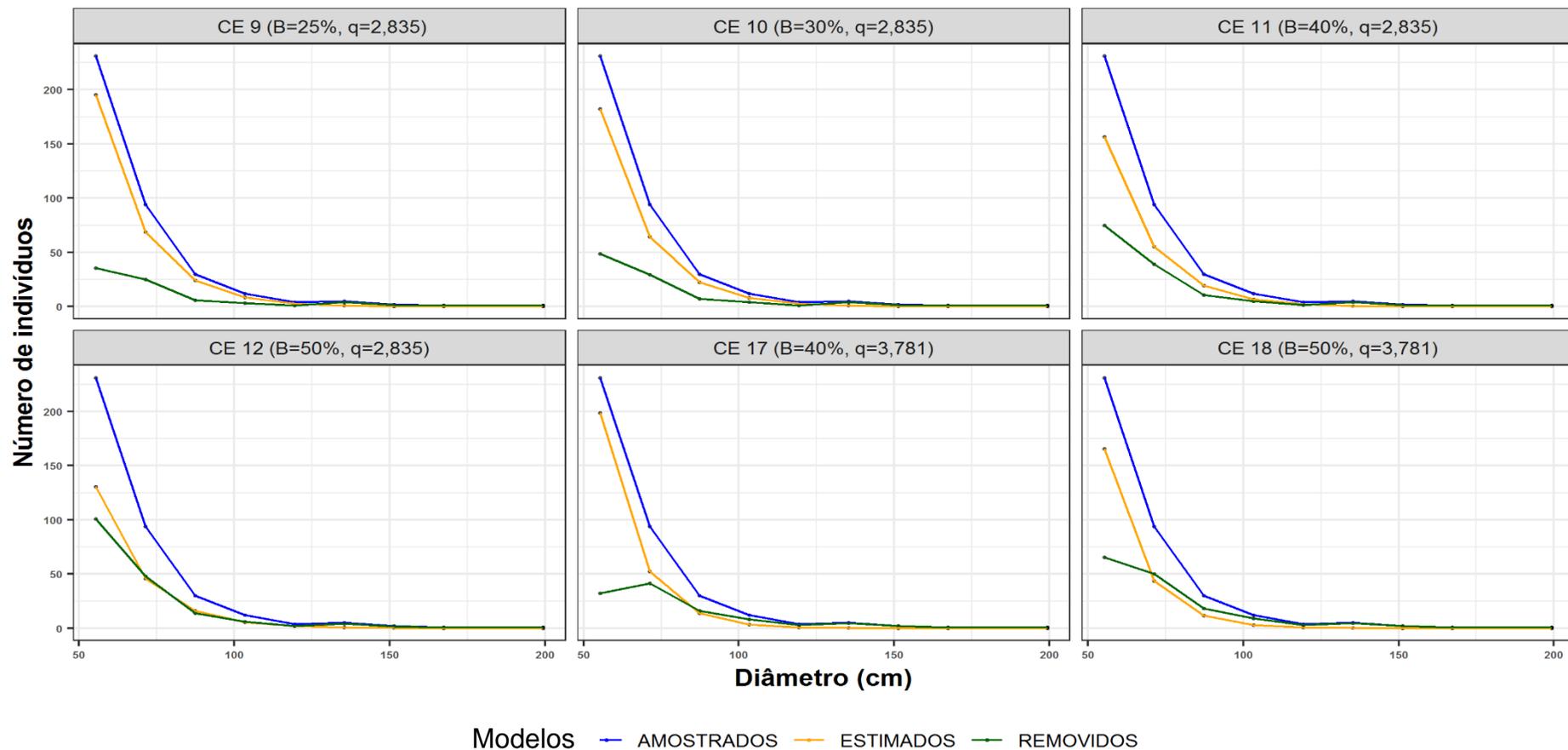


Figura 3 – Classificação da intensidade de corte para os melhores cenários de remoção simulados na classe de estoque I (cenários 9 à 12 e 17 e 18), combinando os valores do método BDq, sendo a distribuição diamétrica dividida em 10 classes e amplitude entre as classes de 16 cm. Sendo a classe 1 (47-63 cm), classe 2 (63,1-79 cm), classe 3 (79,1-95 cm), classe 4 (95,1-111 cm), classe 5 (111,1-127 cm), classe 6 (127,1-143 cm), classe 7 (143,1-159 cm), classe 8 (159,1-175 cm), classe 9 (175,1-191 cm) e classe 10 (>191,1 cm). Em que: CE=cenários.

De fato, Gama et al. (2005) observaram em seu estudo que das opções avaliadas, somente aquelas em que o quociente (q) foi superior ao “ q ” original se mostraram aptas a contribuir para a definição dos critérios de colheita. Hess (2012) menciona que quando o novo (q) for maior que o original, haverá remoção de um maior número de plantas de maior dimensão, considerando a remoção de uma mesma área basal.

Gama et al. (2005) e Hess (2012) ainda reforçam que em algumas situações de manejo florestal é desejável extrair da floresta indivíduos de maior dimensão, sem que isso comprometa os conceitos de produção sustentável. É dentro desse contexto que vem à tona a importância do BD q , pois este método, de acordo com Souza e Souza (2005), também prevê a intensidade de corte nas menores classes de tamanho, com a manutenção da capacidade de renovação dos recursos, com o estabelecimento do ciclo de corte e com a colheita seletiva de madeira.

Na classe II (estoque médio) houve uma menor diversidade de cenários ótimos se comparado com a Classe I. Das opções de remoção de árvores, somente os cenários 6 ($q=1,84$ e $B=50\%$) e 12 ($q=2,76$ e $B=50\%$) apresentaram condições de serem utilizadas por não exibirem déficit de árvores em nenhuma classe de diâmetro (Figura 4; Apêndice 3).

Não obstante, vale salientar que o cenário 11 mostrou-se promissor, mostrando déficit apenas na primeira classe de diâmetro (47,7-56,7 cm) (ausência de 35 indivíduos). Caso tal cenário fosse utilizado, teria uma valoração superior aos dois cenários (6 e 12), correspondendo a R\$ 49.488,46. Ressalta-se, porém, que o uso desse cenário se justifica somente mediante um estudo da dinâmica da comunidade composta dentro dessa classe de estoque aliado a uma análise de diâmetros com inclusão de indivíduos de menores valores diamétricos. Dessa forma seria averiguado se as classes anteriores poderiam suprir a classe deficitária após a exploração com o passar do tempo.

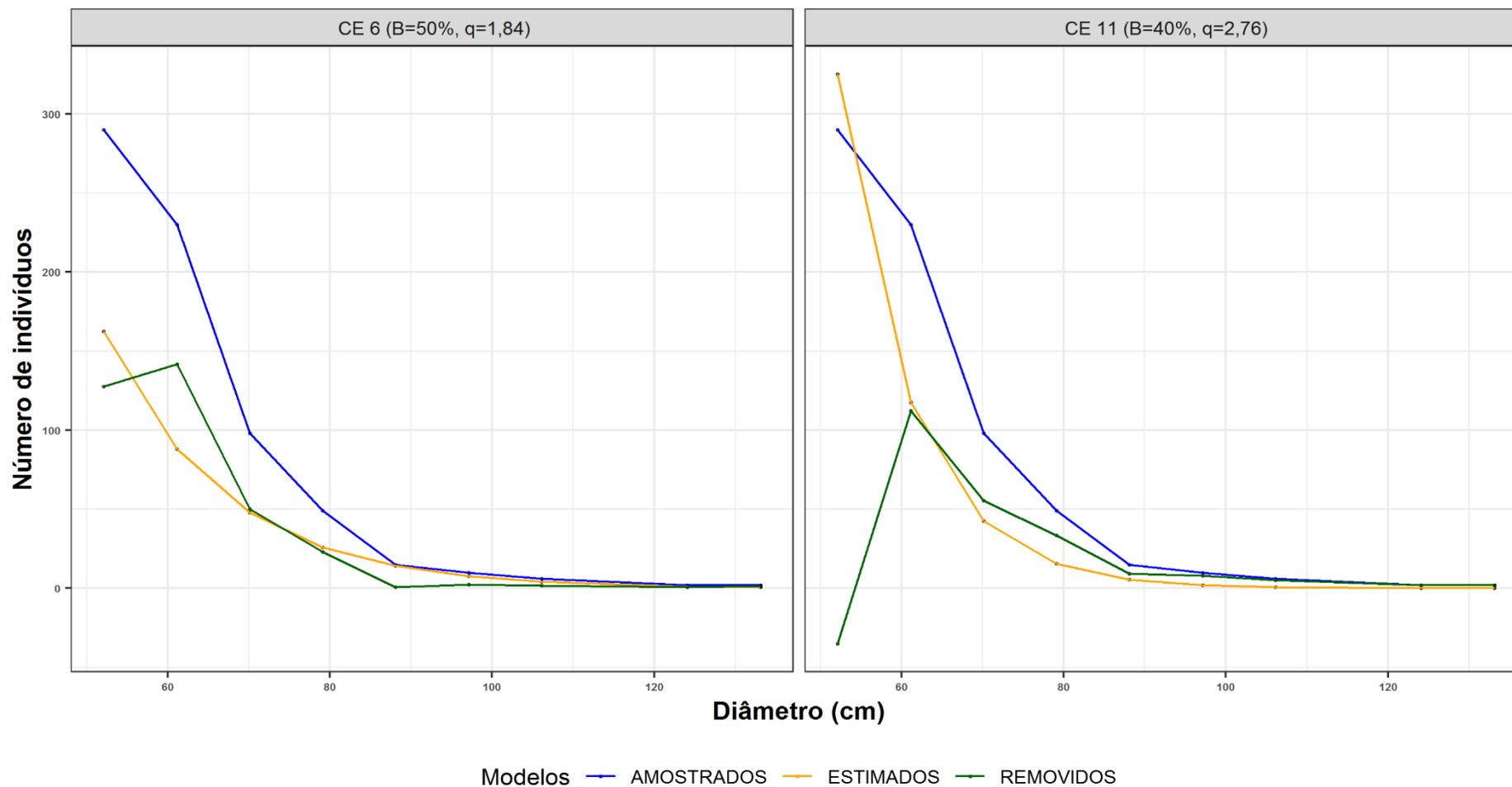


Figura 4 – Classificação da intensidade de corte para os cenários 6 e 11 na classe de estoque II, sendo a distribuição diamétrica dividida em 10 classes e amplitude entre as classes de 9 cm. Sendo a classe 1 (47,7-56,7 cm), classe 2 (56,71-65,7 cm), classe 3 (65,71-75,7 cm), classe 4 (75,71-84,7 cm), classe 5 (84,71 – 93,7 cm), classe 6 (93,7- 102,7 cm), classe 7 (102,71-111,7 cm), classe 8 (111,71-120,7 cm), classe 9 (120,71-129 cm) e classe 10 (>129,1 cm). Em que: CE=cenários.

Gama et al. (2005) visando definir opções de colheita em bases sustentadas para florestas de várzea no estuário amazônico observaram que a floresta pode ser manejada, adotando-se o plano de colheita que utiliza um q 50%, que corresponde a um lucro potencial de US\$ 3.945,40/ha.

Já em estudo realizado por Souza e Souza (2005) com objetivo de analisarem a estrutura diamétrica pós-colheita seletiva da Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme, verificou que na classe I de estoque, o método de manejo proposto permitiu a remoção de 56,4 árvores/ha, 3,33 m²/ha e 67,64 m³/ha, com redução em área basal de 13,1%. Na classe II de estoque, 53,7 árvores/ha, 3,88 m²/ha e 65,96 m³/ha, com diminuição em área basal de 16,2%. Na classe III de estoque, 63,3 árvores/ha, 3,13 m²/ha e 46,76 m³/ha, com redução em área basal de 14,0%.

Esses autores recomendaram que a remoção periódica de árvores deve ocorrer nas menores classes de tamanhos, visando o balanceamento da distribuição dos diâmetros e, sobretudo, a condução da floresta a uma estrutura balanceada ao longo do ciclo de corte, com o aproveitamento contínuo dos produtos florestais madeireiros.

Por fim, na Classe III (maior estoque) nenhum dos cenários avaliados promoveu um balanceamento na distribuição dos indivíduos a partir dos diâmetros, havendo déficits em pelo menos um centro de classe. O cenário que mais se aproximou dentro desse quesito foi o 18 ($q=4,49$ e $B=50\%$), o mesmo apresentou ausência na classe 5 de 1 indivíduo (Figura 5; Apêndice 4).

A despeito disso, é importante sublinhar a importância do bom senso ao utilizar o método BD q e sua aplicação na exploração por partes dos profissionais. À vista disso, O'Hara (1998) enfatiza que lacunas pequenas não significam, obrigatoriamente, irregularidade futura na estrutura final da floresta ao fim do ciclo desejado.

Complementarmente, Braz (2010) afirma que o quociente “ q ” e a distribuição balanceada devem ser analisados como conceitos úteis e guias para o manejo, mas nunca como uma algema em sua flexibilidade.

Souza e Souza (2005) comentam que embora tenha ocorrido pequeno déficit ou ausência de árvores em uma ou mais de uma classe de diâmetro da estrutura balanceada, com o decorrer do ciclo de corte haverá estabilização da vegetação remanescente e sua recuperação com prováveis incrementos diamétrico e volumétricos mediante a aplicação de tratamentos silviculturais.

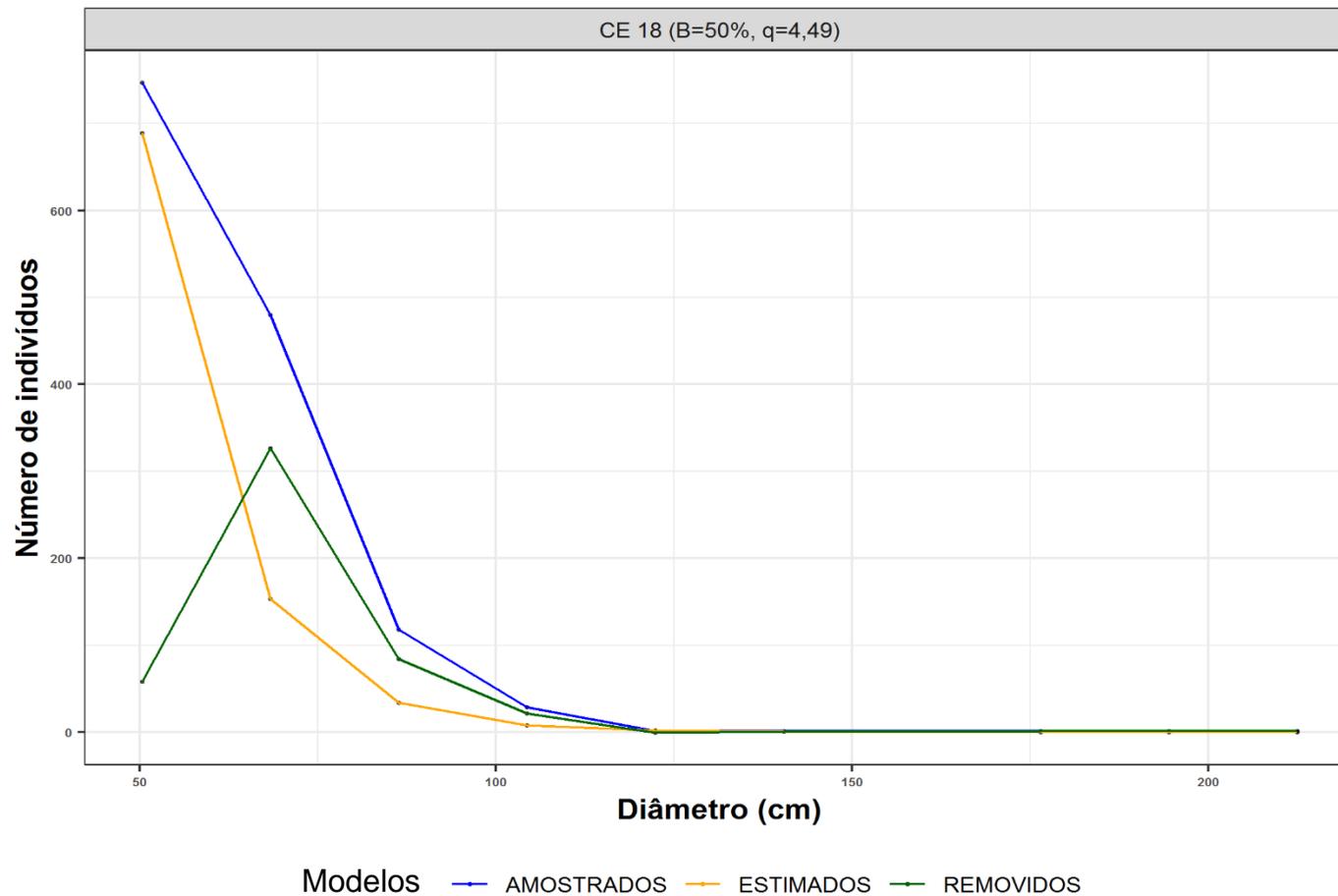


Figura 5 – Classificação da intensidade de corte para o cenário 18 na classe de estoque III, sendo a distribuição diamétrica dividida em 11 classes e amplitude entre as classes de 18 cm. Sendo a classe 1 (41,3-59,3 cm), classe 2 (59,31-77,3 cm), classe 3 (77,31-95,3 cm), classe 4 (95,31- 113,3 cm), classe 5 (113,31 – 131,3 cm), classe 6 (131,31- 149,3 cm), classe 7 (149,31-167,3 cm), classe 8 (167,31-185,3 cm), classe 9 (185,31-203,3 cm), classe 10 (203,31-222,3 cm) e classe 11 (>222,31 cm). Em que: CE=cenário.

O cenário 18 traz consigo o maior benefício atrelado, prescrevendo 885 indivíduos, 1.628,56 m³ e R\$ 77.242,66 (Tabela 5; Figura 5). Assim, considerando a estrutura balanceada e maior retorno econômico foi possível indicar os melhores cenários de manejo, esses cenários correspondem, respectivamente, às seguintes opções:

Nesse contexto, foi recomendada a exploração de 20% e 50% de área basal e seus respectivos “q” em cada classe, pois não prejudica a estrutura balanceada da comunidade florestal, com isso favorece o próximo ciclo de corte com volume disponível para colheita futura.

A delimitação de classes evidenciou a importância de conhecimento a respeito da estrutura da floresta para a tomada de decisão, ao considerar ambientes com diferentes intensidades de colheita em função do seu potencial volumétrico e de receita.

4 CONCLUSÃO

A regulação da produção florestal por meio da estratificação e aplicação do conceito de floresta balanceada, bem como a obtenção de um maior retorno financeiro nos cenários propostos, pode levar a práticas de manejo comprometidas com a produção sustentável e com a manutenção da diversidade de espécies.

Os cenários evidenciam uma produção volumétrica de baixa intensidade na floresta de várzea, com proposta de retirada de aproximadamente 3 a 11 m³ ha⁻¹, podendo ser considerado viável a aplicação do método *BDq* de seleção como tratamento silvicultural, bem como auxiliar no manejo de base comunitária na região.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, H. J. B. **Acervo arbóreo das áreas sob manejo florestal comunitário do Projeto de colonização Pedro Peixoto**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2015. (Embrapa Acre. Documentos, 139).
- BETTINGER, P. et al. **Forest management and planning**. London: Elsevier, 2009.
- BRASIL. Instrução normativa nº 30, de 31 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a necessidade de uniformizar a metodologia de liberação de volumes de madeiras para as empresas detentoras de Plano de Manejo Florestal Sustentável -PMFS, pelas Gerências Executivas do IBAMA. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 01 jan 2003. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/pnf/_arquivos/in_ibama_30_02.pdf. Acesso em: 13 jul. 2018.
- BRAZ, E. M. **Subsídios para o planejamento do manejo de florestas tropicais da Amazônia**. 2010. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 2010. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/ppgef/images/Teses2010/Evaldo-Munoz-Braz.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2018.
- CAMPOS, J. C. C., LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. 605p.
- CAMPOS, J.C.C.; RIBEIRO, J.C.; COUTO, L. Emprego da distribuição diamétrica na determinação da intensidade de cortes em matas naturais submetidas ao sistema de seleção. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.7, n.2, p.110-122, 1983. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=IkWaAAAAIAAJ>. Acesso em: 12 jan. 2018.
- DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. N. **Forest management**. 3.ed. New York: Mc Graw-Hill, 1987. 790p.
- GAMA, J. R. V.; BENTES-GAMA, M.M; SCOLFORO, J. R. S. Manejo sustentado para floresta de várzea na amazônia oriental. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.719-729, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000500007>.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; LIMA, A. J. N. **Biometria Florestal**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2008.
- HIRAI, E. H.; CARVALHO, J. O. P. de; PINHEIRO, K. A. O. Comportamento populacional de cupiúba (*Goupia glabra* Aublet) em floresta de terra firme na fazenda Rio Capim, Paragominas, PA. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém-PA, v. 47, p. 89 - 102, 2007. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30382/1/REVISTA47-artigo06.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2018.
- HESS, A. F. Manejo de *Araucaria angustifolia* pelo quociente de Liocourt em propriedade rural no Município de Painel, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo-PR, v. 32, n.70, p. 227-232, abr./jun. 2012. <https://doi.org/10.4336/2012.pfb.32.70.111>.
- INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS DO AMAPÁ - IEF – AP. **Diagnóstico do setor madeireiro no estado do Amapá**. Macapá: IEF, 2016. (Relatório Técnico).

PINTO, A. C. et al. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá**: primeira aproximação do ZEE. 3.ed. Macapá: IEPA, 2008. Disponível em: <http://www.iepa.ap.gov.br/ZEE/publicacoes/macrodiagnostico.PDF>. Acesso em: 20 mar. 2018.

LIMA, R. B. et al. Volumetria e classificação da capacidade produtiva para *Mora paraensis* (Ducke) no estuário Amapaense. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 42, n. 101, p. 141-154, 2014. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/leitura.asp?Article=13&Number=101>. Acesso em: 27 abr. 2018.

MACHADO, S. A. et al. Distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Em um fragmento de floresta ombrófila mista. **Scientia Agraria**, Curitiba-PR, v.10, n.2, p. 103-110, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/13575>. Acesso em: 27 abr. 2018.

MEYER, H. A. Structure, growth, and drain inbalanced uneven-aged forests. **Journal of Forestry**, Washington, v. 50, n. 2, p. 85-92, 1952.

MIRANDA, Z. P.; GUEDES, M. C.; BATISTA, A. P. B.; SILVA, D. A. S. Natural regeneration dynamics of *Mora paraensis* (Ducke) Ducke in estuarine floodplain forests of the Amazon River. **Forests**, Pequim, v. 9, n. 2, p. 2-14, 2018. <https://doi.org/10.3390/f9020054>.

O'HARA, K. L. Silviculture for structure diversity: a new look at multiaged systems. **Journal of Forestry**, Washington, v. 96, n. 7, p. 4-10, 1998. <https://doi.org/10.1093/jof/96.7.4a>.

QUEIROZ, J. A. L. de; MACHADO, S. do A. Potencial de utilização madeireira de espécies florestais de várzea no município de Mazagão no estado do Amapá. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 37, n. 2, 2007. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/8657>. Acesso em: 27 abr. 2018.

RINCO, M. B. **Regulação da produção de um povoamento de *Eucalyptus* spp. superestocado por meio de programação matemática**. 2014. 77 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.bdm.unb.br/handle/10483/8246>. Acesso em: 27 abr. 2018.

RODE, R. et al. Comparação da regulação florestal de projetos de fomento com áreas próprias de empresas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo-PR, v. 35, n. 81, p. 11-19, jan./mar. 2015. <https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.81.760>.

SANTOS, J. H. S. S. et al. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por de técnicas multivariadas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 387-396, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000300010>.

SILVA, D. A. S.; SILVA, G. F.; CHICHORRO, J. F. **Regulação de floresta inequidiana sob manejo florestal comunitário na Amazônia**. Brasília: SBEF, 2015. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/premio-sfb/ii-premio/monografias-ii-premio/profissional-2/566-ganhador-2-lugar-profissional-monografia/file>. Acesso em: 08 jan. 2017.

SILVA, P. H. et al. Optimal selective logging regime and log landing location models: a case study in the Amazon forest. **Acta Amazonica**, Manaus-AM, v.48, n.1, p.18-27, 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201603113>.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L. Emprego do método bdq de seleção após a exploração florestal em floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia oriental. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.617-625, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000400014>.

SOUZA, A. L.; SOUZA, D. R. Análise multivariada para estratificação volumétrica de uma floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia oriental. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.49-54, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000100007>.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Floresta nativas**: estrutura, dinâmica e manejo. 1.ed. Viçosa: Editora da UFV, 2013.

SOUZA, A. L. et al. Estratificação volumétrica por classes de estoque em uma floresta ombrófila densa, no município de Almeirim, estado do Pará, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.3, p.533-541, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000300016>.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. **Parcerias Estratégicas**, Brasília-DF, v. 19, n. 38, p. 13-44, 2014. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/731. Acesso em: 20 mai. 2018.

CAPITULO III

ZONAS DE PRODUÇÃO VOLUMÉTRICA EM UMA ÁREA SOB MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO NO ESTUÁRIO DO RIO AMAZONAS

SILVA, DIEGO ARMANDO SILVA DA. **Zonas de produção volumétrica em uma área sob manejo florestal comunitário no estuário do rio Amazonas**. 2018. Orientador: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira. Coorientadores: José Antônio Aleixo da Silva e Marcelino Carneiro Guedes.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a continuidade espacial da produtividade e delimitar zonas de produção em volume em uma área sob manejo florestal no estuário do rio Amazonas. O estudo foi realizado em uma floresta de várzea, no assentamento extrativista do baixo rio Maracá, localizado no município de Mazagão, Amapá, com o inventário florestal de 36 unidades de trabalho que subsidiará o plano de manejo comunitário. Foi realizada uma análise exploratória dos dados, bem como, o estudo variográfico por meio do semivariograma experimental, analisando os modelos: esférico, exponencial e gaussiano, utilizando o método dos mínimos quadrados ponderados. Para seleção dos modelos com melhor desempenho foi adotado o grau de dependência espacial e as estimativas dos pontos não amostrados, efetuadas a partir da krigagem ordinária. Os dados não apresentaram discrepância e a variável em estudo tem distribuição aproximadamente normal e a produção em volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) apresenta um coeficiente de variação de 33% variação relativamente aceitável que não prejudica a correlação espacial. O comportamento espacial do volume por hectare na área apresentou estrutura de continuidade espacial moderado-intermediária, caracterizada pelo modelo espacial gaussiano e o estimador geoestatístico krigagem ordinária foi adequado para fazer estimativas. Com auxílio do mapa foi observada que a área apresenta relativa heterogeneidade espacial para produção volumétrica típica de florestas nativas. No entanto, foi possível identificar diferentes zonas de produção volumétrica que fornecem subsídios para o planejamento do manejo de baixo impacto e tratamentos silviculturais.

Palavras-chaves: manejo de precisão, semivariograma, variabilidade espacial.

SILVA, DIEGO ARMANDO SILVA DA. **Volumetric production zones in a community forest management area on the Amazon River estuary**. 2018. Adviser: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira. Co-advisers: and Prof. José Antônio Aleixo da Silva and Marcelino Carneiro Guedes.

ABSTRACT

The objective of this study was to verify the spatial continuity of productivity and to delimit volume production zones in an area under forest management in the Amazon River estuary. The study was carried out in a várzea forest, in the extractive settlement of the lower Maracá river, located in the municipality of Mazagão, Amapá, with a forest inventory of 36 work units that will subsidize the community management plan. An exploratory analysis of the data was performed, as well as a variographic study using the experimental semivariogram, analyzing the spherical, exponential and Gaussian models using the weighted least squares method. We adopted the spatial dependence degree in order to select the best performance models, and the estimates of the non-sampled points were done by ordinary kriging. The data presented no discrepancy, the study variable has approximately normal distribution and the volume production ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) presents a coefficient of variation of 33%; a relatively acceptable variation that does not affect the spatial correlation. The spatial behavior of the volume per hectare in the area presented a moderate-intermediate spatial continuity structure, characterized by the Gaussian spatial model and the geostatistical estimator of ordinary kriging was adequate to make estimates. By using the map, it was observed that the area presents relative spatial heterogeneity for volumetric production typical of native forests. However, it was possible to identify different areas of volumetric production that provide subsidies for planning low impact management and silvicultural treatments.

Keywords: Precision handling, semivariogram, spatial variability.

1. INTRODUÇÃO

A amazônia brasileira tem a maior extensão de floresta tropical do mundo (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB, 2013). A floresta amazônica é conhecida mundialmente por sua importância ecológica e socioeconômica, apresentando uma elevada variedade de recursos madeireiros, não madeireiros e serviços ecossistêmicos nos seus mais diversos tipos de ecossistemas florestais (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI, 2018).

Dentre os seus ecossistemas associados se destacam as florestas de várzeas localizadas no estuário amazônico, ricas em espécies madeireiras e não madeireiras, na qual participam de uma pequena parcela da produção de madeira nativa (CARIM, et al., 2017; MIRANDA et al., 2018; PEREIRA, 2015).

Essa produção madeireira, por sua vez tem um histórico de exploração baseado no extrativismo com pouca preocupação com a sustentabilidade e concentração da exploração em espécies de baixa densidade, principalmente, a *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (*Virola*) e *Carapa guianensis* Aubl (Andiroba), ocasionando grandes impactos na riqueza e abundâncias de espécies (CARIM et al., 2017; QUEIROZ et al., 2007).

Dessa forma, a dinâmica, distribuição e características de espécies da floresta estuarina, bem como sua capacidade produtiva, são assuntos que ainda necessitam de estudos científicos para o seu melhor entendimento, refletido pela falta de técnicas desenvolvidas para as florestas de várzea, uma vez que o modelo de extração da madeira ainda é classificado como tradicional (BARROS; UHL, 1995; FORTINI; CARTER, 2014).

Assim, estudos que auxiliem no planejamento e execução da extração madeireira que consideram as características e condicionantes ambientais, sociais e econômicas, além do conhecimento técnico e científico existente, são importantes por representar uma nova forma de produção e administração da floresta, visando uma produção de forma contínua (BRANDELERO; ANTUNES; GIOTTO, 2007).

Para isso, é necessário o uso de ferramentas que facilite o planejamento e dê suporte à tomada de decisão, como por exemplo, a ferramenta de geoestatística, que está sendo utilizada em diversos estudos e pode ser uma das alternativas ou complementação de análises tradicionais, uma vez que permite produzir mapas temáticos que auxiliam na determinação das zonas de manejo (AQUINO et al., 2016; BATISTA, 2012; BOGNOLA, 2007; DESBATHIANE et al. 2018).

Desse modo, no presente estudo se objetivou de verificar a continuidade espacial da produtividade em volume para delimitar zonas de produção volumétrica em uma área sob manejo florestal comunitário no estuário do rio Amazonas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em uma área do Projeto de Assentamento Extrativista do baixo Rio Maracá, com aproximadamente 140 hectares, localizado no município de Mazagão/Amapá. A área está dividida em 36 unidades de trabalho (UTs) de cerca de 4 ha cada, distribuídos de forma descontínua ao longo do rio, que por sua vez, serão utilizadas no plano de manejo comunitário que será executado no local.

A região apresenta vegetação predominante do tipo floresta ombrófila densa aluvial, isto é, floresta de várzea de alto porte com grande frequência de palmeiras e com influência diária de marés dos rios circundantes (INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ – IEPA, 2008).

A área possui uma topografia plana com solos tipo glei húmico. O clima da região é do tipo Amw, tropical chuvoso, conforme a classificação de Koppen, com período chuvoso de janeiro a julho e precipitação média anual de 2300 mm (IEPA, 2008).

2.2 COLETA DE DADOS

Nas unidades de trabalhos que compõem uma única Unidade de Produção Anual (UPA), foi realizado o inventário florestal, sendo levantadas todas as árvores com DAP \geq 40 cm. Todas as árvores inventariadas foram mapeadas com coordenadas X, Y, além disso, os indivíduos arbóreos foram etiquetados com numeração progressiva e tiveram registrados nome popular, DAP, qualidade de fuste e altura comercial (h).

A identificação taxonômica das espécies foi realizada por meio das coletas de materiais botânicos férteis para confecção de exsicatas, que foram levadas para identificação no Herbário na Universidade Federal do Amapá/HUFAP, com posterior envio de duplicata ao Herbário do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá (HAMAB), e os nomes botânicos seguiram o sistema APG III.

No inventário foram encontrados 2.641 indivíduos arbóreos distribuídos em 19 espécies, sendo que a abundância variou de 1 a 2.116 indivíduos por espécie, o volume das espécies 1,19 a 5.827,05 m³ e a volumetria foi de 49,13 m³ ha⁻¹. Houve destaque especial para densidade da *Mora paraensis* Ducke (Pracuúba) que representa 85,98% dos indivíduos.

O volume das árvores comerciais para espécie *Mora Paraensis* Ducke foi estimado por meio da equação de Lima et al. (2014) desenvolvida na região de estudo e para as demais espécies comerciais foi utilizado o fator de 0,7, recomendado na Amazônia quando não há equações de volume na região, conforme recomenda a Instrução Normativa (IN) do IBAMA n° 30 de 31 de dezembro de 2002 (BRASIL, 2002).

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Inicialmente uma análise exploratória dos dados foi realizada com intuito de verificar o comportamento do volume e identificar possível tendência na estimativa dos pontos não amostrados. Esta análise foi constituída pelas estimativas de medidas de posição e dispersão, análise de tendência da distribuição espacial dos pontos da amostra em função da latitude e longitude e observação de valores discrepantes. Além disso foi realizado a análise box plot e histograma de frequência para analisar a normalidade dos dados, bem como analisado o coeficiente de variação (CV).

O estudo variográfico foi realizado pelo semivariograma experimental conforme a equação 1.

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

Em que: $\gamma^*(h)$ é a semivariância estimada e $N(h)$ é o número de pares de valores medidos $Z(x_i)$ e $Z(x_i + h)$, separados por um vetor distância h (m).

Foram analisados os modelos: esférico, exponencial e gaussiano para ajuste ao semivariograma experimental pelo método dos mínimos quadrados ponderados (Weight Least Squares - WLS).

Para seleção dos modelos com melhor desempenho foi adotado o grau de dependência espacial (GDE). Esta medida assume valores no intervalo entre 0% e 100%. Quanto mais próxima de 100%, maior é o grau da dependência espacial. O fato de avaliar o grau da dependência é importante para se comparar fenômenos (diferentes cenários de dependência espacial) (BIONDI; MYERS; AVERY, 1994). O GDE (Equação 2) foi analisado conforme

definido por Cambardella et al. (1994), que classificam tal grau em fraco até 25; moderado/intermediário entre 25 e 75 e maior que 75% como forte.

$$GDE\% = \frac{c_1}{c_0 + c_1} \cdot 100$$

(2)

Em que: GDE é o grau de dependência espacial, C_0 é o efeito pepita e C_1 é a contribuição.

Também foi utilizado o critério de Akaike (Akaike's Information Criterion - AIC) para avaliar o desempenho dos modelos ajustados, determinado através da função *lik.GRF* do *software* 'geoR' v. 1.6-25. O AIC foi estimado com base na equação 3 (GREENE, 1993).

$$AIC = -2\log L + 2k \quad (3)$$

Em que: L é a verossimilhança maximizada pelo modelo candidato e K o número de parâmetros do modelo objeto de análise.

A partir do modelo espacial ajustado para volume ($m^3 ha^{-1}$) foi realizada a estimativa da distribuição espacial dos pontos não amostrados a partir da krigagem ordinária, que é um interpolador geoestatístico para mapear a referida distribuição. Para tanto, adotou-se como distância de máxima de interpolação 1 km da margem do rio Maracá.

O mapa foi gerado por meio do programa R (R CORE TEAM, 2017), com auxílio do *software* 'geoR' (RIBEIRO JÚNIOR; DIGLLE, 2001) e com o programa ArcGis 10 (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE – ESRI, 2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

Na Figura 1 (a e b) é possível observar o comportamento do volume por hectare em relação a latitude e longitude e uma leve tendência nos valores de volume por hectare nas direções avaliadas. Ao se realizar a análise exploratória de dados (Figura 1 c e d) é possível observar que os dados apresentam um comportamento praticamente simétrico e que a variável em estudo, segue uma distribuição muito similar a distribuição normal.

A produção em volume ($m^3 ha^{-1}$) apresenta um coeficiente de variação de 33%, variação aceitável que não prejudica a correlação espacial, pois segundo Batista et al. (2016) esses valores são aceitáveis e importantes, uma vez que a alta variância dos dados pode afetar a qualidade do ajuste de modelos espaciais.

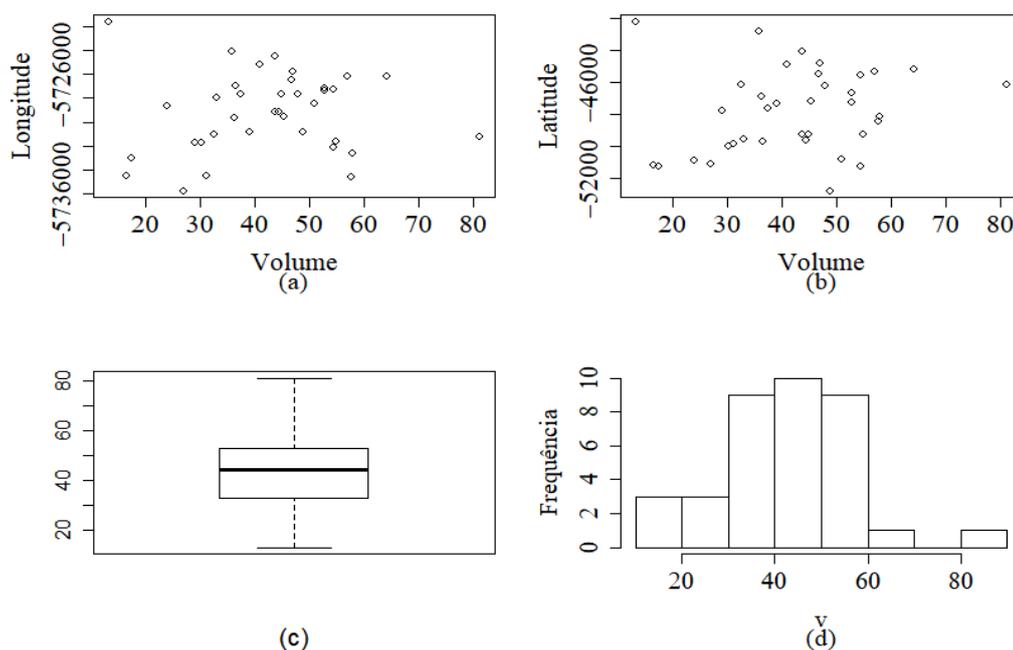


Figura 1 - Gráficos da análise exploratória para volume por hectare; relação do volume com longitude (a); relação do volume com a latitude (b); gráfico de Box Plot (c) e histograma de frequência (d).

3.2 MODELAGEM VARIOGRÁFICA

O volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) analisado pela modelagem variográfica demonstrou dependência espacial moderado/intermediário, conforme o grau de dependência espacial ($25\% < \text{GDE} < 75\%$) (Tabela 1).

Os modelos não apresentaram diferenças em termos de AIC, assim sendo, o GDE foi o critério de decisão para selecionar o modelo espacial. Neste estudo foi observado que todos os modelos espaciais testados apresentaram GDE moderado/intermediário, de acordo com o critério de Cambardella et al. (1994). O modelo gaussiano foi o que mais se destacou além de apresentar o grau de dependência espacial (GDE%) mais forte entre os modelos (70%), apresentando também estabilização no seu semivariograma pelo modelo gaussiano (Figura 2).

O parâmetro alcance que determina a distância limite, na qual a variável regionalizada não tem mais influência relevante do seu entorno (vizinhança), ou seja, são independentes (JOURNAL; HUIJBREGTS, 2003) foi obtido considerando a performance do modelo gaussiano que demonstra que não existe mais dependência espacial a partir da distância de 13.270 m. Ou seja, considerando que foi realizada a estimativa pelo modelo utilizando

somente 1.000 m da borda do rio principal, o estimador geoestatístico é adequado para prever a produção volumétrica para este estudo, pois não ultrapassou a dependência espacial máxima de 13.270 m.

Tabela 1 - Grau de dependência espacial (GDE%) para os modelos espaciais ajustados e respectivos coeficientes estimados para as variáveis estudadas no município de Mazagão, Maracá, Amapá, Brasil.

Variável	Equação	Co	C	A	GDE (%)	AIC
Volume (m ³ ha ⁻¹)	Exponencial	100	170,8	14710	63,0	148,3
	Gaussiano	144,9	350,9	13270	70,7	147,4
	Esférico	121	202,0	17652	62,5	147,4

Em que: Co - efeito pepita; C - contribuição; A - alcance (m).

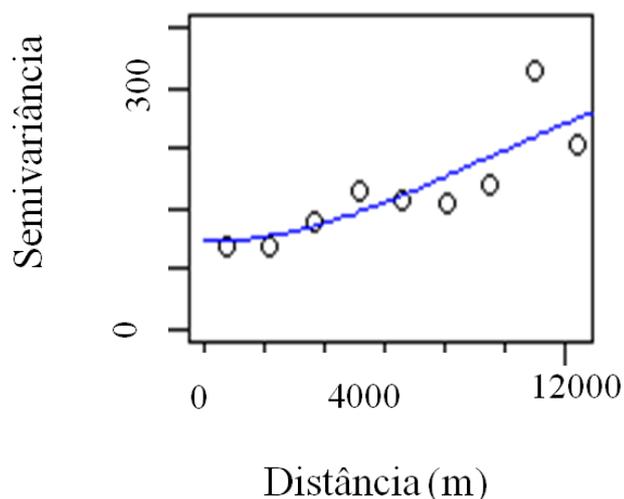


Figura 2 - Semivariograma experimental ajustado ao modelo gaussiano para volume (m³ ha⁻¹).

O resultado deste estudo é semelhante ao encontrado por Oliveira et al. (2018) utilizando a ferramenta geoestatística para estimar o volume total, a partir da variável diâmetro a 1,30m do solo (DAP) e volume (V) em plantios heterogêneos e não manejados de eucalipto, em que o modelo gaussiano foi o mais adequado para as variáveis DAP médio e volume. E também para Roveda et al. (2018) avaliando as relações espaciais entre os atributos químicos e granulométricos do solo sobre o número de árvores e a área basal em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, que encontraram grau de dependência espacial de moderado a forte e os modelos esférico e gaussiano como os que proporcionaram melhores ajustes.

O modelo gaussiano tem comportamento parabólico na vizinhança e reflete uma grande continuidade da variável ajustada (ANDRIOTTI, 2003), já o modelo esférico é predominante em trabalhos de ciência do solo, corroborando com a descrição de superioridade nos ajustes de atributos do solo e de plantas (ALMEIDA; QUIMARÃES, 2016; AQUINO et al., 2014; NEVES NETO et al., 2013; SIQUEIRA et al., 2008).

Em florestas nativas um estudo realizado por Santos et al. (2014) com a aplicação de modelos da geoestatística para estimar o volume de resíduos lenhosos de madeira em uma área de floresta manejada no município de Paragominas, estado do Pará, encontraram grau de dependência espacial em torno de 48% (moderada), e entre os modelos de ajustamento o esférico apresentou o melhor resultado. Além disso, os resultados obtidos confirmam que a aplicação do método geoestatístico mostrou-se adequada, uma vez que gerou uma estimativa satisfatória da área em estudo.

Resultados diferentes foram encontrados por Debastiane et al. (2018) trabalhando com a ferramenta geostática na estimativa do volume comercial para o povoamento de *Pinus* sp; Silva et al. (2011) empregando a geoestatística na determinação do tamanho “ótimo” de amostras aleatórias com vistas à obtenção de estimativas dos volumes dos fustes de espécies florestais em Paragominas, estado do Pará; e Mello et al. (2005) em que testaram modelos espaciais para estimativa volumétrica de *Eucalyptus grandis*. Os autores obtiveram o modelo circular como o que proporcionou o melhor desempenho na estimativa, seguido do exponencial respectivamente.

Após os ajustes dos modelos geoestatísticos, é utilizado a estimativa de valores para locais não amostrados por meio da interpolação (SCOLFORO et al. 2015). Sendo assim, com auxílio do mapa da distribuição espacial por meio da krigagem ordinária para pontos não amostrados (Figura 3) foi observado que a área apresenta relativa heterogeneidade espacial para produção volumétrica típica de florestas nativas. No entanto, foi possível identificar diferentes zonas de produção volumétrica ($m^3 ha^{-1}$) em que as classes mais escuras são as áreas de menor produção volumétrica e as mais claras são de maiores produções volumétricas.

Com isso, é possível observar pelo mapa que a classe com valores elevados de volume (áreas com classes mais claras) se encontra na zona norte do buffer em torno do rio Maracá e tanto a área mais próxima da foz do rio do Amazonas quanto mais distante apresentaram menores valores de volume por hectare (áreas com classes mais escuras) que pode esta associado a distribuição irregular e aleatória dos indivíduos na área de manejo e bem como a capacidade produtiva do local.

Pois segundo Amaral (2014) o volume de uma floresta nativa varia em função da capacidade produtiva do local, da distribuição irregular das espécies, da dinâmica e da regeneração natural. Por isso é impossível esperar que uma divisão da área em partes iguais corresponda à divisão do volume também em partes iguais e essa heterogeneidade do ponto de vista produtivo é sempre um problema em florestas inequiâneas. Desta forma, técnicas que visem testar a continuidade espacial e definir zonas de produção são essenciais para o planejamento do manejo

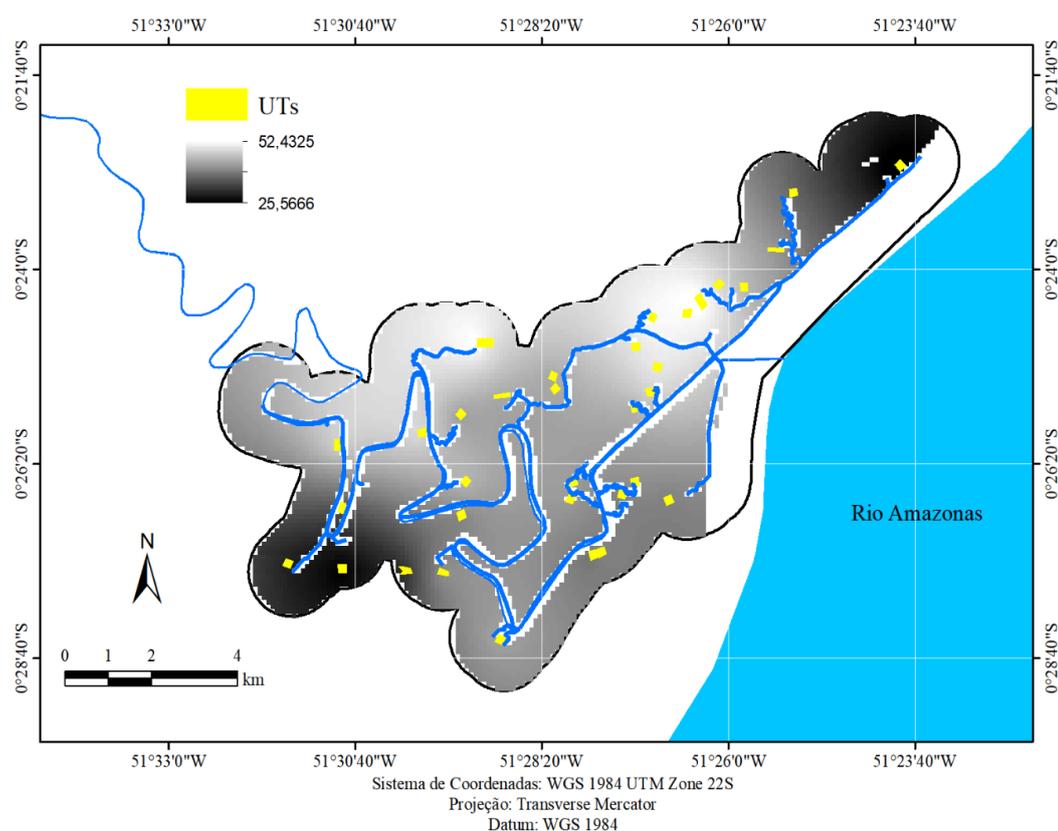


Figura 3 - Mapa de krigagem ordinária para o volume ha^{-1} com a localização geográfica das UTs em uma floresta de várzea no Amapá, Brasil.

Assim, identificado espacialmente zonas produtivas de volume de madeira é possível realizar o planejamento estratégico, tático e operacional do manejo de maneira otimizada e com princípio de impacto reduzido. Identificadas as áreas de maior ou menor produção, estrategicamente o manejador florestal definirá quais áreas ou zonas à explorar ao longo do horizonte de planejamento, posteriormente, o manejador poderá realizar um planejamento tático mais eficiente, como por exemplo, a determinação de números de trabalhadores e número de equipes para áreas a serem manejadas e por fim operacionalmente é possível

definir as áreas que necessitam ou não de tratamentos silviculturais para melhorar o estoque volumétrico, bem como, ajudar na identificação dos fatores que limitam a produtividade da floresta, aplicar manejos diferenciados em termos de controle de invasores, pragas e doenças, refinamento, liberação e plantio de enriquecimento.

Logo, quanto mais informações sobre a floresta, melhor o planejamento da produção florestal comunitária, pois segundo Figueiredo, Braz e Oliveira (2007) a organização de zonas de subcompartimentos da floresta, delimitados em função do volume de madeira das árvores, utilizando análises espaciais com dados georreferenciados (geoestatística), possibilita a maximização da renda do talhão e a minimização dos danos a floresta.

4 CONCLUSÃO

O comportamento espacial do volume da floresta de várzea apresentou estrutura de continuidade espacial intermediária/moderada representada pelo modelo espacial gaussiano, sendo possível estimar com eficiência a produção volumétrica para pontos não amostrados. Dessa forma, é possível realizar o manejo de impacto reduzido de forma otimizada, auxiliando no planejamento operacional, tático e estratégico do manejo comunitário por meio da identificação das zonas de produção volumétrica que poderão ser exploradas ao longo do tempo e manter uma geração de renda constante para o produtor rural.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, L. P. **Geoestatística aplicada ao manejo florestal experimental em floresta ombrófila mista**. 2014. 91f. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) – Universidade Federal de Santa Maria, 2014. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgap/images/dissertacoes/2014/Lcio-de-Paula-Amaral.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2018.
- ALMEIDA, L. S.; GUIMARÃES, E. C. Geoestatística como ferramenta para o manejo sustentável da fertilidade do solo na cafeicultura. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém-PA, v. 59, n. 4, p. 370-377, 2016. <https://doi.org/10.4322./rca.2453>.
- AQUINO, P. S. R. et al. Análise espacial da produtividade de serapilheira em uma mata de galeria. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 26, n. 2, p. 489-500, 2016. <https://doi.org/10.5902/1980509822749>.
- AQUINO, P. S. R. et al. Geoestatística na avaliação dos atributos físicos em latossolo sob floresta nativa e pastagem na Região de Manicoré, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa-MG, v.38, n.2, p.397-406, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000200004>.
- BARROS, A. C.; UHL, C. Logging along the Amazon River and estuary: Patterns, problems and potential. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 77, p. 87-105, 1995. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03574-T](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03574-T).
- BATISTA, F. F. **Influência de modelos de dependência espacial na definição de mapas temáticos**. 2012. 59 f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Biometria) – Universidade Federal de Viçosa, 2012. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/4059>. Acesso em: 10 abr. 2018.
- BATISTA, A.P.B.; MELLO, J. M.; RAIMUNDO, M. R.; SCOLFORO, H. F.; REIS, A. A.; SCOLFORO, J. R. S. Species richness and diversity of a Shrub savanna using ordinary kriging. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 51, n.8, p. 958-966. 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000800008>.
- BRASIL. Instrução normativa nº 30, de 31 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a necessidade de uniformizar a metodologia de liberação de volumes de madeiras para as empresas detentoras de Plano de Manejo Florestal Sustentável -PMFS, pelas Gerências Executivas do IBAMA. **Diário Oficial da União, [DOU], Brasília-DF, 01 de jan de 2003**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/pnf/_arquivos/in_ibama_30_02.pdf. Acesso em: 13 de jul. 2018.
- BIONDI, F.; MYERS, D.E.; AVERY, C.C. Geostatistically modeling stem size and increment in an old-growth forest. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 24, n.7, p. 1354-1368, 1994. <https://doi.org/10.1139/x94-176>.
- BOGNOLA, I. A. **Unidades de manejo para *Pinus taeda* L. no plantio norte catarinense, com base em característica do meio físico**. 2007. 180 f. Tese (Doutorado em Ciências

Florestais) – Universidade Federal do Paraná, 2007. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/13674>. Acesso em: 10 mar. 2018.

BRANDELERO, C.; ANTUNES, M. U. F.; GIOTTO, E. Silvicultura de precisão: nova tecnologia para desenvolvimento florestal. **Ambiência**, Guarapuava-PR, v. 3, n. 2, p. 269-281, 2007. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/320/448>. Acesso em: 10 mar 2018.

CAMBARDELLA, C. A. et al. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 5, p. 1501- 1511, 1994. <https://doi.org/10.2136/sssaj1994.03615995005800050033x>.

CARIM, M. J. V. et al. Composition, diversity, and structure of tidal “Várzea” and “Igapó” floodplain forests in eastern Amazonia, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo-SP, v. 40, n. 1, p. 115–124, 2017. <https://doi.org/10.1007/s40415-016-0315-6>.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Perspectivas e desafios na promoção do uso das florestas nativas no Brasil** – Brasília: CNI, 2018.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE – ESRI. **ArcGis professional GIS for the desktop**. New York: Environmental Systems Research Institute, 2015.

FIGUEIREDO, E. O.; BRAZ, E. M.; OLIVEIRA, M. V. N. d'. **Manejo de precisão em florestas tropicais: Modelo digital de exploração florestal**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2007.

FORTINI, L. B.; CARTER, D. R. The economic viability of smallholder timber production under expanding açaí palm production in the Amazon Estuary. **Journal of Forest Economics**, Uppsala, v. 20, n. 3, p. 223-235, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2014.06.001>.

GREENE, W. H. **Econometrics analysis**. New York: Macmillan Publishing Company, 1993.

INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ – IEPA. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE**. Macapá: IEPA, 2008.

JOURNEL, A. G.; HUIJBREGTS, C. J. Mining geostatistics. Caldwell: Blackburn Press, 2003.

LIMA, R. B. et al. Volumetria e classificação da capacidade produtiva para *Mora paraensis* (Ducke) no estuário Amapaense. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 42, n. 101, p. 141-154, 2014. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/leitura.asp?Article=13&Number=101>. Acesso em: 27 abr. 2018.

MIRANDA, Z. P. et al. Natural regeneration dynamics of *Mora paraensis* (Ducke) Ducke in estuarine floodplain forests of the Amazon River. **Forests**, Pequim, v. 9, n. 2, p. 2-14, 2018. <https://doi.org/10.3390/f9020054>.

MELLO, J. M. et al. Ajuste e seleção de modelos espaciais de semivariograma visando à estimativa volumétrica de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 69, n. 4,

p. 25-37, 2005. Disponível em: www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr69/cap02.pdf. Acesso em: 10 mar. 2018.

NEVES NETO, D. N. et al. Análise espacial de atributos do solo e cobertura vegetal em diferentes condições de pastagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.9, p.995–1004, 2013, <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000900013>.

OLIVEIRA, I. M. S. et al. Remote Sensing and Geostatistics Applied to Post-stratification of Eucalyptus Stands. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 25, n. 3, p. 3-11. 2018. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.058616>.

PEREIRA, D. S. **Potencial econômico de concessões para o fortalecimento do setor florestal no Estado do Amapá**. Brasília: SBF, 2015. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/premio-sfb/iii-premio/monografias-iii-premio/profissional-3/641-profissionais-32-monografia-1/file>. Acesso em: 20 mar. 2018.

QUEIROZ, J. A. L. et al. Estrutura e dinâmica de floresta de várzea no estuário Amazônico no estado do Amapá. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 37, n. 3, p.339-352, 2007. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/9930/6825>. Acesso em: 10 mar 2018.

RIBEIRO JÚNIOR, P. J.; DIGGLE, P. J. geoR: a package for geostatistical analysis. **R-NEWS**, Pelotas-RS, v. 1, n. 2, p. 15-18, 2001. Disponível em: <http://leg.ufpr.br/geoR/geoRdoc/geoRintro.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2018.

ROVEDA, M. et al. Modelagem geoestatística da estrutura espacial arbórea e dos atributos do solo em floresta ombrófila mista. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 48, n. 1, p. 67-76, 2018. <https://doi.org/10.5380/ufpr.v48i1.50271>.

SANTOS, P. C. et al. O emprego da geoestatística na determinação do tamanho “ótimo” de amostras aleatórias com vistas à obtenção de estimativas dos volumes dos fustes de espécies florestais em Paragominas, estado do Pará. **Acta Amazonica**, Manaus-AM, v. 41, n.2, p. 213-222. 2011. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000200005>.

SANTOS, P. C. dos; SANTANA, A. C. de.; QUEIROZ, J. C. B.; BARROS, P. L. C. de; SANTANA, Á. L. de. Estimção volumétrica de resíduos lenhosos de madeira em uma floresta tropical através da krigagem ordinária, paragominas, estado do Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 24, n. 4, p. 959-968, 2014. <https://doi.org/10.1590/1980-509820142404015>.

SCOLFORO, H. F. et al. Spatial distribution of aboveground carbon stock of the arboreal vegetation in brazilian biomes of Savanna, Atlantic Forest and Semiarid woodland. **Plos One**, San Francisco, v. 10, n. 6, p. 1-20, 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128781>.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. **Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012**. Brasília: SFB, 2013.

SIQUEIRA, G. M.; VIEIRA, S. R.; CEDDIA, M. B. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo determinados por métodos diversos. **Bragantia**, São Paulo-SP, v. 67, n.1, p. 203-211, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000100025>.

CAPITULO IV

**LOCAÇÃO DE MICROSSERRARIAS EM ÁREA DE VÁRZEA NA AMAZÔNIA,
BRASIL**

SILVA, DIEGO ARMANDO SILVA DA. **Locação de micro serrarias em área de várzea na Amazônia, Brasil**. 2018. Orientador: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira. Coorientadores: José Antônio Aleixo da Silva e Marcelino Carneiro Guedes.

RESUMO

Nas florestas de várzea estuarinas da Amazônia a produção madeireira é uma importante fonte de renda para as comunidades locais. Produção esta que normalmente é processada em micro serrarias familiares, que por sua vez são instaladas sem critérios de planejamento. Assim, o objetivo deste trabalho é propor um modelo matemático para identificar a localização ótima de micro serrarias para atender a produção madeireira em área sob manejo florestal comunitário em floresta de várzea. O estudo foi realizado no assentamento extrativista do baixo rio Maracá localizado no município de Mazagão, Amapá, Amazônia, Brasil, utilizando como base de dados o inventário florestal censitário de 36 unidades de trabalho (UT) que servirá como base para o plano de manejo comunitário. Na área de estudo foi realizado o georreferenciamento das micro serrarias e das redes de drenagem. Posteriormente, obteve-se a distância de todas as UTs até cada uma das micro serrarias por meio de ferramentas de sistema de informações geográfica (SIG) e os custos das atividades de transporte da madeira da floresta à micro serraria existentes na área, por seguinte utilizou-se um modelo matemático clássico de *p*-medianas no intuito de minimizar os custos de transporte das UTs até a micro serraria e identificar a sua locação, testando 3 cenários. Os modelos matemáticos por meio da abordagem do modelo de *p*-mediana capacitado e não capacitado foram eficazes na determinação da locação das micro serrarias em áreas de florestas de várzeas, obtendo uma solução ótima para todos os cenários. Deste modo, nota-se a viabilidade de aplicação do modelo matemático ao identificar as locações ótimas das micro serrarias para atender a produção madeireira, auxiliando na gestão e planejamento do manejo florestal comunitário, no entanto ainda são necessários políticas e incentivo ao manejo comunitário em escala familiar no estuário do rio Amazonas, visto que as comunidades do estuário ainda encontram dificuldades para legalização do funcionamento de suas micro serrarias e execução dos planos de manejo.

Palavras-chave: Otimização florestal, MFC, gestão da produção.

SILVA, DIEGO ARMANDO SILVA DA. **Location of small sawmills in lowland area in Amazonia, Brazil**. 2018. Orientador: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira. Coorientadores: José Antônio Aleixo da Silva e Marcelino Carneiro Guedes.

ABSTRACT

Timber production in the estuarine lowland forests of the Amazon is an important source of income for local communities. This production is normally processed in small family sawmills, which in turn are installed without planning criteria. Thus, the objective of this work is to propose a mathematical model to identify the optimal location of small sawmills to meet the timber production in an area under community forest management in lowland forest. The study was carried out in the extractive settlement of the low Maracá river located in the municipality of Mazagão, Amapá, Amazonia, Brazil, using the census forest inventory of 36 work units (WUs) as a database which will subsidize the community management plan. Georeferencing of small sawmills and drainage networks was carried out in the study area. It was possible to subsequently obtain the distance from all WUs to each one of the small sawmills by using geographic information system (GIS) tools, while the costs of transporting the wood from the forest to the small sawmill were calculated using a classical mathematical model of p-medians in order to minimize the transport costs of the WUs to the small sawmill and to identify the optimal location of the small sawmills by testing 3 scenarios. Mathematical models using the trained and unskilled p-median approach were effective in determining the optimal location of the small sawmill in floodplain areas, obtaining an optimal solution for all scenarios. Thus, the feasibility of applying the mathematical model to identify the optimal locations of the small sawmill to attend timber production, thereby assisting in the management and planning of community forest management. However policies and incentives for community-level forestry management are still needed for the estuary of the Amazon River, since the communities of the estuary still find difficulties in legalizing the operations/functioning of their microforestry to execute the management plans.

Keywords: Forest optimization, CFM, production management.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com maior extensão de florestas tropicais do planeta, as quais representam um importante papel no desenvolvimento de atividades econômicas baseadas na utilização sustentável de recursos florestais. Entre elas se destaca a floresta amazônica, composta por diversos tipos de ecossistemas, reconhecida mundialmente como uma das mais ricas em termos de biodiversidade e com grande potencial madeireiro e não madeireiro (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI, 2018).

Para o uso sustentável dos recursos dessas florestas é necessário compatibilizar a conservação ambiental com desenvolvimento local (PIKETTY et al., 2015; SIST et al., 2014). Na busca dessa compatibilidade, um dos principais mecanismos utilizados nas discussões é o manejo florestal comunitário (MFC), partindo do pressuposto da conservação e manutenção das florestas pelo uso, associado ao desenvolvimento social, econômico e ambiental. A premissa é de que o MFC possa fortalecer a gestão territorial, governança florestal e gerar renda por meio do uso planejado de diferentes tipos de recursos florestais visando seu uso múltiplo (DRIGO et al., 2013; ESPADA et al., 2018; GUARIGUATA et al., 2012; PIKETTY et al., 2015; SILVA et al., 2017).

Dentre os ecossistemas presentes nas florestas amazônicas utilizados por comunidades locais, destacam-se as florestas de várzeas, ricas em espécies madeireiras e não madeireiras e produtos da sociobiodiversidade que contribuem com a produção comercial do setor madeireiro na região, possuindo uma dinâmica peculiar, pois sofrem a influência das marés e seus moradores desenvolvem as atividades de seu dia a dia conforme essa dinâmica (CARIM et al., 2017; DRIGO et al., 2013; MIRANDA et al., 2018).

Nas florestas de várzeas, a produção madeireira ainda é uma importante fonte de renda para comunidades locais (PIKETTY et al., 2015) e processada normalmente em microserrarias de pequeno porte, baixo padrão tecnológico e com uso de mão de obra familiar, com baixo rendimento de desdobro e baixas receitas com a venda das peças.

Entretanto, conforme mencionam Fortini e Carter (2014), apesar das limitações essas comunidades são consideradas como microempreendedores familiares e veem na produção madeireira uma fonte de renda e emprego, gerando uma considerável contribuição socioeconômica para elas.

Sendo assim, umas das preocupações constantes dessas comunidades é identificar uma boa localização de sua empresa (microserraria familiar), de tal maneira que atenda a

critérios técnicos que permitam melhor escoar a produção e otimizar os processos produtivos. Logo, são necessários estudos científicos, que visem o desenvolvimento de técnicas de manejo adaptada as condições locais, pois para elas é aplicada a engenharia para o manejo florestal modelada conforme métodos consagrados para florestas de terra firme.

A melhor localização de uma micro serraria familiar resultará em uma maior possibilidade de escoar a produção de maneira otimizada e, conseqüentemente, atender as exigências de mercado, cada vez mais competitivo e complexo, resultando em ganhos ambientais e econômicos, sendo essa localização aquela que gera maiores benefícios, como a redução dos custos envolvidos na operação e negócio e a maximização do nível de serviços oferecidos a seus clientes (MACPHERSON et al., 2009).

Os gestores desses empreendimentos madeireiros necessitam de ferramentas e métodos que auxiliem na tomada de decisões, sendo que uma das formas de auxiliar na tomada e o planejamento florestal é a programação matemática, composta por inúmeras técnicas e modelos intrinsecamente relacionados com a otimização de sistemas produtivos e soluções de problemas (COSTA; NASSI, RIBEIRO, 2013; ORTIZ-ASTORQUIZA; CONTRERAS; LAPORTE, 2015; SILVA et al., 2018a).

Um dos modelos utilizado para os problemas de localização-alocação é o modelo de p -medianas (PHILIPPART et al., 2012; SILVA et al., 2018a; SILVA et al., 2018b). Os modelos de p -medianas são da classe de problemas de localização-alocação que definem basicamente dentre p instalações (serrarias, pequenas serrarias, pátios de estocagem, fornos de carbonização, etc), que visam atender a determinados n pontos de demanda (residências, bairros, clientes e regiões), as quais devem ser selecionadas para serem abertas, definindo o local de abertura da instalação e quais pontos de demanda serão atendidos por cada instalação selecionada (MARTINHAGO, 2012; SILVA et al., 2018c).

O objetivo deste trabalho é propor um modelo matemático para identificar a localização ótima de micro serrarias para atender a produção madeireira em área sob manejo florestal comunitário em floresta de várzea.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no município de Mazagão – Amapá, em uma área de aproximadamente de 140 hectares, dividida em 36 unidades de trabalho (UTs) com aproximadamente 4 ha cada, distribuídos de forma descontínua ao longo do Assentamento Extrativista do baixo Rio Maracá (Figura 1). A vegetação predominante nessa região é do tipo floresta ombrófila densa aluvial, isto é, floresta de várzea de alto porte com grande frequência de palmeiras e com influência diária de marés dos rios circundantes. O clima na região é da categoria Amw, segundo a classificação de Köppen, tropical chuvoso. O período chuvoso vai de janeiro a julho com precipitação média anual de 2.300 mm, temperatura máxima é de 38°C e a mínima de 22°C. A área apresenta uma topografia plana com solos tipo glei húmico típico de ambientes de várzea (INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ – IEPA, 2008).

Inicialmente as unidades de trabalhos compõem uma única unidade de produção anual (UPA), em que por meio inventário florestal foram levantados 2.641 indivíduos, totalizando um volume estimado de 5.915,07 m³, correspondente a 19 espécies e com maior densidade da *Mora paraensis* Ducke (Pracuúba) que representa 85,98% dos indivíduos.

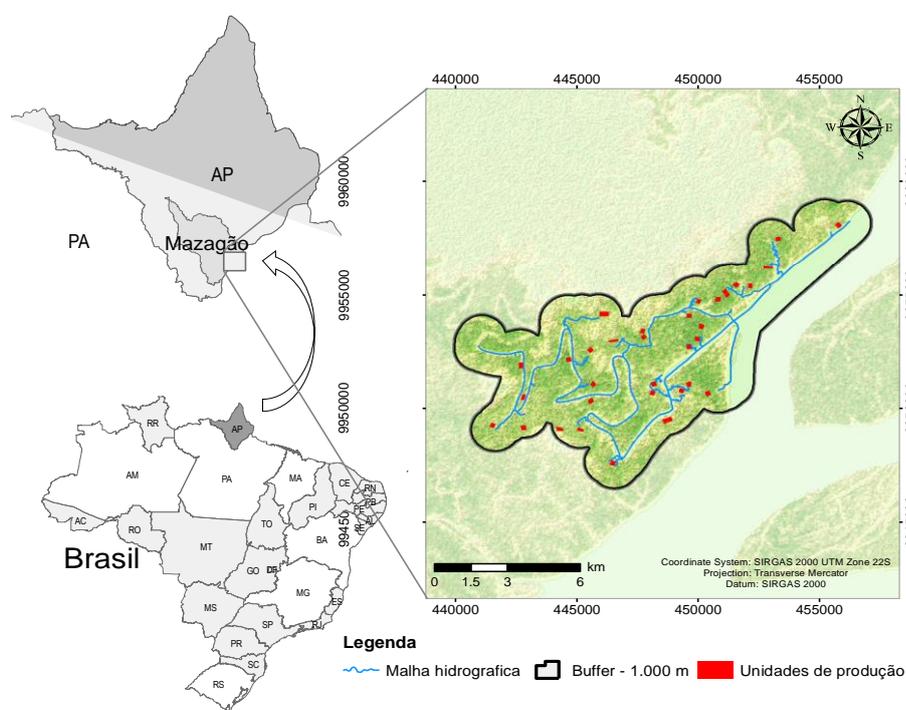


Figura 1 - Localização da área e disposição das UT's do assentamento agroextrativista do rio baixo Maracá, Mazagão, Amapá, Brasil.

2.2 COLETADOS DE DADOS

2.2.1 Obtenção de dados

Para subsidiar o plano de manejo da área, foi realizado o inventário florestal nas UTs, coletando informações das espécies arbóreas com DAP ≥ 40 cm, tais como nome popular, qualidade de fuste e altura comercial (h), as quais foram mapeadas por meio das coordenadas X, Y. As Uts foram georreferenciadas por meio do GPS Garmin 76 CSX.

Para a identificação botânica das espécies foram realizadas coletas de materiais férteis para confecção de exsicatas e identificação no Herbário na Universidade Federal do Amapá/HUFAP, com posterior envio de duplicata ao Herbário do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá (HAMAB). A separação em famílias seguiu o sistema APG III.

2.2.2 Descrição do manejo madeireiro em floresta de várzea

O manejo florestal praticado por comunidades nessas regiões é reconhecido como tradicional, em que inicialmente são realizadas as atividades de escolha da árvore, limpeza da base, derruba, traçamento e desdobramento. Posteriormente, é realizado o transporte primário, sendo as toras arrastadas sobre fustes de árvores posicionados no solo nas trilhas de arraste até as margens dos canais de drenagem. Em seguida, é iniciado o transporte secundário (executado normalmente em período das marés lançantes) composto pelas atividades de construção das boieiras e transporte no igarapé, já que nessa fase as espécies que não flutuam são atreladas a boias (jangada), e são transportadas pelos igarapés até as microserrarias familiares (BARROS; UHL, 1995; FORTINI; CARTER, 2014).

O manejo florestal madeireiro em florestas de várzea na comunidade agroextrativista do Maracá é uma atividade secundária, perdendo espaço para o manejo de açaí e pesca, mas essencial como gerador de renda e para manutenção da qualidade de vida das populações locais.

Nessa atividade se podem identificar dois regimes: o processamento da madeira na floresta com motosserra e a exploração com transporte das toras para microserraria. Nas Figuras 2 e 3 são ilustrados os dois regimes, bem como as etapas que o compõem.

As atividades de processamento da madeira na floresta são: limpeza do igarapé, escolha da árvore, limpeza da base, derrubada, limpeza da árvore, traçamento, desfiamento

(desdobramento), transporte no igarapé e transporte até a serraria ou comercializada diretamente.

Já o transporte de toras até a microserraria é composto pelas seguintes atividades: limpeza do igarapé, escolha das árvores, limpeza da base, derruba, limpeza da árvore, traçamento, construção dos caminhos até o igarapé, construção das estivas, arraste, construção das boeiras, transporte no igarapé e transporte até a serraria.

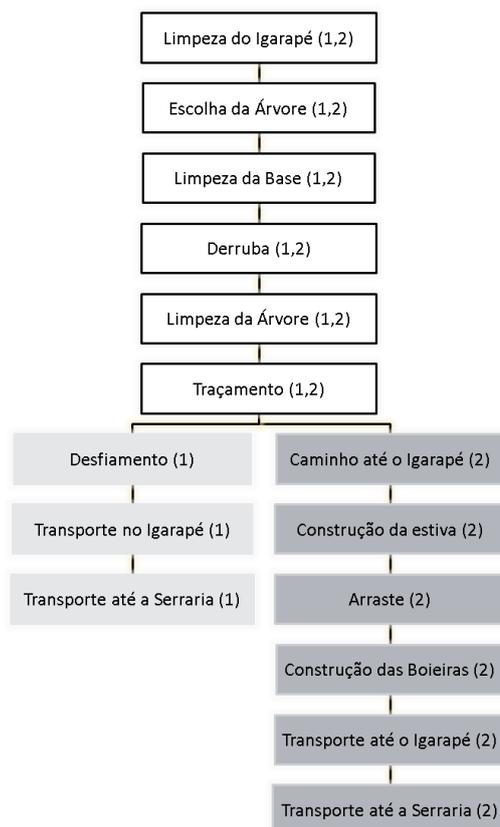


Figura 2 - Fluxograma descrevendo as atividades realizadas no manejo florestal em floresta de várzea na comunidade agroextrativista do Maracá, em que (1) o processamento da madeira na floresta com motosserra e (2) exploração com transporte das toras para microserraria.



Fonte: Moraes (2012) e Autor (2018).

Figura 3 - Atividades realizadas no manejo florestal em floresta de várzea na comunidade agroextrativista do maracá, em que (a) representa as atividades de escolha da árvore, limpeza da base, derruba, traçamento, desfiamento (desdobramento); (b) representa o transporte primário com a construção dos caminhos até o igarapé; (c) construção das estivas e arraste; (d) transporte secundário é composto pela as atividades de construção das boeiras; (e) transporte no igarapé e (f) transporte até a serraria para o processamento e comercialização.

2.2.3 Mapeamento das microsserrarias e da rede de drenagem

Para este estudo foi considerado o segundo regime (transporte de toras até a microsserraria), sendo que a locação dessas microempresas é um fator que exige solução ótima e que atenda a critérios técnicos de produção que permitam melhor escoar a produção e otimizar os processos produtivos.

Para tanto, foi realizado o georreferenciamento das microsserrarias e da rede de drenagem, sendo essas últimas as principais vias de acesso para escoamento da madeira (igarapés e rio principal), utilizando o GPS Garmin 76 CSX. Posteriormente, obteve-se a distância euclidiana de todas as UTs até cada uma das microsserrarias. Para auxiliar nesta análise, utilizou-se o *software* ArcGis 10.2[®] (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE – ESRI, 2015).

2.2.4 Custos das atividades de transporte da madeira da floresta à microsserraria

Com base em entrevistas semiestruturadas com o uso de formulários (Apêndice 1) e revisão de literatura, foram levantadas as informações sobre os custos das atividades de transporte da madeira em tora da floresta até a microsserraria composta pelas atividades de construção das boeiras e transporte do igarapé à microsserraria, realizado acompanhando o fluxo de maré, por 4 trabalhadores, utilizando um motor rabeta (7hp Bote 4t Toyama) e canoa para escoar a produção. Considerando-se que a distância máxima que o produtor explora a madeira é de 3 km, que em média derruba 100 toras durante 5 meses e que transporta essas toras por meio do canal de drenagem em 3 viagens, totalizando no máximo 18 km percorridos por dia.

A depreciação dos equipamentos utilizados nas operações foi obtida pelo método da depreciação linear, conforme Equação 1.

$$Dp = \frac{Vi - Vf}{N \times Hea} \quad \text{Eq. 1}$$

Em que: Dp = depreciação linear da máquina (R\$ dia⁻¹); Vi = valor de aquisição da máquina (R\$); Vf = valor residual da máquina (R\$); N = vida útil estimada (anos); e, Hea = horas efetivas de uso anual (horas ano⁻¹).

2.2

ANÁLISE DE DADOS

2.2.1 Modelo de otimização para a alocação de microsserrarias

O objetivo do modelo de otimização é minimizar o somatório dos coeficientes das variáveis que podem ser representados por distância e custos. No presente estudo foram calculadas as distâncias em uma matriz de origem-destino, considerando a malha hidrográfica (UT-Serraria) e, posteriormente, multiplicadas pelos custos obtidos por metro de transporte. Definiu-se um ponto para cada UT e sua localização foi de acordo com o local mais próximo do rio principal.

O modelo de otimização propriamente dito foi o clássico de *p-medianas* amplamente estudado em diversas aplicações com inúmeras variações (MARTINHAGO, 2012; PHILIPPART et al., 2012; SILVA et al., 2018a; SILVA et al., 2018b; SILVA et al. 2018c).

Assim, na sequência, o modelo proposto neste trabalho é apresentado em detalhes esclarecendo-se todas as suas variáveis e restrições.

$$FO = \text{Minimizar: } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^P d_{ij} x_{ij}$$

(2)

Sujeita a:

$$\sum_{j=1}^P x_{ij} = 1 \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^P Y_j = p \quad (4)$$

$$x_{ij} - Y_j \leq 0 \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n q_i x_{ij} \leq Q_j \quad (6)$$

Em que: i é UTs; j é microserrarias; P é o número total de microserrarias passíveis de serem alocadas; d_{ij} é o custo (R\$) de ligação da UT i para microserraria j ; p é a quantidade de microserrarias a serem efetivamente alocadas ($p \in P$); x_{ij} é a variável binária (0 ou 1) que assume o valor 1 caso a UT i seja destinada a microserraria j , e 0 em caso contrário; Y_j é uma variável binária (0, 1), assumindo o valor 1 para um microserraria selecionado e zero em caso contrário; q_i é o volume da UT i e Q_j é o volume máximo de processamento por ano de cada microserraria j .

Com a função objetivo (FO) (Equação 2) se procura minimiza os custos das distâncias de ligação entre cada UT e microserraria para o qual ela será destinada. Na primeira restrição (Equação 3) se busca garantir que cada UT não pode ser destinada para mais de uma microserraria. Já na segunda restrição (Equação 4) se garante que de todas as microserrarias possíveis (P) de serem selecionadas, apenas um determinado número delas será selecionada (p).

Na prática, esta restrição garante que um número reduzido e pré-definido de microserraria (p) seja alocado, isto é, a seleção de p dentro de P . Na terceira restrição (Equação 5), associada com a segunda restrição (Equação 4), busca-se decidir quais serão os p microserrarias selecionados dentro de P . E finalmente, o atendimento da quarta restrição (Equação 6) garante que a capacidade máxima de armazenamento da microserraria (volume máximo disponível no inventário) para processamento na microserraria (j) (Q_j) não seja ultrapassado.

Para se calcular p , devem ser observadas as características de cada cenário, ou seja, em função do volume total da área e a capacidade de processamento da microserraria. Assim

foram propostos cenários de solução com modelo de *p-mediana* capacitado e não capacitado, a saber:

Cenário 1: é considerado o cenário atual em que todas as 36 UT's devem ser exploradas pelas três microsserrarias encontradas no estudo. O modelo contém as restrições de capacidade máxima e não capacidade e foi utilizado um relaxamento de 5% da produção em volume disponível no inventário;

Cenário 2: consiste em determinar a locação ótima de 3 microsserrarias para atender as 36 UTs ao longo da malha hidrográfica. Para tanto, foi elaborada uma malha regular de possíveis microsserrarias, com distância de 1 km entre elas, totalizando 76 possíveis microsserrarias. Foram testadas as restrições de capacidade máxima e não capacidade e utilizado um relaxamento de 5% da produção em volume disponível no inventário;

Cenário 3: Para este cenário foram utilizadas as estimativas de produção em volume para uma área efetiva de influência de 1 km da margem do rio Maracá. Para tanto foi utilizada a abordagem geostatística para delimitação de zonas de produção e a distribuição espacial por meio da krigagem ordinária (Figura 4), ajustado pelo modelo gaussiano, com a modelagem variográfica demonstrando dependência espacial intermediária.

No cenário 3 se determinou a locação ótima de 3 microsserrarias comunitárias para atender as 586 Uts possíveis de aproximadamente 16 hectares cada, que foram estimadas por malha regular em ambiente SIG. Para tanto, também foi elaborada uma malha regular de possíveis microsserrarias, equidistantes 1 km, totalizando 76 microsserrarias. Foram testadas as restrições de capacidade máxima e não capacidade considerando um relaxamento de 5% da produção em volume disponível no inventário.

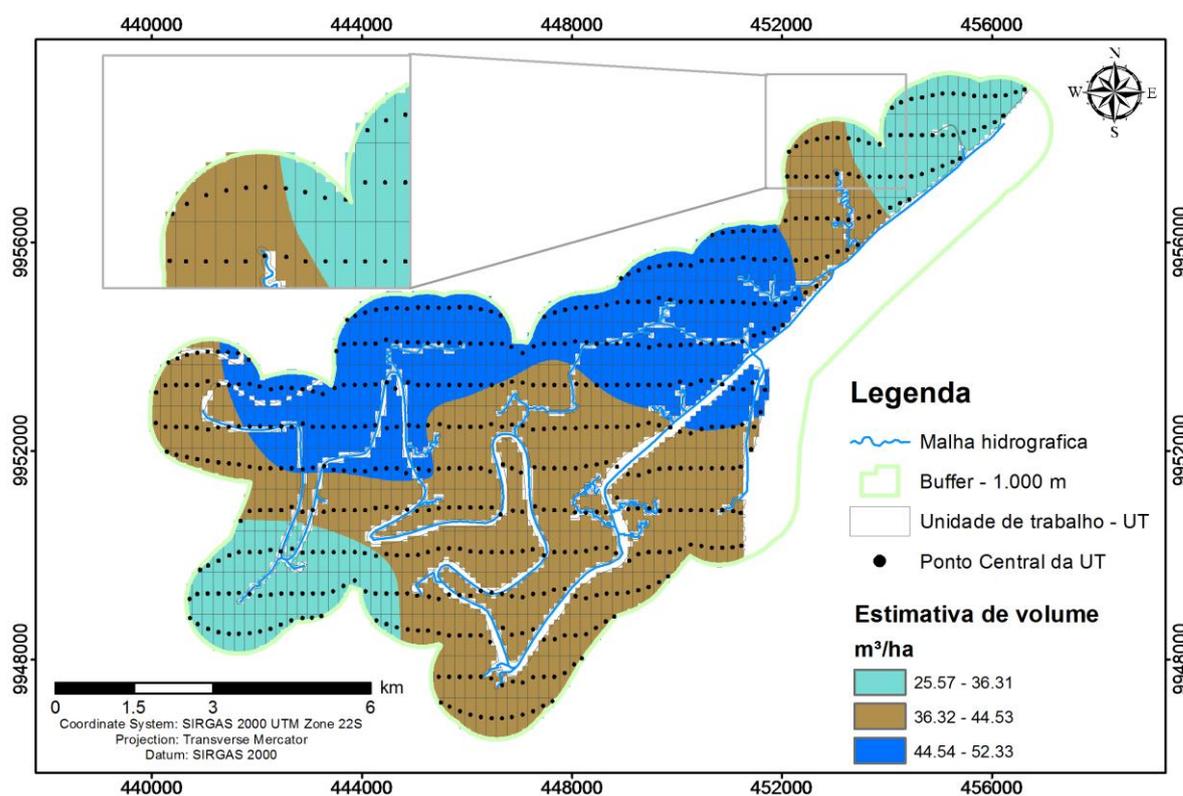


Figura 4 - Estimativas de produção em volume por meio da abordagem geoestatística do modelo gaussiano.

No cenário 3, por não haver informações de distâncias e custos associadas as UTs propostas, os custos de ligação foram baseados em função do relevo e da distância. Foi gerado um modelo de declividade (*slope*), servindo como raster de custo e posteriormente utilizadas as ferramentas do software Arcgis Cost Distance e Cost Path para calcular a matriz origem-destino de cada UT para cada serraria. Assim, o valor de saída foi utilizado como coeficiente na função objetivo do modelo para ser minimizado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2 MICROSSERRARIAS LOCAIS

Foram encontradas três microsserrarias locais (Tabela 1), caracterizadas como empreendimentos familiares de pequeno porte, de baixo padrão tecnológico (normalmente motor Yamaha 11, duas serras circulares, destopadeira e plainadeira), baixo rendimento de desdobro e baixas receitas com a venda das peças. Além disso, a madeira é processada basicamente em nível primário, resultando em um produto de baixo valor agregado, reduzindo as possibilidades de maiores receitas, considerando o total de investimentos, como constatado

também nos estudos de Verissimo et al. (1999), Oliveira et al. (2003), Pereira et al. (2010) e Castilho (2013).

Tabela 1 - Informações das micro serrarias encontradas no assentamento agroextrativista do rio baixo maracá, Mazagão, Amapá, Brasil.

	Microserrarias			
	1	2	3	\bar{y}
Capacidade de processamento ($\text{m}^3 \text{ano}^{-1}$)	440	495	550	495
Custo médio de instalação da microserrarias (R\$)	22.000	25.000	28.000	25.000
Custo médio de manutenção da microserrarias (R\$ ano^{-1})	7.500	6.800	7.300	7.200
Custo médio de transporte da madeira (R\$ km^{-1})	209,8	213,7	208,3	210,6

A capacidade de processamento médio dessas microserrarias foi de $495 \text{ m}^3 \text{ano}^{-1}$, processamento em média de $5 \text{ m}^3 \text{dia}^{-1}$, com operação aproximada de 5 meses por ano, resultado similar ao encontrado por Verissimo et al. (1999) com $464 \text{ m}^3 \text{ano}^{-1}$ e Castilho (2013) com $465 \text{ m}^3 \text{ano}^{-1}$, estudando 51 e 56 microserrarias nas várzeas estuarinas do Estado do Amapá e Pará. Os custos médios de instalação e manutenção foram em torno de R\$ 32.000,00, similar ao encontrado por Fortini e Carter (2014), estudando as microserrarias das várzeas no rio Mazagão Velho, Mazagão, Amapá. Em relação aos custos médios de transporte da madeira em tora da floresta até a microserraria foi obtido um custo médio de $210,65 \text{ R\$ km}^{-1}$.

3.2 CENÁRIOS PARA LOCAÇÃO DAS MICROSSERRARIAS

A formulação dos modelos de planejamento para determinar a localização ótima das microserrarias em áreas de florestas de várzeas para os cenários 1, 2 e 3 propostos, resultou em modelos com 108, 2.736 e 44.536 variáveis de decisão para os respectivos cenários.

Para os modelos de *p-mediana* capacitado, bem como para os não capacitados, uma solução ótima exata para todos os cenários foi obtida (Tabela 2) minimizando os custos de ligação das UTs até as microserrarias.

A localização adequada das microserrarias poderá garantir um equilíbrio de receita e despesas para os manejadores comunitários que vivem da atividade madeireira, pois os custos de transporte acabam sendo muito altos e não são cobertos pelo preço de venda da madeira. Além disso, essas microserrarias não têm capacidade para fazer o processamento de toda produção local, logo, segundo Macpherson et al. (2013) e Ortiz-Astorquiza, Contreras e

Laporte (2015), uma melhor locação pode gerar maiores benefícios à comunidade, como a redução dos custos envolvidos na operação e negócio e a maximização do nível de serviços oferecidos a seus clientes, possibilitando melhor escoamento da produção.

Tabela 2 - Valores da função objetivo (FO) que representam a minimização dos custos para o transporte da madeira das Unidades de Trabalho (UTs) até as microserrarias.

Cenários	F.O (R\$) / Distância	
	P-mediana capacitada	P-mediana Não Capacitada
Cenário 1	3.969,45	3.927,28
Cenário 2	1.627,40	1.586,39
Cenário 3*	37.298,00	39.386,00

* Foram utilizados os valores de minimização dos custos de ligação baseados em função do relevo e da distância, gerado de um modelo de declividade servindo como raster de custo e calculado a matriz origem-destino de cada UT para cada microserraria.

Apesar dos modelos de *p-mediana* capacitado e não capacitado apresentarem pouca variação na solução é necessário avaliar como essas diferentes abordagens influenciam na solução dos cenários propostos. Sendo assim, avaliando o cenário 1 (Tabela 3), em que todas as 36 Uts devem ser exploradas pelas três microserrarias encontradas no estudo, observou-se que o modelo de *p-mediana* capacitado melhor distribuiu e homogeneizou o volume (m³) e as UTs para 3 microserrarias encontradas.

Tabela 3 - Modelos de *p-mediana* capacitado e não capacitado proposto para cenário 1.

Cenário	Modelo	Microserrarias	V (m ³)	Nº de UTs	Anos de processamento
Cenário 1	<i>p-mediana</i> capacitado	S1	2.032,8	13	4,11
		S2	2.020,6	13	4,08
		S3	1.861,7	10	3,76
		Total	5.915,1	36	-
	<i>p-mediana</i> não capacitado	S1	2.260,1	14	4,57
		S2	3.026,8	18	6,11
		S3	628,12	4	1,27
Total		5915,1	36	-	

Já para o modelo não capacitado, a microserraria 3 (S3) atendeu somente 4 UTs e um baixo volume (628,12 m³) quando comparada as outras microserrarias no presente estudo. Em média, o processamento do atual volume disponível no inventário florestal (5.915,1 m³), poderá ser processado em aproximadamente 4 anos em cada empreendimento.

No entanto, observa-se na Figura 5 que o modelo de *p-mediana* não capacitado, por não possuir limitação de capacidade em volume, ou seja, sem limites restritivos de que cada instalação possa atender ao maior número possível de clientes. Além disso, minimizou os custos da distância da instalação (microserraria) em relação aos clientes (UTs), agrupando as UTs mais próximas das microserrarias independentes da distribuição de forma igualitária das UTs para cada empreendimento familiar, o que pode ter ocorrido pela proximidade das microserrarias (S2 e S3).

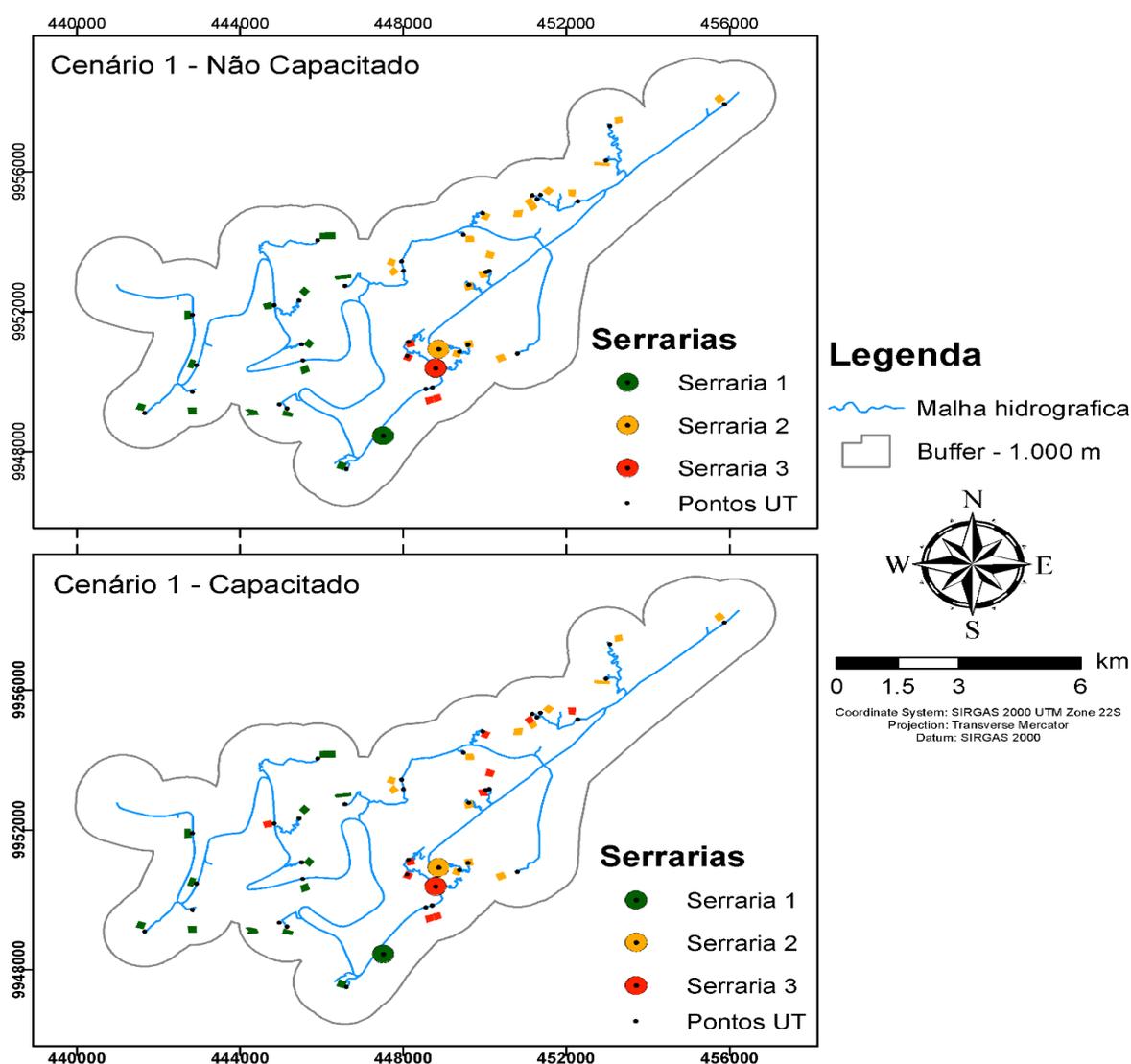


Figura 5 - Mapa de localização proposto pelos modelos de *p-mediana* capacitado e não capacitado para cenário 1.

Quando se observa o modelo de *p-mediana* capacitado, em que cada instalação passa a ter um valor y de capacidade, ou seja, a soma do volume de todas as UT's processadas por ela, não pode ultrapassar a capacidade do limite de volume de processamento (2.070,28 m³).

A necessidade de atender essa capacidade fez com que a distribuição das UTs para microsserrarias ocorresse de forma descontínua e, em que, nem sempre as UT's são as mais próximas visualmente à serraria de destino. Provavelmente, em função da modelagem combinatória que impossibilitou o agrupamento, pois quando há valores elevados de volume obter a combinação que atenda as restrições se torna mais difícil, podendo resultar em um agrupamento com algumas UT's distintas em função do seu volume, mas que atendem a FO em minimizar o custo de ligação e restrição de volume.

Com base nessa análise é possível observar que as 3 microsserrarias encontradas não estão em locais adequados para viabilizar a exploração madeireira e planejamento do manejo das UTs. Logo, é necessário determinar a locação ótima dessas 3 microsserrarias para atender as 36 UTs (Cenário 2, Tabela 4, Figura 6).

Em relação ao cenário 2, observou-se que tanto o modelo de *p-mediana* capacitado quanto o não capacitado distribuíram e homogeneizaram o volume (m³) e as UTs, possibilitando determinar a localização ótima das microsserrarias. Em média o processamento do atual volume disponível no inventário florestal (5.915,1 m³), também poderá ser processada em aproximadamente 4 anos em cada empreendimento.

Tabela 4 - Modelos de *p-mediana* capacitado e não capacitado proposto para o cenário 2.

Cenário	Modelo	Microsserrarias	V (m ³)	Nº de UTs	Anos de processamento
Cenário 2	<i>p-mediana</i> capacitado	S15	1.989,5	12	4,02
		S34	1.956,3	12	3,95
		S56	1.969,2	12	3,98
		Total	5.915,1	36	
	<i>p-mediana</i> não capacitado	S18	1.407,7	12	2,84
		S34	1.645,7	12	3,32
		S67	2.861,8	12	5,78
		Total	5915,1	36	

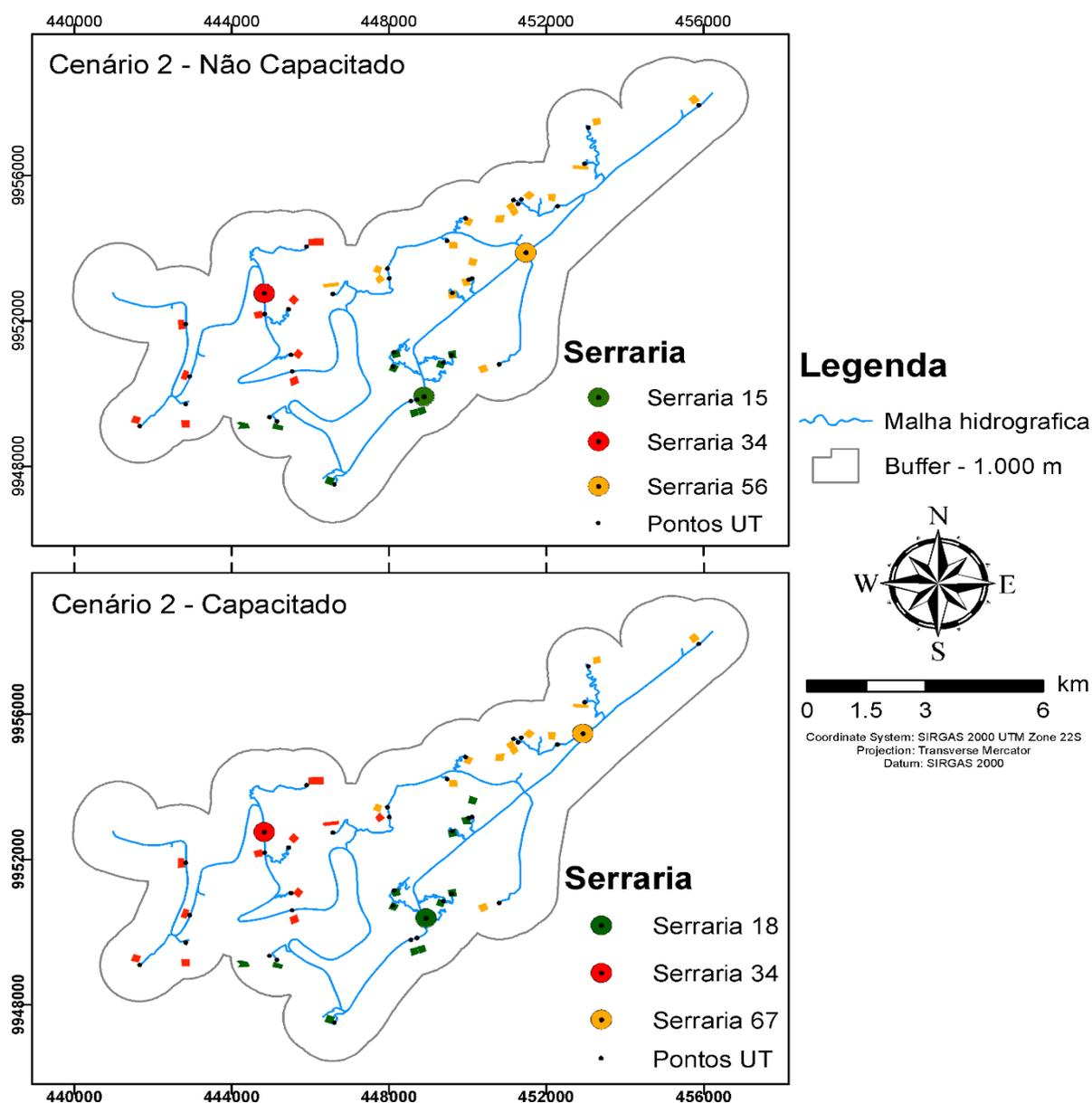


Figura 6 - Mapa de localização ótima propostos pelos modelos de *p*-mediana capacitado e não capacitado para o cenário 2.

Por fim, analisando as zonas de produção em volume para microserrarias comunitárias considerando o Cenário 3 e utilizando a modelagem geoestatística por meio da krigagem ordinária para estimar a produção em volume, foi observado ambos os modelos de *p*-mediana distribuíram de forma homogênea o volume (m^3) e as UTs para 3 microserrarias encontradas, sendo em média o processamento do atual volume disponível no inventário florestal de $304.534 m^3$, que poderá ser processado em aproximadamente 41 anos nos empreendimentos (Figura 7, Tabela 5).

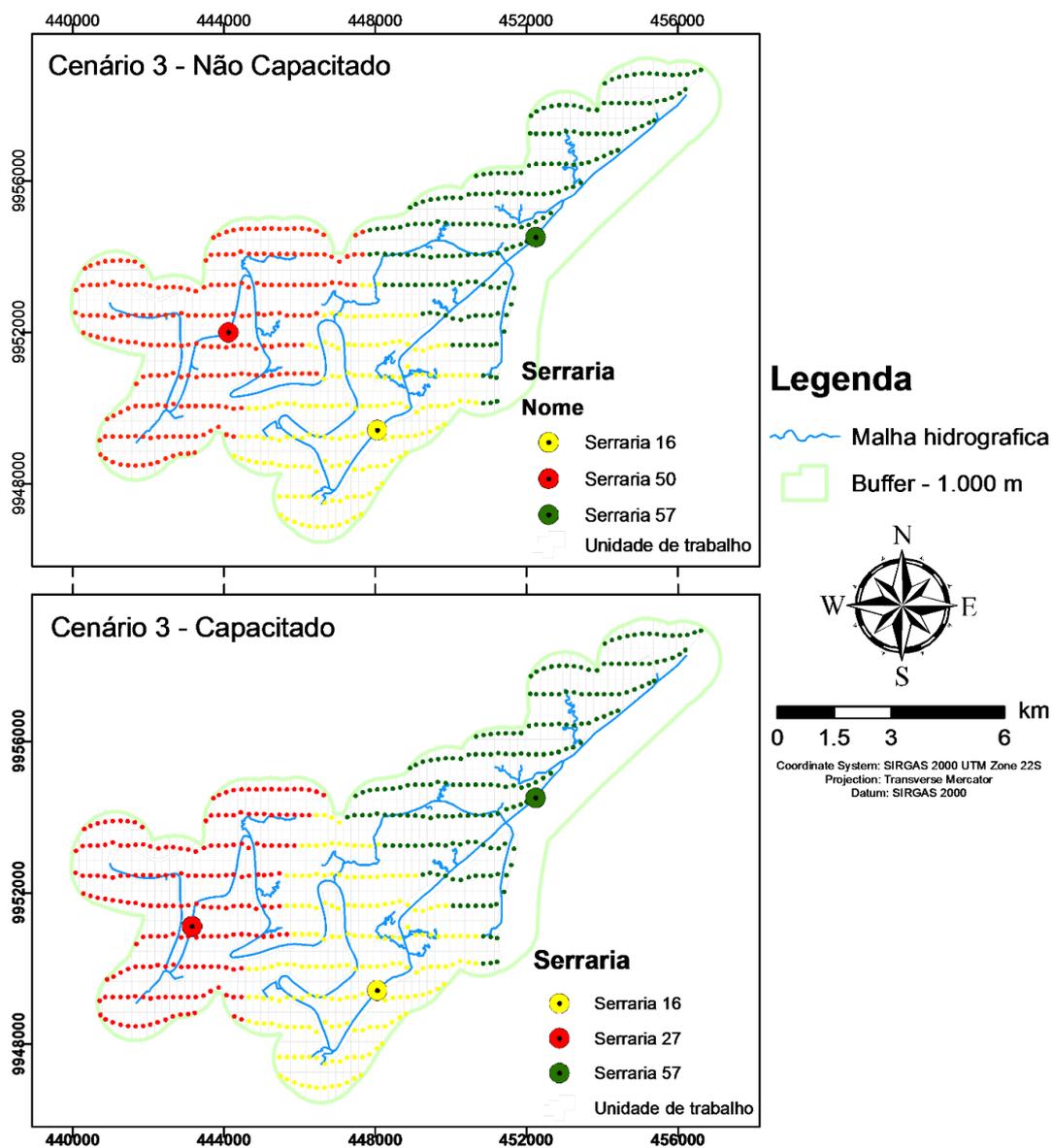


Figura 7 - Mapa de localização ótima proposto pelos modelos de *p*-mediana capacitado e não capacitado para o cenário 3.

Tabela 5 - Modelos de *p*-mediana capacitado e não capacitado proposto para o cenário 3.

Cenário	Modelo	Microserrarias	V (m ³)	Nº de UTs	Anos de Processamento
Cenário 3	<i>p</i> -mediana capacitado	S16	101.042,2	187	40,83
		S27	103.155,7	201	41,68
		S57	100.335,7	195	40,54
		Total	304533,6	583	123,04
Cenário 3	<i>p</i> -mediana não capacitado	S16	86.308,2	166	34,87
		S27	120.536,8	227	48,70
		S57	97.688,6	190	39,47
		Total	304.533,6	583	123,04

4. CONCLUSÃO

Os modelos matemáticos por meio da abordagem do modelo de *p-mediana* capacitado e não capacitado foram eficazes na identificação da localização ótima das micro serrarias em áreas de florestas de várzeas, obtendo uma solução ótima para todos os cenários minimizando os custos de transporte de toras das UTs até as micro serrarias.

Nota-se a viabilidade de aplicação do modelo matemático ao identificar as locações ótimas das micro serrarias para atender a produção, auxiliando na gestão e planejamento do manejo florestal comunitário, visto que quanto melhor a localização de uma serraria, mais propenso é o incentivo de forma positiva para produção de madeira em áreas de várzeas estuarinas de forma mais sustentável.

REFERÊNCIAS

- BARROS, A. C.; UHL, C. Logging along the Amazon River and estuary: Patterns, problems and potential. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 77, n.1-3, p. 87-105, 1995. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03574-T](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03574-T).
- CARIM, M. J. V. et al. Composition, diversity, and structure of tidal “Várzea” and “Igapó” floodplain forests in eastern Amazonia, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo-SP, v. 40, n. 1, p. 115–124, 2017. <https://doi.org/10.1007/s40415-016-0315-6>.
- CASTILHO, N. T. F. **Manejo da regeneração natural e produção de madeira de pau mulato em floresta de várzea do estuário amazônico**. 2013. 95 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, 2013. Disponível em: <http://www2.unifap.br/ppgbio/files/2010/05/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Castilho-2013-pau-mulato-final-2.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- COSTA, B. B.; NASSI, C. D.; RIBEIRO, G. M. A Methodology for location of logistics platforms using geographic information systems. **Journal of Traffic and Logistics Engineering**, Grambling, v. 1, n. 2, p.104-110, 2013. Disponível em: <http://www.jtle.net/uploadfile/2013/0903/20130903023420452.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Perspectivas e desafios na promoção do uso das florestas nativas no Brasil**. Brasília: CNI, 2018.
- DRIGO, I. et al. Cash Income from Community Based Forest Management: Lessons from Two Case Studies in the Brazilian Amazon. **Bois et Forêts des Tropiques**, Paris, v. 315, p. 39-49, 2013. Disponível em: https://agritrop.cirad.fr/569504/1/BFT_315_39-49.pdf. Acesso em: 19 dez. 2017.
- FORTINI, L. B.; CARTER, D. R. The economic viability of smallholder timber production under expanding açai palm production in the Amazon Estuary. **Journal of Forest Economics**, Uppsala, v. 20, n. 3, p. 223-235, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2014.06.001>.
- ESPADA, A. L. V. et al. Manejo florestal comunitário em parceria na Amazônia Brasileira: o caso da Flona do Tapajós. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 14, n. 1, p. 135-165, jan-abr/2018. Disponível em: www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/3251. Acesso em: 01 abr. 2018.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE – ESRI. **ArcGis professional GIS for the desktop**. New York: Environmental Systems Research Institute, 2015.
- GUARIGUATA, M.; SIST, P.; NASI, R. Multiple use management of tropical production forests: how can we move from concept to reality? **Forestry Ecology and Management**, Amsterdam, v. 263, p. 170–174. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.12.047>.
- INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ – IEPA. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE**. Macapá: IEPA, 2008.

MACPHERSON, A. J. et al. Eficiência de serrarias na Amazônia: uma análise por envoltória de dados. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 37, n. 84, p. 415-425, dez. 2009. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr84/cap09.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

MARTINHAGO, A. Z. **Otimização para a locação de pátios de estocagem para exploração de impacto reduzido na Amazônia brasileira**. 2012. 162 f. Tese (Doutorado em Manejo e Colheita Florestal) - Universidade Federal de Lavras, 2012. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/422/1/TESE_Otimiza%C3%A7%C3%A3o%20para%20a%20loca%C3%A7%C3%A3o%20de%20p%C3%A1tios%20de%20estocagem%20para.pdf. Acesso em: 20 abr. 2018.

MIRANDA, Z. P. et al. Natural regeneration dynamics of *Mora paraensis* (Ducke) Ducke in estuarine floodplain forests of the Amazon River. **Forests**, Pequim, v. 9, n. 2, p. 2-14, 2018. <https://doi.org/10.3390/f9020054>.

OLIVEIRA, A. D. et al. Viabilidade econômica de Serrarias que processam madeiras florestais nativas – O caso do município de Jarú, Estado de Rondônia. **Cerne**, v. 9, n.1, p. 1-15, 2003. Disponível em: <http://cerne.ufla.br/site/index.php/CERNE/article/download/596/508>. Acesso em: 12 mar. 2018.

ORTIZ-ASTORQUIZA, C.; CONTRERAS, I.; LAPORTE, G. Multi-level facility location as the maximization of a submodular set function. **European Journal of Operational Research**, London, v. 247, n.3, p. 1013–1016, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.05.082>.

PHILIPPART, J. et al. Mathematical formulation and exact solution for landing location problem in tropical forest selective logging, a case study in Southeast Cameroon. **Journal of Forest Economics**, Uppsala, v. 18, n. 2, p. 113-122, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2011.11.002>.

PIKETTY, M. G. et al. Annual Cash Income from Community forest management in the Brazilian Amazon: challenges for the future. **Forests**, Pequim, v. 6, n.11, p.4228-4244. 2015. <https://doi.org/10.3390/f6114228>.

PEREIRA, D. et al. **Fatos florestais da Amazônia 2010**. Belém: Imazon. 2010.

SILVA, D. A. S. et al. Cost of opportunity: economic competitiveness of community forest management by land use. **Nativa**, Sinop-MT, v.5, n.4, p.277-282, 2017. <https://doi.org/10.5935/2318-7670.v05n04a09>.

SILVA, E. F. et al. Planning of production units for native forest management areas in the Amazon. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, Recife-PE, v.13, n.1, ed. 5502, 2018^a. <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i1a5502>.

SILVA, E. F. et al. Allocation of storage yards in management plans in the Amazon by means of mathematical programming. **Forests**, Pequim, v. 9, n. 127. 2018^b. <https://doi.org/10.3390/f9030127>.

SILVA, P. H. et al. Optimal selective logging regime and log landing location models: a case study in the Amazon forest. **Acta Amazonica**, Manaus-AM, v.48 n.1, p. 18-27, 2018c. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201603113>.

SIST, P. et al. The contribution of multiple use forest management to small farmers' annual incomes in Eastern Amazon. **Forests**, Pequim, v.5, n. 7, p. 1508- 1531, 2014. <https://doi.org/10.3390/f5071508>.

VERÍSSIMO, A. et al. **O setor madeireiro no Amapá**: situação atual e perspectivas para o desenvolvimento sustentável. Belém: Imazon; Governo do Amapá, 1999.

CONCLUSÕES GERAIS

- As principais iniciativas de manejo florestal comunitário no Amapá são caracterizadas como de baixa intensidade e se desenvolveram em floresta de várzea, todavia nenhuma das iniciativas efetivou a colheita da madeira, em virtude principalmente das dificuldades em termos de organização, gestão comunitaria e competição com outras atividades econômicas, mesmo assim, apresenta como ponto forte a paisagem conservada e o manejo servindo como forma de conservação da cobertura florestal.
- A partir da identificação das iniciativas de MFC a ideia foi possível a delimitação de 3 classes de produção madeireira equiprodutivas (I, II e III) em áreas MFC, além de propor cenários de regulação da produção florestal considerando a estrutura balanceada em que o número de indivíduos aptos para exploração não ultrapassa a linha da estrutura balanceada e retorno econômico, sendo assim, os cenários propostos evidenciaram uma produção volumétrica de baixa intensidade, podendo ser considerado viável a aplicação do método *BDq* de seleção como tratamento silvicultural.
- As zonas de produção volumétricas estimada pela geoestatística permitiu identificar a estrutura de continuidade espacial, caracterizada pelo modelo espacial gaussiano, fornecendo subsídios para o planejamento do manejo em níveis estratégico, tático e operacional;
- Os modelos matemáticos proposto por meio da abordagem do modelo de p-mediana capacitado e não capacitado foram eficazes na identificação da localização ótima das microsserrarias em áreas de florestas de várzeas, obtendo uma solução ótima para todos os cenários, minimizando os custos de transporte de toras das UTs até as microsserrarias.
- Sendo assim foi possível contribuir para promover e aprimorar a produção madeireira, a partir da análise de modelos para otimizar a exploração de madeira, focando no protagonismo dos produtores rurais como manejadores da floresta e empoderamento das comunidades no intuito de melhorar sua socioeconomia.

APÊNDICES

Apêndice 1- Questionário sobre manejo florestal no Amapá, termo de concessão de pesquisa da Universidade vinculada, processo na plataforma brasil e termo de Consetimento Livre e Esclarecido (TCLE) das comunidades e profissionais envolvidos.

Questionário sobre manejo florestal comunitário no amapá

Objetivo do trabalho: Caracterizar o manejo florestal comunitário no Amapá por meio da percepção dos diferentes atores envolvidos, no intuito de evidenciar as principais iniciativas, características, dificuldades e perspectivas para o manejo florestal comunitário.

Público alvo: Pesquisadores e professores, Gestores, Analistas ambientais e extensionista e Produtores Rurais, diposto a parcitipar da pesquisa de forma voluntária.

1)Nome/Telefone de contato: _____

2) Cargo: Qual cargo você exerce no seu local de trabalho (Exemplo:Analista de projeto, Coordenador, Técnico, Engenheiro, Professor, Pesquisador, Produtor rural)

3)Tempo de cargo:

4) Função:

5) Você conhece o que é manejo florestal sustentável? () Sim () Não

6) Como conceituaria o MFS?

7) Você conhece o que é manejo florestal sustentável comunitário (MFC)? () Sim () Não

8) Como conceituaria o MFC?

9) Você conhece alguma iniciativa que TEM ou TEVE Manejo Florestal Comunitário (MFC)? Cite quais são?

10) Existem políticas de incentivo ao manejo florestal sustentável no Amapá?

() Sim,

Quais _____

() Não

11) A política florestal estadual contribuiu para o aumento da oferta de produtos florestais de base sustentável?

() Sim

() Não

16) Entre as opções a seguir, quais os principais empecilhos enfrentadas pela comunidade para implementar o MFC? Numere em ordem de dificuldades – 1 (maior dificuldade) à 8 (menor dificuldade)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Dificuldades com regularização fundiária e documentação necessária	<input type="radio"/>							
Custos iniciais altos com Inventário censitário, plano de manejo e infraestrutura	<input type="radio"/>							
Falta de orientação técnica (formação, treinamento, capacitação)	<input type="radio"/>							
Falta de fonte de recursos financeiros	<input type="radio"/>							
Atividade pouco lucrativa	<input type="radio"/>							
Burocratização	<input type="radio"/>							
Falta de capacitação em associativismo	<input type="radio"/>							
Outra especificar	<input type="radio"/>							

17) Entre os fatores que influenciam para a menor atratividade do MFC pelos produtores, em sua opinião estão? Numere em ordem de atratividade – 1 (menor atratividade) à 7 (maior atratividade)

	1	2	3	4	5	6	7
Tempo empregado no manejo	<input type="radio"/>						
A má condição das estradas internas e externas que aumentam os custos de transporte significativamente (logística)	<input type="radio"/>						
Acesso ao mercado precário	<input type="radio"/>						
Retorno econômico	<input type="radio"/>						
Possível inviabilidade da atividade	<input type="radio"/>						
O atual quadro jurídico do manejo que não privilegia a produção familiar	<input type="radio"/>						
Outra especificar	<input type="radio"/>						

18) Em relação à gestão pública, o que mais dificulta a consolidação do MFC?

- () Falta de incentivos públicos e linhas de crédito
- () Estudo sobre o potencial do MFS
- () Falta de recursos humano
- () Falta de direcionamento para as questões que envolve as comunidades tradicionais
- () Outra: especificar _____

19) O que é necessário para se obter maior sucesso nas iniciativas MFC? Numere em ordem de prioridade 1 (maior prioridade) à 6 (menor prioridade)

	1	2	3	4	5	6	7
Investimento na educação profissionalizante	<input type="radio"/>						
Investimento em iniciativas econômicas comunitárias com acesso a linhas de crédito	<input type="radio"/>						
Participação efetiva da sociedade e dos grupos de interesse na discussão das ações e políticas em prol do manejo florestal sustentável	<input type="radio"/>						
A qualificação de pessoas da associação nas operações de manejo florestal	<input type="radio"/>						
Ajuda de organizações não governamentais	<input type="radio"/>						
A comunidade querer realizar o MFC	<input type="radio"/>						
Outra: especificar	<input type="radio"/>						

20) Entre as opções a seguir, quais as perspectivas do MFC?

- () Crescer o número de iniciativas entre as comunidades rurais
 () Não terá sucesso
 () Não tem viabilidade econômica
 () Permanecerá da mesma forma
 () Uma nova postura da gestão pública para dar maior condições de sucesso nas iniciativas
 () Outra: especificar _____

21) Quais as possíveis soluções e perspectivas para o fortalecimento e valorização para a economia de base comunitária/familiar na Amazônia?

22) Quanto custa a instalação de microserrarias em várzea?

23) Quanto custa realizar a manutenção da microserraria?

24) Capacidade de processamento (duzia/dia)?

25) Quantos meses de trabalho na serraria e quantos dias trabalhados nos mês?

26) Qual a distância máxima percorrida do transporte da tora da área de colheita até a serraria? Como ocorre o processo de transporte? E quais os custos do de transporte por km?

Objetivo do trabalho: Caracterizar o manejo florestal comunitário no Amapá por meio da percepção dos diferentes atores envolvidos, no intuito de evidenciar as principais iniciativas, características, dificuldades e perspectivas para o manejo florestal comunitário.

Público alvo: Pesquisadores e professores, Gestores, Analistas ambientais e extensionista e Produtores Rurais, disposto a participar da pesquisa de forma voluntária.

1) Nome/Telefone de contato: _____

2) **Cargo:** Qual cargo você exerce no seu local de trabalho (Exemplo: Analista de projeto, Coordenador, Técnico, Engenheiro, Professor, Pesquisador, Produtor rural)

3) **Tempo de cargo:**

4) **Função:**

5) **Você conhece o que é manejo florestal sustentável?** () Sim () Não

6) **Como conceituaria o MFS?**

7) **Você conhece o que é manejo florestal sustentável comunitário (MFC)?** () Sim () Não

8) **Como conceituaria o MFC?**

9) **Você conhece alguma iniciativa que TEM ou TEVE Manejo Florestal Comunitário (MFC)? Cite quais são?**

10) **Existem políticas de incentivo ao manejo florestal sustentável no Amapá?**

(_____) Sim,
 Quais _____
 () Não

11) **A política florestal estadual contribuiu para o aumento da oferta de produtos florestais de base sustentável?**

() Sim
 () Não

12) **A adoção do manejo florestal comunitário madeireiro no estado seria uma alternativa de renda viável para os produtores rurais?**

- () Sim
() Não

13) Você conhece alguma alternativa econômica possível de ser empregada na área de reserva florestal (reserva legal) que não seja o manejo florestal? Se sim, quais?

14) Você conhece alguma alternativa econômica (pecuária, agricultura, piscicultura e outros) empregada pelas comunidades que possa competir com o Manejo florestal? Se sim, qual(is)?

15) Entre as opções a seguir, quais as principais dificuldades que os produtores rurais enfrentam para a adoção do MFC? Numere em ordem de dificuldades – 1 (maior dificuldade) à 7 (menor dificuldade)

	1	2	3	4	5	6	7
Falta de conhecimento sobre o MFC (não ouviu falar ou já ouviu e não sabe bem que é)	<input type="radio"/>						
Vocação Florestal	<input type="radio"/>						
Falta de capacitação em empreendedorismo	<input type="radio"/>						
Competição com outra atividade	<input type="radio"/>						
Baixo nível de escolaridade das lideranças	<input type="radio"/>						
Ações insuficientes no campo do associativismo, limitando os processos de gestão do território do assentamento	<input type="radio"/>						
Outra	<input type="radio"/>						

16) Entre as opções a seguir, quais os principais empecilhos enfrentadas pela comunidade para implementar o MFC? Numere em ordem de dificuldades – 1 (maior dificuldade) à 8 (menor dificuldade)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Dificuldades com regularização fundiária e documentação necessária	<input type="radio"/>							
Custos iniciais altos com Inventário censitário, plano de manejo e infraestrutura	<input type="radio"/>							
Falta de orientação técnica (formação, treinamento, capacitação)	<input type="radio"/>							
Falta de fonte de recursos financeiros	<input type="radio"/>							
Atividade pouco lucrativa	<input type="radio"/>							
Burocratização	<input type="radio"/>							
Falta de capacitação em associativismo	<input type="radio"/>							
Outra especificar	<input type="radio"/>							

17) Entre os fatores que influenciam para a menor atratividade do MFC pelos produtores, em sua opinião estão? Numere em ordem de atratividade – 1 (menor atratividade) à 7 (maior atratividade)

	1	2	3	4	5	6	7
Tempo empregado no manejo	<input type="radio"/>						
A má condição das estradas internas e externas que aumentam os custos de transporte significativamente (logística)	<input type="radio"/>						
Acesso ao mercado precário	<input type="radio"/>						
Retorno econômico	<input type="radio"/>						
Possível inviabilidade da atividade	<input type="radio"/>						
O atual quadro jurídico do manejo que não privilegia a produção familiar	<input type="radio"/>						
Outra especificar	<input type="radio"/>						

18) Em relação à gestão pública, o que mais dificulta a consolidação do MFC?

- () Falta de incentivos públicos e linhas de crédito
- () Estudo sobre o potencial do MFS
- () Falta de recursos humano
- () Falta de direcionamento para as questões que envolve as comunidades tradicionais
- () Outra: especificar _____

19) O que é necessário para se obter maior sucesso nas iniciativas MFC? Numere em ordem de prioridade 1 (maior prioridade) à 6 (menor prioridade)

	1	2	3	4	5	6	7
Investimento na educação profissionalizante	<input type="radio"/>						
Investimento em iniciativas econômicas comunitárias com acesso a linhas de crédito	<input type="radio"/>						
Participação efetiva da sociedade e dos grupos de interesse na discussão das ações e políticas em prol do manejo florestal sustentável	<input type="radio"/>						
A qualificação de pessoas da associação nas operações de manejo florestal	<input type="radio"/>						
Ajuda de organizações não governamentais	<input type="radio"/>						
A comunidade querer realizar o MFC	<input type="radio"/>						
Outra: especificar	<input type="radio"/>						

20) Entre as opções a seguir, quais as perspectivas do MFC?

- () Crescer o número de iniciativas entre as comunidades rurais
 () Não terá sucesso
 () Não tem viabilidade econômica
 () Permanecerá da mesma forma
 () Uma nova postura da gestão pública para dar maior condições de sucesso nas iniciativas
 () Outra: especificar _____

21) Quais as possíveis soluções e perspectivas para o fortalecimento e valorização para a economia de base comunitária/familiar na Amazônia?

22) Quanto custa a instalação de microserrarias em várzea?

23) Quanto custa realizar a manutenção da microserraria?

24) Capacidade de processamento (duzia/dia)?

25) Quantos meses de trabalho na serraria e quantos dias trabalhados nos mês?

26) Qual a distância máxima percorrida do transporte da tora da área de colheita até a serraria? Como ocorre o processo de transporte? E quais os custos do de transporte por km?



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAPÁ
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
 DIVISÃO DE PESQUISA
 Av. Presidente Getúlio Vargas, 650 – Centro.
 CEP: 68900 – 070/CNPJ: 00.394.577/0001-25
 E-mail: ueap@ueap.ap.gov.br/Site: www.ueap.ap.gov.br

Termo de Concessão

O Termo de Concessão deve ser elaborado em **papel timbrado** da instituição onde será realizada a coleta de dados, devendo conter nome endereço e CNPJ da instituição, assinatura e carimbo da pessoa responsável pelo setor onde serão coletados os dados.

Modelo:

TERMO DE CONCESSÃO

(Elaborado de acordo com a Resolução 466/2012-CNS/CONEP)

Concedo o uso deste (a) (**Universidade do Estado do Amapá**) ao(s) pesquisador (es) (**Anderson da Silva Almeida e Diego Armando Silva da Silva**), sob responsabilidade do pesquisador principal (**Diego Armando Silva da Silva**), da **Universidade do Estado do Amapá** para desenvolverem sua pesquisa intitulada (**Cenários de produção e sustentabilidade do manejo florestal familiar no amapá: principais iniciativas, características e perspectivas**), sob orientação do(a) Professor(a) **Diego Armando Silva da Silva**.

Toda equipe deverá cumprir com as determinações éticas da Resolução nº466/2012 CNS/CONEP, garantindo esclarecimentos antes, durante e depois do desenvolvimento da pesquisa e que não haverá nenhuma despesa para este (a) (**Universidade do Estado do Amapá**) que seja decorrente da participação dessa pesquisa.

No caso do não cumprimento das garantias acima, terei a liberdade de revogar meu consentimento a qualquer momento da pesquisa sem penalização alguma.

Macapá-AP, 26 Junho de 2017

Robson Borges de Lima

Assinatura e carimbo do responsável pelo local da pesquisa

*Chefe de Divisão de Pesquisa
 Decreto 0503/2017*

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAPÁ - UNIFAP



COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO E OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO
MADEIREIRA EM FLORESTA DE VÁRZEA NO ESTUÁRIO DO RIO

Pesquisador: DIEGO ARMANDO SILVA DA SILVA

Versão: 1

CAAE: 00707818.9.0000.0003

Instituição Proponente:

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 122931/2018

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Informamos que o projeto MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO E OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO MADEIREIRA EM FLORESTA DE VÁRZEA NO ESTUÁRIO DO RIO AMAZONAS que tem como pesquisador responsável DIEGO ARMANDO SILVA DA SILVA, foi recebido para análise ética no CEP Universidade Federal do Amapá - UNIFAP em 09/10/2018 às 16:59.

Endereço: Rodovia Juscelino Kubistcheok de Oliveira - Km.02
Bairro: Bairro Universidade CEP: 68.902-280
UF: AP Município: MACAPA
Telefone: (98)4009-2805 Fax: (98)4009-2804 E-mail: oep@unifap.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Elaborado de acordo com a Resolução 466/2012-CNS/CONEP)

Convidamos V.Sa. a participar da pesquisa (**Manejo florestal comunitário e otimização da produção madeireira em floresta de várzea no estuário do rio Amazonas**), sob responsabilidade do pesquisador-Professor (**Diego Armando Silva da Silva**) tendo por objetivo (Caracterizar o manejo florestal comunitário no Amapá por meio da percepção dos diferentes atores envolvidos, no intuito de evidenciar as principais iniciativas, características, dificuldades e perspectivas para o manejo florestal comunitário).

Para realização deste trabalho usaremos o(s) seguinte(s) método(s): Serão reconhecidos os principais cenários de produção madeireira nas áreas sob Manejo Florestal comunitário no Amapá, considerando as diferentes tipologias florestais, intensidade de exploração e atores envolvidos no manejo florestal. Além disso, serão estimados valores de produção, receitas e despesas operacionais nessas áreas. Nos custos operacionais e de produção que serão estimados: i) elaboração do contrato e regularização da associação; ii) construção de estrada; iii) inventário, parcelas permanentes, elaboração do Plano de manejo Florestal (PMF) e sua aprovação; iv) derrubada; v) Planejamento e desobstrução das trilhas de arraste; vi) Arraste; vii) Romaneio; viii) Custos fixos; e ix) Custo de transporte mais operações de pátio.

As variáveis do estudo serão obtidas a partir de revisão de literatura dos sistemas de produção florestal na Amazônia. Para as variáveis de custos e receitas que não forem identificadas durante a revisão de literatura, serão aplicadas entrevistas semiestruturadas com o uso de questionários com produtores familiares que lidam com as atividades de manejo florestal, e que são acompanhados pelo Instituto Estadual da Floresta do Amapá (IEF) e Organizações Não Governamentais (ONGs). Além de empresas madeireiras com coparticipação nos planos de manejo comunitário, bem como planos de manejo outrora aprovado pelo Instituto de Meio Ambiente e Ordenamento Florestal do Estado do Amapá (IMAP).

Esclarecemos que manteremos em anonimato, sob sigilo absoluto, durante e após o término do estudo, todos os dados que identifiquem o

sujeito da pesquisa usando apenas, para divulgação, os dados inerentes ao desenvolvimento do estudo. Informamos também que após o término da pesquisa, serão destruídos de todo e qualquer tipo de mídia que possa vir a identificá-lo tais como filmagens, fotos, gravações, etc., não restando nada que venha a comprometer o anonimato de sua participação agora ou futuramente.

A pesquisa não ocasionará nenhum desconforto de origem física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual.

Caso você venha a sentir algo dentro desses padrões, comunique ao pesquisador para que sejam tomadas as devidas providências (indicar as medidas a serem tomadas de acordo com o tipo de estudo).

Os benefícios esperados com o resultado desta pesquisa são (Evidenciar as principais iniciativas, características, dificuldades e perspectivas do manejo, bem como analisar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças do manejo florestal comunitário no Amapá).

O (A) senhor (a) terá os seguintes direitos: a garantia de esclarecimento e resposta a qualquer pergunta; a liberdade de abandonar a pesquisa a qualquer momento sem prejuízo para si ou para seu tratamento (se for o caso); a garantia de que em caso haja algum dano a sua pessoa (ou o dependente), os prejuízos serão assumidos pelos pesquisadores ou pela instituição responsável.

Inclusive, acompanhamento médico e hospitalar (se for o caso). Caso haja gastos adicionais, os mesmos serão absorvidos pelo pesquisador.

Nos casos de dúvidas e esclarecimentos o (a) senhor (a) deve procurar os pesquisadores (Anderson da Silva Almeida e Diego Armando Silva da Silva, Rua Getúlio Vargas, 257, Paraíso, Santana, Amapá, no telefone (96) 99155-8018).

Caso suas dúvidas não sejam resolvidas pelos pesquisadores ou seus direitos sejam negados, favor recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa.

Consentimento Livre e Esclarecido

Eu líder comunitário da comunidade agroextrativista do rio Maracá, Mazagão, Amapá, Brasil após ter recebido todos os esclarecimentos e ciente dos meus direitos, concordo em participar desta pesquisa, bem como autorizo a divulgação e a publicação de toda informação por mim transmitida, exceto dados pessoais, em publicações e eventos de caráter científico.

Desta forma, assino este termo, juntamente com o pesquisador, em duas vias de igual teor, ficando uma via sob meu poder e outra em poder do(s) pesquisador (es): Diego Armando Silva da Silva

Local: Data: 01/07/2018.

celestino

Assinatura do sujeito (ou responsável)

Diego Armando Silva da Silva

Assinatura do pesquisador

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos V.Sa. a participar da pesquisa (**Manejo florestal comunitário e otimização da produção madeireira em floresta de várzea no estuário do rio Amazonas**), sob responsabilidade do pesquisador-Professor (**Diego Armando Silva da Silva**) tendo por objetivo (Caracterizar o manejo florestal comunitário no Amapá por meio da percepção dos diferentes atores envolvidos, no intuito de evidenciar as principais iniciativas, características, dificuldades e perspectivas para o manejo florestal comunitário.).

Para realização deste trabalho usaremos o(s) seguinte(s) método(s): serão reconhecidos os principais cenários de produção madeireira nas áreas sob Manejo Florestal comunitário no Amapá, considerando as diferentes tipologias florestais, intensidade de exploração e atores envolvidos no manejo florestal. Além disso, serão estimados valores de produção, receitas e despesas operacionais nessas áreas.

As variáveis do estudo serão obtidas a partir de revisão de literatura dos sistemas de produção florestal na Amazônia. Para as variáveis de custos e receitas que não forem identificadas durante a revisão de literatura, serão aplicadas entrevistas semiestruturadas com o uso de questionários com produtores familiares que lidam com as atividades de manejo florestal, e que são acompanhados pelo Instituto Estadual da Floresta do Amapá (IEF) e Organizações Não Governamentais (ONGs). Além de empresas madeireiras com coparticipação nos planos de manejo comunitário, bem como planos de manejo outrora aprovado pelo Instituto de Meio Ambiente e Ordenamento Florestal do Estado do Amapá (IMAP).

Esclarecemos que manteremos em anonimato, sob sigilo absoluto, durante e após o término do estudo, todos os dados que identifiquem o sujeito da pesquisa usando apenas, para divulgação, os dados inerentes ao desenvolvimento do estudo. Informamos também que após o término da pesquisa, serão destruídos de todo e qualquer tipo de mídia que possa vir a identificá-lo tais como filmagens, fotos, gravações, etc., não restando nada que venha a comprometer o anonimato de sua participação agora ou

futuramente.

A pesquisa não ocasionará nenhum desconforto de origem física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual.

Caso você venha a sentir algo dentro desses padrões, comunique ao pesquisador para que sejam tomadas as devidas providências.

Os benefícios esperados com o resultado desta pesquisa são (Evidenciar as principais iniciativas, características, dificuldades e perspectivas do manejo, bem como analisar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças do manejo florestal comunitário no Amapá).

O (A) senhor (a) terá os seguintes direitos: a garantia de esclarecimento e resposta a qualquer pergunta; a liberdade de abandonar a pesquisa a qualquer momento sem prejuízo para si ou para seu tratamento (se for o caso); a garantia de que em caso haja algum dano a sua pessoa (ou o dependente), os prejuízos serão assumidos pelos pesquisadores ou pela instituição responsável.

Inclusive, acompanhamento médico e hospitalar (se for o caso). Caso haja gastos adicionais, os mesmos serão absorvidos pelo pesquisador.

Nos casos de dúvidas e esclarecimentos o (a) senhor (a) deve procurar os pesquisadores (Anderson da Silva Almeida e Diego Armando Silva da Silva, Rua Getúlio Vargas, 257, Paraíso, Santana, Amapá, no telefone (96) 99155-8018).

Caso suas dúvidas não sejam resolvidas pelos pesquisadores ou seus direitos sejam negados, favor recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa.

Consentimento Livre e Esclarecido

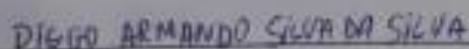
Eu **Mário Roberto Marinho**, engenheiro florestal, após ter recebido todos os esclarecimentos e ciente dos meus direitos, concordo em participar desta pesquisa, bem como autorizo a divulgação e a publicação de toda informação por mim transmitida, exceto dados pessoais, em publicações e eventos de caráter científico.

Desta forma, assino este termo, juntamente com o pesquisador, em duas vias de igual teor, ficando uma via sob meu poder e outra em poder do(s) pesquisador (es): **Diego Armando Silva da Silva**

Local: Data: 01/07/2018.

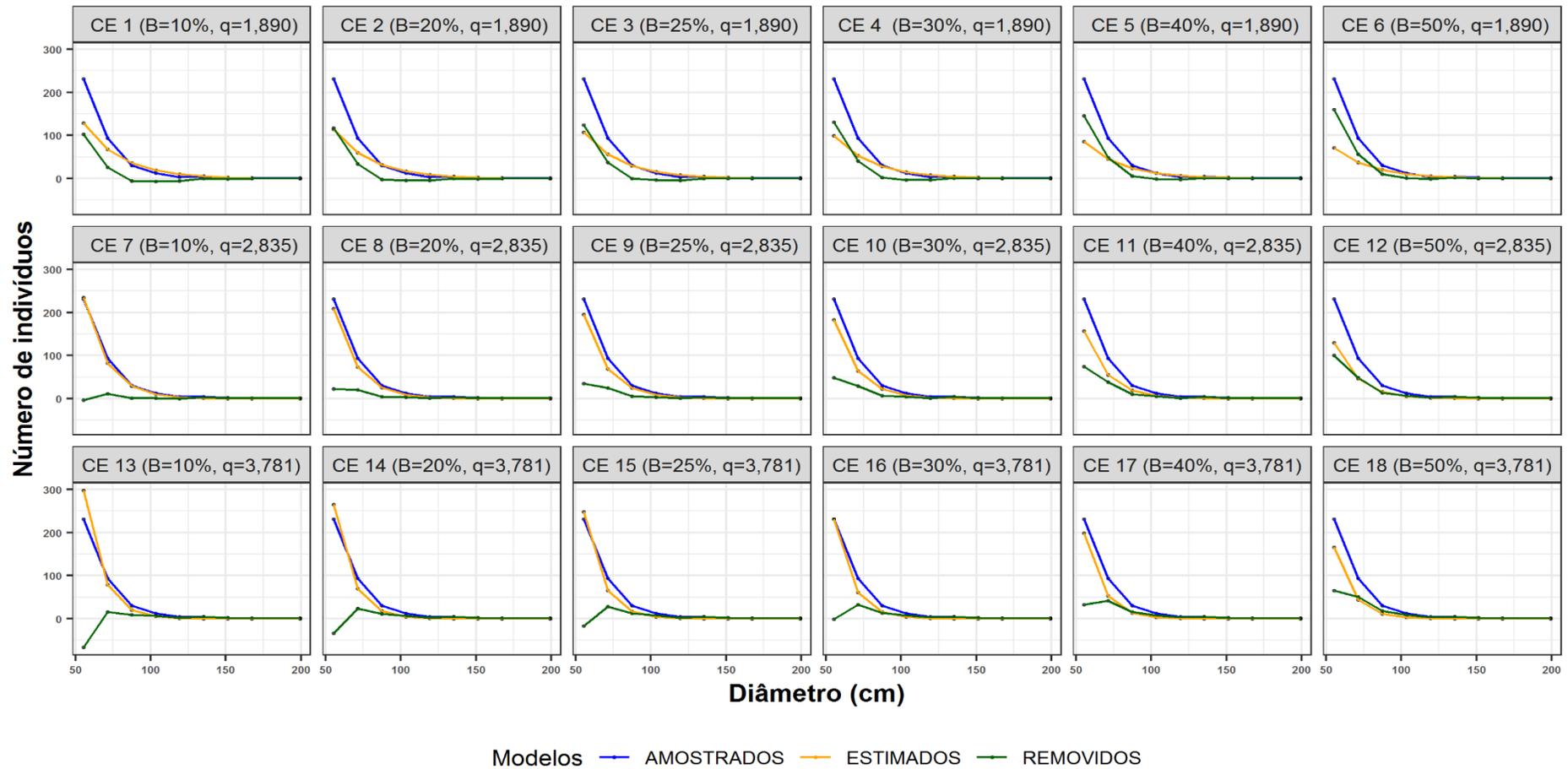


Mário Roberto Marinho
Engenheiro Florestal

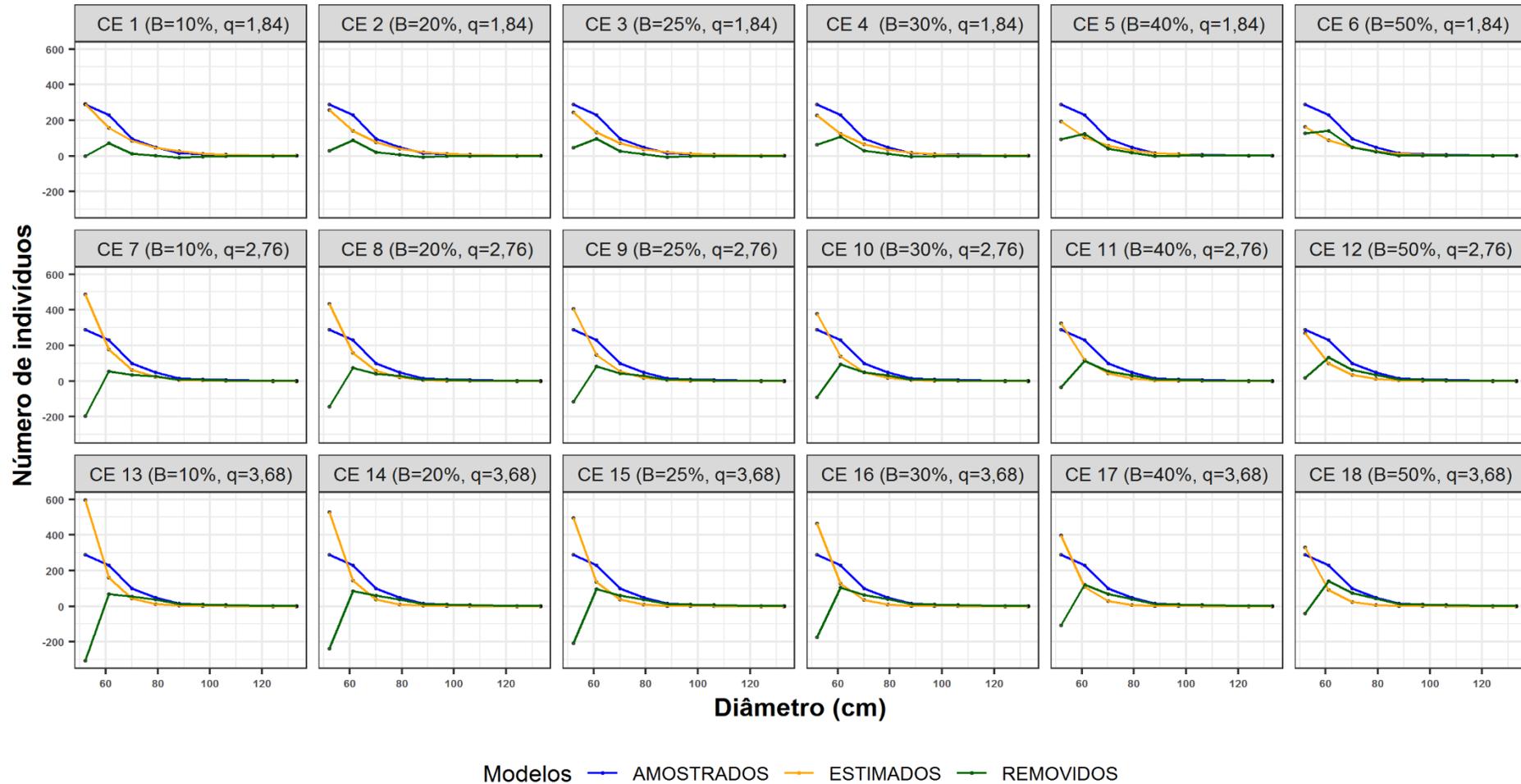


Diego Armando Silva da Silva
Engenheiro Florestal
Pesquisador

Apêndice 2- Classificação da intensidade de corte para os cenários de remoção simulados na classe de estoque I, combinando os valores do método BDq, sendo a distribuição diamétrica dividida em 10 classes e amplitude entre as classes de 16 cm. Sendo a classe 1 (47-63 cm), classe 2 (63,1-79 cm), classe 3 (79,1-95 cm), classe 4 (95,1-111 cm), classe 5 (111,1-127 cm), classe 6 (127,1- 143 cm), classe 7 (143,1-159 cm), classe 8 (159,1-175 cm), classe 9 (175,1-191 cm) e classe 10 (>191,1 cm).



Apêndice 3 - Classificação da intensidade de corte para os cenários de remoção simulados na classe de estoque II, combinando os valores do método BDq, sendo a distribuição diamétrica dividida em 10 classes e amplitude entre as classes de 9 cm. Sendo a classe 1 (47,7-56,7 cm), classe 2 (56,71-65,7 cm), classe 3 (65,71-75,7 cm), classe 4 (75,71- 84,7 cm), classe 5 (84,71 – 93,7 cm), classe 6 (93,7- 102,7 cm), classe 7 (102,71- 111,7 cm), classe 8 (111,71-120,7 cm), classe 9 (120,71-129 cm) e classe 10 (>129,1 cm).



Apêndice 4 - Classificação da intensidade de corte para os cenários de remoção simulados na classe de estoque III, combinando os valores do método BDq, sendo a distribuição diamétrica dividida em 11 classes e amplitude entre as classes de 18 cm. Sendo a classe 1 (41,3-59,3 cm), classe 2 (59,31-77,3 cm), classe 3 (77,31-95,3 cm), classe 4 (95,31- 113,3 cm), classe 5 (113,31 – 131,3 cm), classe 6 (131,31- 149,3 cm), classe 7 (149,31-167,3 cm), classe 8 (167,31-185,3 cm), classe 9 (185,31-203,3 cm), classe 10 (203,31-222,3 cm) e classe 11 (>222,31 cm).

