



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

**PRODUÇÃO E RENDIMENTO DA EXPLORAÇÃO EM FLORESTAS PÚBLICAS E
PRIVADAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

DENNYS CHRYSTIAN PINTO PEREIRA

**BELÉM
2020**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

**PRODUÇÃO E RENDIMENTO DA EXPLORAÇÃO EM FLORESTAS PÚBLICAS E
PRIVADAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

DENNYS CHRYSTIAN PINTO PEREIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, para obtenção do título de **Mestre**.

Orientador: Dr. ADEMIR ROBERTO RUSCHEL

BELÉM

2020

Pereira, Dennys Chrystian Pinto

Produção e rendimento da exploração em florestas públicas e privadas na Amazônia oriental / Dennys Chrystian Pinto Pereira. - Belém, 2020.

52 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2020.

Orientador: Ademir Roberto Ruschel

1. Exploração florestal 2. Rendimento volumétrico 3. Sistemas de controle florestal - I. Ruschel, Ademir Roberto, Orient. II. Título

CDD –

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

DENNYS CHRYSTIAN PINTO PEREIRA

**PRODUÇÃO E RENDIMENTO DA EXPLORAÇÃO EM FLORESTAS PÚBLICAS E
PRIVADAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, para obtenção do título de **Mestre**.

Aprovação em:

BANCA EXAMINADORA

Dr. Ademir Roberto Ruschel – Orientador
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)/Amazônia Oriental

Dr. José Natalino Macedo Silva – 1º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)/Campus Belém

Dr. Eduardo Saraiva da Rocha – 2º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)/Campus Belém

Dr. Roberto Porro – 3º Examinador
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)/Amazônia Oriental

SUMÁRIO

- 1 INTRODUÇÃO..... 11
- 3 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS..... 17
- 4 REVISÃO DE LITERATURA..... 18
- 5 MATERIAL E MÉTODOS 23
- 5.1 Critérios de seleção dos planos de manejo florestais 23
- 5.2 Planos de manejo florestais selecionados (amostragem)..... 24
- 5.3 Índice de rendimento da exploração florestal (IREF) 26
- 6 RESULTADOS 28
- 7 DISCUSSÃO 35
- 8 CONCLUSÕES 43
- 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 44

Exc

Exc

Exc

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Área total, amplitude e médias de área, volume aprovado e intensidade de corte, seguidos do desvio padrão da amostra, nos planos de manejo florestais selecionados em florestas públicas e privadas no estado do Pará, Brasil.....	26
Tabela 2: Índices de rendimento da exploração florestal (IREF) das autorizações de exploração dos planos de manejo em florestas públicas e privadas no Estado do Pará, Amazônia oriental.....	30
Tabela 3: Número de PMFS em florestas públicas e privadas de acordo com o índice de rendimento da exploração florestal (IREF) no Estado do Pará, Brasil.....	33
Tabela 4: Percentuais do número de árvores exploradas (ARV EXP) e Índice de Rendimento Exploração Florestal (IREF) de 10 PMFS em florestas públicas e privadas no Estado do Pará, Amazônia oriental.....	37

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1: Mapa de localização dos planos de manejo florestais selecionados em florestas públicas e privadas no Estado do Pará, Brasil.25
- Figura 2: Box-plot dos índices de rendimento da exploração florestal (IREF) com outlier (o) de acordo com as categorias de planos de manejo em florestas públicas e privadas: (i) em floresta pública federal, (ii) em floresta pública estadual, (iii) em floresta privada com uma única UPA, (iv) em floresta privada com mais de uma UPA e (v) em florestas sob domínio comunitário, no Estado do Pará, Brasil.....32
- Figura 3: Box-plot dos índices de rendimento da exploração florestal (IREF) com outliers (o) de planos de manejo em florestas públicas e privadas no Estado do Pará, Brasil.....34
- Figura 4: Box-plot do número de árvores exploradas percentual (NAEP) com outliers (o, *) de planos de manejo em florestas públicas e privadas no estado do Pará, Brasil.36
- Figura 5: Dispersão das variáveis índice de rendimento da exploração florestal e número de árvores exploradas percentual de planos de manejo em florestas públicas e privadas no Estado do Pará. ...39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AUTEF – Autorização de exploração florestal.

AMF – Área de manejo florestal.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente.

Eq. 1 – Equação número 1 (um).

Eq. 2 – Equação número 2 (dois).

FLONA – Floresta Nacional.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

IREF – Índice de rendimento da exploração florestal.

NAEP – Número de árvores exploradas percentual.

NAE – Número de árvores exploradas.

NAAC – Número de árvores autorizadas para corte.

POA – Plano operacional anual.

PMFS – Plano de manejo florestal sustentável.

SEMAS – Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade.

SFB – Serviço Florestal Brasileiro.

SISFLORA – Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais.

UPA – Unidade de produção anual.

UMF – Unidade de manejo florestal.

UT – Unidade de trabalho.

VA – Volume autorizado.

VEE – Volume efetivamente explorado.

RESUMO

Pouco se conhece sobre a relação entre o volume autorizado nos planos de manejo florestais sustentáveis madeireiros (PMFS) na Amazônia, o volume movimentado nos sistemas oficiais de controle e o volume efetivamente explorado, sobretudo, as possíveis consequências para o mercado de madeira ilegal.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a produção e rendimento do volume e o número de árvores efetivamente explorados de planos de manejo madeireiros em florestas públicas e privadas por meio da análise de 85 planos de manejo madeireiros licenciados utilizando dados da exploração florestal registrados nos sistemas eletrônicos oficiais de controle de produtos florestais no estado do Pará. Os planos de manejo estão categorizados em florestas públicas federais, estaduais e privadas com uma, mais de uma unidade de produção anual e sob domínio comunitário. Considerando-se a hipótese de que a produtividade e o rendimento de exploração de PMFS em florestas públicas e privadas não devem ser diferentes entre si, calculou-se o índice de rendimento da exploração florestal e o percentual do número de árvores exploradas destes planos de manejo por meio da relação simples entre o volume autorizado e o volume explorado, assim como, do número de árvores autorizadas para corte e efetivamente exploradas.

Os resultados demonstram que não há diferença estatística no rendimento em número de árvores exploradas, entre planos de manejo em florestas públicas e de florestas privadas. No entanto, o rendimento volumétrico dos planos de manejo em florestas públicas é inferior aos de florestas privadas. Estes resultados sugerem que uma parte significativa dos planos de manejo em florestas privadas podem sistematicamente ser uma fonte de crédito florestais utilizados no “esquentamento” de produtos florestais obtidos ilegalmente.

Palavras-chave: exploração florestal, rendimento volumétrico, número de árvores exploradas, sistema oficial de controle florestal.

ABSTRACT

Little is known about the relationship between the volume authorized in sustainable timber forest management plans (PMFS) in the Amazon, the volume handled in official control systems and the volume actually exploited, above all, the possible consequences for the illegal timber market.

The objective of this research was to evaluate the production and yield of the volume and the number of trees effectively harvested from logging management plans in public and private forests through the analysis of 85 licensed logging management plans using data from logging logged in official electronic systems control of forest products in the state of Pará. Management plans are categorized into federal, state and private public forests with one, more than one annual production unit and under community ownership. Considering the hypothesis that the productivity and exploitation yield of PMFS in public and private forests should not be different from each other, the forest exploitation yield index and the percentage of the number of trees harvested in these management plans were calculated through the simple relationship between the authorized volume and the explored volume, as well as the number of trees authorized to be cut and effectively explored.

The results demonstrate that there is no statistical difference in yield in number of trees explored, between management plans in public and private forests. However, the volumetric yield of management plans in public forests is lower than in private forests. These results suggest that a significant part of the management plans in private forests can systematically be a source of forest credit used in the “heating up” of illegally obtained forest products.

Keywords: forest exploitation, volumetric yield, number of trees harvested, official forest control system.

SUMÁRIO

PRODUÇÃO E RENDIMENTO DA EXPLORAÇÃO EM FLORESTAS PÚBLICAS E PRIVADAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL	11
1 INTRODUÇÃO	11
3 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS	18
4 REVISÃO DE LITERATURA	18
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5.1 Critérios de seleção dos planos de manejo florestais.....	23
5.2 Planos de manejo florestais selecionados (amostragem).....	24
5.3 Análise dos dados	26
6 RESULTADOS.....	28
7 DISCUSSÕES	36
8 CONCLUSÕES.....	44
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

PRODUÇÃO E RENDIMENTO DA EXPLORAÇÃO EM FLORESTAS PÚBLICAS E PRIVADAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

1 INTRODUÇÃO

Pouco se conhece sobre a relação entre o volume autorizado nos planos de manejo florestais madeireiros na Amazônia, o volume movimentado nos sistemas oficiais de controle e o volume efetivamente explorado, assim como, as possíveis consequências dessas relações para a ilegalidade do mercado florestal. Embora estes dados sejam públicos, eles não estão publicados em veículos de fácil acesso ao público em geral.

O foco da atenção internacional às questões florestais mudou do monitoramento da conformidade com os princípios do manejo florestal sustentável para o monitoramento da legalidade do uso da floresta, ou seja, a introdução do conceito de "regime de legalidade" internacional no setor florestal (GAGARIN et al., 2019).

As decisões relativas ao manejo das florestas de produção são de grande importância para o destino das florestas da Amazônia. As florestas exploradas seletivamente mantêm estoques substanciais de biodiversidade, carbono e madeira. O "caminho intermediário" entre o desmatamento e a proteção total merece mais atenção de pesquisadores, organizações de conservação e formuladores de políticas (PUTZ et al., 2012). Até o momento, nenhuma avaliação regional da sustentabilidade da exploração seletiva apoia a tomada de decisão referente aos objetivos da produção florestal manejada (PIPONIOT et al., 2019).

A implementação significativa do manejo florestal sustentável continua prejudicada pelas atividades madeireiras ilegais (RICHARDSON; PERES, 2016), e essa ilegalidade se constitui em um dos principais entraves para uma maior adoção do manejo florestal sustentável na Amazônia brasileira (LENTINI et al., 2005). Os planos de manejo florestais, embora licenciados e legalmente obrigados a adotarem técnicas de exploração de impacto reduzido, não apresentam um registro preciso das árvores que foram realmente colhidas (BRANCALION et al., 2018), o que contraria a regulamentação do manejo florestal no Brasil.

Neste sentido, Richardson & Peres (2016) mencionam que a viabilidade econômica do manejo sustentável de madeira na Amazônia pode depender da melhoria dos sistemas públicos que regem a exploração em florestas nativas, por meio de um melhor gerenciamento do portfólio comercial de extração de madeira em toda a gama de espécies madeireiras para garantir que espécies de alto valor possam manter populações demograficamente viáveis.

A exploração seletiva nas florestas da Amazônia em baixa intensidade exploratória e longos ciclos de corte não fornece madeira suficiente, enquanto o oposto não é sustentável pois não permite a recuperação de volume durante um ciclo de corte. Estes resultados exigem uma reavaliação da estratégia para futura provisão de madeira na Amazônia (PIPONIOT et al., 2019).

Os futuros estoques de madeira da Amazônia estão seriamente ameaçados pela má gestão governamental que continua tendo um desempenho ruim no planejamento, aplicação e monitoramento efetivos da produção sustentável de madeira (BRANCALION et al., 2018). Sem uma melhor gestão, a redução das colheitas de madeira e o declínio contínuo da produção são inevitáveis (PIPONIOT et al., 2019). A diminuição da produção de madeira após a primeira colheita parece inevitável. Para que as florestas exploradas seletivamente se recuperem, as práticas de manejo florestal precisariam de modificações substanciais: as intensidades da colheita precisam ser reduzidas e os tratamentos silviculturais pós-extração madeireira devem ser aplicados (PUTZ et al., 2012).

Esforços recentes de regulamentação melhoraram a detecção de algumas formas de exploração ilegal de madeira, mas são vulneráveis a métodos mais sutis que mascaram a origem da madeira ilegal (RICHARDSON; PERES, 2016). Uma dessas fraudes consiste em declarar informações falsas nos sistemas oficiais de controle florestal, por exemplo, simulando a exploração de árvores em um plano de manejo, quando, na verdade, árvores que foram exploradas ilegalmente em outro local serão declaradas e comercializadas como se fossem de um plano de manejo legal. Esta prática se conhece, comumente, por “esquentamento” ou “lavagem de madeira”.

Recentemente, foi detectado que a maior parte da exploração florestal no estado do Pará era autorizada pelos órgãos ambientais e que aquela considerada de boa qualidade alcançou apenas 55%, baseado em imagens de satélite, invertendo o cenário dos anos anteriores (CARDOSO; SOUZA JR, 2017). Então, embora a exploração florestal no Pará,

recentemente, registre maiores percentagens de legalidade e qualidade, o percentual de ilegalidade na produção florestal amazônica ainda merece atenção. A quantificação do volume de produtos florestais obtidos por meio da exploração florestal ilegal na Amazônia que ingressa nos sistemas eletrônicos de controle florestal, associando-se a documentos de produção e transporte florestal ideologicamente falsos, ainda é indeterminada.

Boas práticas de manejo florestal ainda são a exceção e não a regra na maioria das florestas tropicais mundiais (PUTZ; DYKSTRA; HEINRICH, 2000). Em florestas tropicais o rendimento da madeira diminui cerca de 46% após a primeira colheita, mas é subsequentemente mantido nesse nível. Os estoques de madeira não recuperarão os níveis das florestas primárias nos ciclos atuais de colheita, mas a produção aumentará se os danos colaterais forem reduzidos e os tratamentos silviculturais forem aplicados. Por outro lado, é provável que haja melhorias no manejo florestal se as sinergias forem aprimoradas entre as iniciativas para reter os estoques de carbono florestal, garantir a legalidade dos produtos florestais, certificar o manejo responsável e devolver o controle sobre as florestas às comunidades locais capacitadas (PUTZ et al., 2012).

Uma questão fundamental é como podemos promover o desenvolvimento regional sem comprometer os objetivos de conservação (RICHARDSON; PERES, 2016)? Neste sentido, entre outras medidas, o governo brasileiro estabeleceu um sistema de concessão de florestas públicas em uma tentativa de minimizar a exploração ilegal de madeira (BRANCALION et al., 2018). A concessão florestal é a delegação onerosa do direito de praticar manejo florestal sustentável em florestas públicas, mediante licitação pública. O concessionário paga os *royalties* ao Governo Federal ou Estadual da colheita de produtos madeireiros, não-madeireiros e de serviços em uma unidade de manejo. A estabilidade na oferta, rastreabilidade e monitoramento de longo prazo do manejo das concessões florestais facilitam o acesso aos mercados internacionais, que são criteriosos quanto a procedência da madeira (ROMA; ANDRADE, 2013).

A concorrência da madeira sustentável com a madeira ilegal ou não sustentável é uma das principais dificuldades enfrentadas pelos concessionários florestais e empresários florestais que aplicam o manejo em florestas privadas, sendo de solução complexa. Atividades de fiscalização e repressão demandam muitos recursos e os instrumentos de comando e controle não têm surtido o efeito esperado (CHULES, 2018).

Sabe-se que os órgãos ambientais amazônicos não dispõem de recursos humanos e financeiros suficientes para vistoriar todas as autorizações de exploração florestal emitidas. Assim, é necessário otimizar a força de trabalho relacionada ao monitoramento florestal e direcionar as vistorias para a fase exploratória, focando em critérios de legalidade da produção florestal licenciada, sobretudo, nos procedimentos de controle de origem. A garantia de que em um plano de manejo florestal a rastreabilidade da produção é controlada quando há compatibilidade entre as árvores exploradas e remanescentes na floresta com o romaneio declarado nos sistemas de controle florestal são requisitos para dar sequência a uma vistoria de campo e avaliar critérios técnicos como o planejamento de arraste ou a derruba direcionada de árvores, por exemplo.

O monitoramento e fiscalização das concessões florestais se dá em três formas: fiscalização da implementação do PMFS realizado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) que é o órgão licenciador; fiscalização do cumprimento das cláusulas contratuais, de responsabilidade do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), e; as Auditorias Florestais independentes, em prazo não superior a 3 anos e de responsabilidade do concessionário (PINHEIRO; MUNIZ, 2019). Além disto, em unidades de conservação federal, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) possui competência de fiscalizar o plano de manejo em relação aos objetivos de gestão da floresta pública.

Há amplas oportunidades para aumentar os lucros com madeira extraída ilegalmente de áreas fora de uma exploração florestal licenciada. Os volumes totais de espécies contidas nas autorizações de exploração florestal podem ser potencialmente atingidos por meio da extração ilegal em florestas vizinhas (RICHARDSON; PERES, 2016).

A maior parte da madeira ilegal que chega ao mercado consumidor aparenta ser legal. Isto decorre do fato de ser muito difícil diferenciar a madeira legal da ilegal. Mesmo os consumidores mais cautelosos podem vir a adquirir madeira ilegal em razão de diversas fraudes que são engendradas para induzir o consumidor a erro.

No mercado paralelo, vários são os atores, os quais, atuam desde o desmatamento ilegal até o “esquentamento” do produto, mediante a associação deste aos documentos públicos fraudados, o que é conhecido como “lavagem” de produtos florestais (BRASIL, 2016).

As fraudes podem ocorrer nas diversas etapas da cadeia produtiva, como, por exemplo, por meio da mistura de madeiras de diferentes procedências, de autorizações fraudulentas concedendo licença de corte em determinada região para volume superior ao disponível na região (LIDDICK, 2011).

Na avaliação de planos de manejo florestal em Mato Grosso, por meio de vistorias de campo foram encontradas toras sem identificação, que impossibilitava o controle de origem conforme recomendação legal (FERREIRA, 2008). Até hoje, dados fraudulentos são utilizados para se obter a liberação da exploração florestal em áreas proibidas, ou para a disponibilização de saldos virtuais inexistentes nos sistemas oficiais de controle para a comercialização “legalizada” de madeiras extraídas ilegalmente (SILVA, 2012).

Existe um forte viés de superestimação de volumes de espécies madeireiras de alto valor em licenças de exploração madeireira. A fraude foca nas espécies mais valiosas e estratégias complementares para gerar um “excedente” de madeira licenciada que pode ser usada para legalizar madeira proveniente da extração ilegal de madeira (BRANCALION et al., 2018).

Fraudes no licenciamento de colheita de madeira podem ocorrer como resultado de negligência e corrupção de várias formas: (i) aprovação de atividades madeireiras em áreas já exploradas ou desmatadas, (ii) emissão de créditos (isto é, licença para colheita de madeira) independentemente da quantidade solicitada, (iii) registro de dados de árvores no sistema para emissão de créditos para empresas madeireiras que não existem ou não têm uma floresta para extrair legalmente, (iv) obtenção de crédito para áreas onde não há intenção de explorar, e (v) superestiva do volume ou densidade de espécies valiosas (BRANCALION et al., 2018).

A eficácia das intervenções políticas para impedir a extração ilegal de madeira na Amazônia é menos conhecida e difícil de medir (BRANCALION et al., 2018). Os produtos florestais oriundos de exploração florestal ilegal acabam sendo encobertos por explorações florestais licenciadas (SILGUEIRO et al., 2015). O grau em que os madeireiros individuais estão em conformidade com as autorizações de exploração florestal (Autef) é pouco conhecido e não há alternativa disponível para avaliações em grande escala de irregularidades mais sutis com licenças de exploração madeireira (BRANCALION et al., 2018).

O volume efetivamente explorado nas unidades de manejo florestais é influenciado pela precisão do volume calculado no romaneio em relação ao censo florestal e pela diferença

de volume entre árvores autorizadas para corte e substitutas (ALMEIDA, 2018). Nas normas florestais conceitua-se o volume efetivamente explorado como aquele apurado durante o relatório de atividades exploratórias e pela movimentação de produtos florestais nos sistemas oficiais de controle (SEMAS, 2015). Ainda não há referências científicas sobre o volume efetivamente explorado em planos de manejo florestais na Amazônia, principalmente, comparando as informações registradas nos sistemas oficiais de controle e licenciamento florestal com as observações de campo.

Diante disso, levantou-se a seguinte questão científica: o rendimento volumétrico e a quantidade de árvores efetivamente exploradas de planos de manejo em florestas públicas e privadas são estatisticamente iguais?

Na presente pesquisa objetivou-se analisar a consistência entre o volume e número de árvores, autorizado e explorado, entre planos de manejo madeireiro em florestas públicas e privadas baseado nos dados dos sistemas oficiais de controle no estado do Pará, Amazônia oriental, Brasil.

2 HIPÓTESE

A hipótese desta pesquisa é que a produção e rendimento da exploração, expresso através do rendimento em volume e árvores exploradas, de planos de manejo em florestas públicas é igual ao de florestas privadas:

H1: O rendimento volumétrico e o número de árvores exploradas percentual é igual entre planos de manejo em florestas públicas e privadas.

Os rendimentos volumétricos entre planos de manejo em florestas públicas e privadas deveriam ser idênticos estatisticamente porque não há fundamentação técnica para justificar a diferença. A diferença de rendimento detectada através da análise das volumetrias declaradas nos sistemas oficiais de controle florestal pode ser um indício de que a produção virtual não guarda relação com a exploração florestal real.

A hipótese está amparada no fato de que planos de manejo em florestas públicas e privadas são executados com metodologia tecnológica e arcabouço técnico-normativo

idênticos. Sobretudo, o que os diferencia são: (i) a dominialidade da floresta manejada, (ii) o contrato de concessão florestal que implica em manejo florestal de longo prazo, (iii) o pagamento dos produtos florestais obtidos (por metro cúbico), (iv) a fiscalização de órgãos ambientais anuais e recorrentes, principalmente em função do controle da produção florestal para a indenização pública, e auditorias independentes. Entretanto, essas diferenças são de caráter administrativo e não deveriam implicar em diferenças significativas entre os rendimentos da exploração florestal, expresso por meio das médias de volumes efetivamente explorados e número de árvores exploradas, em relação aos autorizados. Desta forma, o rendimento da exploração de planos de manejo em florestas públicas e privadas deveriam ser, estatisticamente, iguais. Em caso contrário, dentre as explicações possíveis, há a questão da diferença no rendimento das variáveis volume e número de árvores explorados como um indicador de indício de ilegalidade sistemática, associado ao esquentamento de madeira pois nada os distingue do ponto de vista técnico.

A hipótese alternativa justifica-se pelo pagamento pecuniário do volume explorado nos sistemas oficiais de controle pelos planos de manejo em florestas públicas. O pagamento pecuniário do volume explorado nos sistemas oficiais de controle por concessionários de planos de manejo em florestas públicas implica em um custo do crédito florestal que inviabilizaria o “esquentamento” de madeira por meio da venda virtual de créditos. Soma-se a isso as condições de licenciamento e administração dos contratos de concessão florestal, havendo risco de quebra contratual e sanções, envolvendo, simultaneamente, diferentes instituições ambientais e auditorias independentes, implementadas pela Lei nº 11.284/2006.

3 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo geral é avaliar se a produção e rendimento da exploração em florestas públicas é igual ao de florestas privadas. Especificamente, objetivamos (i) avaliar se há diferença no **volume efetivamente explorado** e (ii) no **número de árvores exploradas** de PMFS entre florestas públicas e privadas.

4 REVISÃO DE LITERATURA

A maioria das florestas tropicais nativas da Amazônia têm sido explorada de forma não sustentável, o que implica na perda da cobertura florestal e da diversidade de espécies, antes mesmo que se tenha o conhecimento dessa riqueza natural. Isso tem levado a sociedade a questionar os modelos de utilização dos recursos da floresta (JARDIM; QUADROS, 2016).

A evolução no conhecimento do monitoramento e nas técnicas de manejo florestal não tem sido acompanhada por estudos dos sistemas oficiais de controle florestal que, contribuem para a melhor compreensão da atividade de manejo florestal (TAKEDA, 2015). Teoricamente, PMFS sob concessões florestais onerosas apresentariam melhor acurácia entre o volume florestal efetivamente explorado, as informações declaradas nos sistemas de controle florestal e o procedimento de controle de origem. Como pilares desse modelo de manejo estariam a exploração de impacto reduzido, a certificação, a fiscalização e o estabelecimento de mecanismos para desenvolvimento da economia florestal (CARNEIRO, 2011).

Os planos de manejo florestal são instrumentos usados para garantir que as florestas sejam manejadas de forma a sustentar o fornecimento de bens e serviços em longo prazo. Planos de manejo florestal são estabelecidos para finalidades diferentes ou múltiplas, como produção, conservação e prestação de serviços ambientais (MACDICKEN, 2015).

A descentralização da gestão florestal a partir da lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei nº 11.284/2006) transferiu aos estados da federação a competência para aprovar a exploração de florestas e formações sucessoras na Amazônia brasileira, públicas ou privadas, exceto florestas públicas e unidades de conservação federais ou municipais, nos empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional ou nos casos de delegação, quando couber, que permanece sob competência federal (BRASIL, 2006; DE SÁ ROCHA et al., 2014)

O novo Código Florestal (Lei nº 12.651/12) define o manejo florestal sustentável como “a administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies

madeiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços” (BRASIL, 2012).

Mais de 90% da madeira produzida na Amazônia brasileira tem origem em florestas privadas. Porém, muito poucas empresas florestais exploram suas próprias florestas. Plano de manejo florestal em florestas privadas com UPA única ou, no máximo, cinco UPAs ainda são comuns. Conseqüentemente, as empresas estão em busca contínua de novas áreas de floresta para garantir o fornecimento de madeira. Adicionalmente, Pokorny & Steinbrenner (2005) relataram que apenas uma pequena proporção da madeira é originada de planos de manejo florestal oficialmente aprovados.

De acordo com Reis et al. (2010), o manejo florestal proporciona o segundo ciclo de corte em um espaço de tempo menor, contribui para a manutenção da biodiversidade e pode sustentar a indústria madeireira, que ainda é um dos maiores geradores de renda da região Norte.

A exploração florestal legalizada é decorrente do licenciamento do Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, que é o documento técnico básico que apresenta as diretrizes e procedimentos para administração da floresta, em conformidade com os princípios do manejo florestal sustentável (BRASIL, 2009). O planejamento da exploração deve ser apresentada no PMFS e a sua execução é determinada pelo Plano Operacional Anual – POA, documento que deve ser apresentado pelo detentor do PMFS ao órgão ambiental competente, contendo as informações definidas em suas diretrizes técnicas constantes do PMFS, com a cronologia e especificação das atividades a serem realizadas no ano a que se refere (BRASIL, 2006; BRASIL, 2009; SEMAS, 2015). Diante de tantas particularidades para elaboração de um plano de manejo florestal na Amazônia, ainda é comum a visão de que o plano de manejo é um documento puramente burocrático com intuito de solicitar autorização para explorar a floresta, sem preocupação com a perpetuação do ecossistema florestal ao longo do tempo (PAPA, 2018).

O PMFS define a Área de Manejo Florestal – AMF que consiste no conjunto de unidades de manejo florestal que compõem o PMFS, contíguas ou não, localizadas em um único Estado. A AMF é subdividida em Unidades de Produção Anual – UPA, ou seja, na área de floresta que será explorada a cada ano, portanto, a cada POA (BRASIL, 2006; BRASIL, 2009; SEMAS, 2015). No caso do estado do Pará, quando a unidade de manejo florestal –

UMF não for maior que 500 hectares pode haver uma única UPA, quando varia entre 501 a 1500 hectares, deve ser dividida em pelo menos duas UPAs e quando a UMF for maior que 1500 hectares deve ser dividida em pelo menos três UPAs (SEMAS, 2015).

Tradicionalmente, a AMF é dividida manualmente em unidades de produção, cujos tamanhos e formas são determinados semelhantes sempre que possível. A alocação física das UPAs pode ser feita, por exemplo, em função do inventário censitário, identificação de áreas produtivas ou então a partir das áreas de preservação permanente. Os aspectos técnicos também são importantes, como àqueles que definem a intensidade da exploração, o número de indivíduos exploráveis, alocação de pátios de estocagem e o ciclo de corte. Além disso, também podem ser consideradas informações, como o valor comercial das espécies, a distância até os clientes, os insumos necessários, os custos de produção e a tecnologia para se realizar a exploração (AGUIAR et al., 2019).

Os planos de manejo florestais são classificados quanto à dominialidade da floresta, o detentor e, no caso do Pará, o tamanho da UMF e número de UPAs, dentre outras classificações normativas. Quanto à dominialidade da floresta os planos de manejo florestais dividem-se em PMFS em florestas públicas e PMFS em florestas privadas. O detentor define os PMFS nas categorias individual, para pessoas físicas; empresarial, para pessoas jurídicas florestais; comunitário, para as associações, cooperativas ou entidades similares de caráter comunitário em florestas públicas ou privadas e; em floresta pública, executado pelo concessionário em contratos de concessão florestal, conforme a Lei 11284/2006 (BRASIL, 2006; SEMAS, 2015).

O tamanho da UMF e número de UPA dos planos de manejos dividem os PMFS naqueles com UPA única; PMFS com mais de uma UPA cujo número, porém, não completa um ciclo de corte e; PMFS com mais de uma UPA, cujo número é igual ao ciclo de corte. (SEMAS, 2015).

A aprovação do POA pelo órgão ambiental competente culmina na emissão da autorização para a exploração florestal. A autorização para exploração florestal – Autex ou Autef, de acordo com o texto normativo, é o documento expedido pelo órgão ambiental competente que autoriza o início da exploração da Unidade de Produção Anual – UPA, do ano a que se refere, e especifica o volume máximo por espécie permitido para exploração referente ao POA (BRASIL, 2006; SEMAS, 2015).

Os planos de manejo florestal madeireiros que utilizam máquinas para o arraste de toras são enquadrados como “plenos” quanto à intensidade da exploração para a produção de madeira. Estes PMFS seguem os mesmos dispositivos técnicos-normativos quanto ao inventário florestal e a estimativa de volume, intensidade de corte, estimativa da capacidade produtiva da floresta, ciclo de corte, critérios de seleção e manutenção de árvores por espécie manejada, diâmetro mínimo de corte, procedimento de controle da origem da produção por meio do rastreamento da madeira das árvores exploradas e da execução da exploração de impacto reduzido (BRASIL, 2006; SEMAS, 2015).

Em florestas privadas o crédito florestal virtual, que pode ser eletronicamente transferido a outra empresa florestal por meio da simulação de uma operação de transporte de produto florestal e emissão de nota fiscal, representa a intenção de aumentar ilegalmente a receita do plano de manejo. O crédito florestal residual, resultante da diferença entre o volume autorizado e explorado, deveria ser estornado do sistema de controle de produtos florestais. Entretanto, este crédito florestal pode ser vendido para viabilizar o transporte e transformação de produtos florestais obtidos em fontes ilegais e insustentáveis. Por meio dos sistemas oficiais de controle florestal é realizada a emissão virtual de documentos de transporte entre origem e destino. Esta operação gera débito de volume na origem e crédito no destino, porém, desassociada parcial ou integralmente do produto florestal físico.

O sucesso do manejo florestal sustentável vai depender, principalmente, da maneira como são realizadas as operações florestais, especialmente a exploração, que, para ser considerada de impacto reduzido, deve estar alicerçada em diversos fatores ecológicos, econômicos e sociais, com informações técnicas e confiáveis (HIRAI et al., 2008).

As autorizações de exploração florestal devem respeitar uma intensidade máxima de $30 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ de madeira em ciclos de corte de 25 a 35 anos e um diâmetro mínimo de corte de 50 cm, respeitando os critérios de manutenção de árvores remanescentes (pelo menos 10% das árvores grandes com DAP comercial na área ou três árvores por 100 ha). A extração, transporte, processamento e comercialização de madeira legal são rastreados por meio do Documento de Origem Florestal – DOF (ou seja, documentação formalmente exigida em cada uma dessas etapas) ou, no caso de alguns estados como Pará e Mato Grosso, são utilizados sistemas de controle florestal próprios que são interligados subordinadamente ao sistema DOF, o que deveria, em teoria, evitar fraudes (BRANCALION et al., 2018; BRASIL,

2009).

A produção florestal é controlada após a derruba das árvores, por meio da marcação da tora proveniente de um mesmo fuste, de maneira que possibilite relacionar a tora ao número da árvore selecionada para corte ou sua substituta. As toras oriundas da exploração autorizada devem possuir identificação da UPA, da UT e número da placa de identificação e secção do fuste, em meio que garanta a permanência das informações pelo período mínimo de dois anos, inclusive nas toras armazenadas nos pátios das indústrias madeireiras antes de seu desdobramento. Estes dados do romaneio da produção devem ser inseridos nos sistemas oficiais de controle florestal para a consolidação dos respectivos créditos florestais e emissão das guias de transporte florestais (SEMAS, 2015).

A autorização de exploração é emitida contendo uma listagem das espécies autorizadas a explorar, associada ao respectivo número de árvores e ao volume estimado. Em seguida, a autorização de exploração florestal é cadastrada no sistema oficial de controle por meio da inserção das espécies e volumes associados ao autorizado, para a emissão de guias florestais. Conforme estabelecido no POA, a exploração florestal busca extrair o número de árvores autorizado por espécie obedecendo o limite de volume respectivo. Finalmente, após o encerramento da exploração florestal, na fase pós-exploratória, o detentor deve apresentar um relatório de atividades, prestando contas do volume explorado e movimentado nos sistemas oficiais de controle, correspondente ao número de árvores exploradas por meio do romaneio de toras. Enquanto o volume autorizado é estimado, por outro lado, o número de árvores autorizadas é preciso e fixo. Portanto, ultrapassá-lo consiste em infração ambiental prevista na normatização florestal brasileira (BRASIL, 2008).

Dentre tantos desafios e dificuldades de se elaborar um plano de manejo com qualidade na Amazônia, é preciso buscar soluções que aumentem a capacidade de monitoramento dos órgãos de controle do estado, bem como a acurácia das informações de campo que subsidiem a elaboração de projetos mais adaptados à realidade florestal por parte dos técnicos e empresários do setor (PAPA, 2018).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Critérios de seleção dos planos de manejo florestais

Foram avaliados planos de manejo madeireiros licenciados por meio dos sistemas eletrônicos oficiais de controle de produtos florestais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama e da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade – Semas, localizados em florestas naturais públicas (concessões florestais) e privadas no estado do Pará.

Em teoria, estes PMFS seguem as normas florestais brasileiras, possuem autorização para a exploração florestal (Autef) e, portanto, devem seguir princípios técnico-científicos do manejo florestal em sistema silvicultural policíclico, executar exploração florestal de impacto reduzido e possuir sistema de controle de origem de produtos florestais.

O período analisado abrange autorizações de exploração florestal válidas entre 2012 e 2017. A escolha foi definida a partir da aprovação das primeiras autorizações de exploração florestal em florestas públicas no estado do Pará, que ocorreu em 2012, e do limitado número de PMFS em florestas públicas comparados àqueles em florestas privadas.

A partir dos sistemas oficiais de controle florestal, de cada plano de manejo florestal, foram relacionadas as respectivas autorizações de exploração florestal e, destas, obtidos o volume autorizado (volume original), o volume explorado (volume movimentado em guias florestais), o número de árvores autorizadas para corte e exploradas, para realizar o cálculo das variáveis índice de rendimento da exploração florestal em volume (IREFvol) e índice de rendimento da exploração florestal em número de árvores (IREFna). Todos os PMFS selecionados foram pré-avaliados, individualmente, visando detectar a incidência de autuações e embargos ambientais que pudessem prejudicar a execução da exploração florestal e a movimentação de produtos florestais (guias florestais transportadas), especificamente, toras de madeira. Foram excluídos aqueles com paralisação de atividades exploratórias superior a dois meses ou que a suspensão das atividades estivesse associada à utilização de menos de 80% do volume aprovado dentro da validade da Autef. Este procedimento visa selecionar planos de manejo que desenvolveram suas atividades exploratórias, no período de validade da Autef, sem impedimento legal ou administrativo que

afetasse a execução do cronograma de atividades, especificamente, a execução plena da exploração florestal projetada.

Foram considerados os planos de manejo em florestas públicas federais localizados nas Florestas Nacionais (Flona) de Saracá-Taquera e Altamira. No âmbito estadual, foram utilizados os planos de manejo sob concessão florestal localizados no conjunto de Glebas Mamuru-Arapiuns e na Floresta Estadual do Paru.

Os PMFS foram categorizados quanto a dominialidade da floresta – florestas públicas federais, estaduais e privadas - e número de unidades de produção anual – UPA, constituindo os tratamentos analisados: (a) pública – sob (i) concessão florestal federal e (ii) estadual; e (b) privados – com (i) uma única unidade de produção anual (UPA), com (ii) mais de uma UPA e (iii) sob domínio comunitário. Todos os PMFS em florestas públicas apresentam várias UPAs visando comportar o ciclo de corte. Por outro lado, a maioria dos PMFS em florestas privadas possuem uma única UPA. A diferenciação de PMFS em florestas privadas com uma única UPA e com mais de uma UPA visa observar se o número de UPAs pode estar associado a rendimentos produtivos com respostas diferentes.

5.2 Planos de manejo florestais selecionados (amostragem)

As Autef dos PMFS foram selecionadas aleatoriamente, com área de UPA e volume autorizados mínimos de 500ha e 20 mil m³, respectivamente, exceto para os de domínio comunitário com mínimo de 390ha e 11 mil m³. Desta forma, foram selecionadas 17 Autef em floresta pública federal, 17 Autef em floresta pública estadual, 17 Autef em floresta privada com mais de uma UPA, 17 Autef em floresta privada de UPA única e 17 Autef em floresta sob domínio comunitário, totalizando 85 Autef (Figura 1 e Tabela 1).

Figura 1: Mapa de localização dos planos de manejo florestais selecionados em florestas públicas e privadas no Estado do Pará, Brasil.

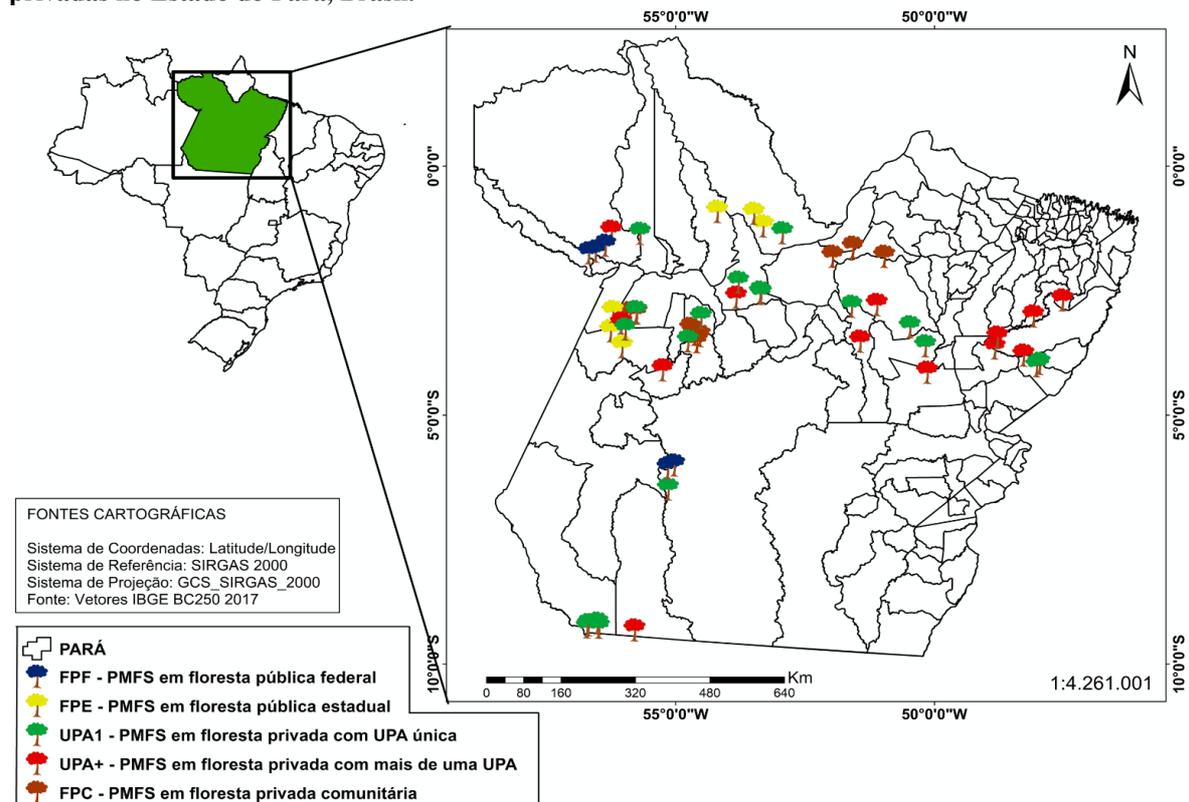


Tabela 1: Área total, amplitude e médias de área, volume e intensidade de corte, seguidos do desvio padrão da amostra, nos planos de manejo florestais selecionados em florestas públicas e privadas no estado do Pará, Brasil.

Categorias de PMFS (Tratamentos)	Número de Autefs	Área das UPAs (ha)	Amplitude de área da UPA (ha)	Área média das UPAs (ha)	Volume médio aprovado (m³)	Intensidade média de corte (m³/ha)
Floresta pública federal	17	24.391,08	700,0 – 3.544,85	1.461,9 (±1.037,85)	29.922,3 (± 1.7302,44)	22,2 (± 4,39)
Floresta pública estadual	17	36.134,70	688,1 – 3.944,8	2.108,6 (±1.050,99)	50.002,4 (± 25.405,27)	23,6 (± 1,98)

Floresta privada de UPA única	17	15.264,02	617,6 – 1.349,4	915,6 (± 264,68)	24.596,9 (± 8.180,88)	26,6 (± 3,22)
Floresta privada com mais de uma UPA	17	29.665,41	584,3 – 2.990,3	1.673,8 (± 969,04)	44.205,5 (± 23.127,17)	25,7 (± 5,34)
Floresta sob domínio comunitário	17	35.542,75	393,63 – 5.616,32	2.090,7 (±1.640,30)	114.405,70 (± 38.872,56)	25,20 (± 4,98)
Total	85	140.997,96				

Fonte: O autor.

5.3 Índices de rendimento da exploração florestal volumétrico (IREFvol) e do número de árvores exploradas (IREFna)

A relação simples entre o volume autorizado e o volume explorado – neste caso, considerado o volume transportado através de guias florestais – registrados nos sistemas oficiais de controle de produtos florestais constituirá a primeira variável de interesse deste estudo (índice de rendimento da exploração florestal volumétrico – IREFvol).

Assim, das autorizações de exploração florestal (Autef) selecionadas foram obtidos os volumes autorizados e efetivamente explorados para calcular o índice de rendimento da exploração florestal em volume (IREFvol), em escala de percentual. Quanto mais próximo de 100% o IREFvol mais o volume efetivamente explorado aproxima-se do volume autorizado.

$$\text{IREFvol} = (\text{VEE}/\text{VA}) * 100 \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

- IREFvol (Índice de rendimento da exploração florestal volumétrico).
- VEE (Volume efetivamente explorado): Volume efetivamente explorado na Autef e;
- VA (Volume autorizado): volume autorizado registrado na autorização de exploração florestal.

O índice de rendimento da exploração florestal (IREFvol) do volume foi calculado para as 85 Autef dos planos de manejo madeireiros selecionados em florestas públicas e privadas no estado do Pará. Volume efetivamente explorado é definido como o volume apurado durante o relatório de atividades e pela movimentação de produtos florestais nos sistemas oficiais de controle, conforme a Instrução Normativa nº 05/2016 do órgão estadual de meio ambiente.

Adicionalmente foi obtido o número de árvores exploradas em cada Autef usando os registros do sistema estadual de controle florestal (Sisflora) que possui o registro de controle de origem (cadeia de custódia) a partir de 2016. De maneira análoga, calculou-se o índice de rendimento da exploração florestal do número de árvores exploradas (IREFna) percentual do número de árvores exploradas por meio da relação simples entre o número de árvores exploradas e autorizadas através da Autef, que será chamado de IREFna (Índice de rendimento da exploração florestal do número de árvores exploradas). Para a contagem das árvores exploradas foram consideradas aquelas registradas no sistema de controle de origem dos sistemas oficiais de controle, ou seja, no romaneio de toras de cada guia de transporte florestal (SEMAS, 2015).

$$\text{IREFna} = (\text{NAE}/\text{NAA}) * 100 \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

- IREFna (Índice de rendimento da exploração florestal do número de árvores exploradas).
- NAE (Número de árvores exploradas): Número de árvores exploradas e;
- NAA (Número de árvores autorizadas): Número de árvores autorizadas na autorização de exploração florestal.

Para a análise estatística do IREFvol foram considerados cinco tratamentos, sendo a variável resposta o índice de rendimento da exploração florestal, relacionados a seguir:

T1: Índice de rendimento da exploração florestal volumétrico de PMFS em florestas públicas federais;

T2: Índice de rendimento da exploração florestal volumétrico de PMFS em florestas públicas estaduais do Pará;

T3: Índice de rendimento da exploração florestal volumétrico de PMFS em florestas privadas com UPA única;

T4: Índice de rendimento da exploração florestal volumétrico de PMFS em florestas privadas com mais de uma UPA.

T5: Índice de rendimento da exploração florestal volumétrico de PMFS em florestas de domínio comunitário.

Para a análise estatística do IREFna foram considerados somente dois tratamentos e 20 Autef, em função da limitação da disponibilidade das 85 Autef selecionadas que utilizaram integralmente o sistema de controle com romaneios para o controle da produção, ou seja, que tiveram suas Autef emitidas entre 2016 e 2017:

T1: Índice de rendimento da exploração florestal do número de árvores exploradas de PMFS em florestas públicas e;

T2: Índice de rendimento da exploração florestal do número de árvores exploradas de PMFS em florestas privadas.

Os testes de hipóteses de Kolmogorov-Smirnov e Levene foram realizados para avaliar as suposições de normalidade e homocedasticidade de variâncias, respectivamente, exigidas para testes paramétricos. Se as suposições da Análise de Variância (ANOVA) não forem atendidas, será utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (teste H), seguido do pós-teste de comparações múltiplas de Dunn com fins de comparar o índice de rendimento da exploração florestal volumétrico (IREFvol) e índice de rendimento da exploração florestal do número de árvores exploradas (IREFna) entre os tratamentos.

6 RESULTADOS

Os índices de rendimento da exploração florestal volumétrico – IREFvol é apresentado na Tabela 2. De modo geral, o teste de Kruskal-Wallis revelou haver diferenças

significativas no rendimento da exploração florestal volumétrico entre planos de manejo em florestas públicas e privadas.

Os planos de manejo em florestas privadas com uma única UPA apresentaram índice de rendimento da exploração florestal volumétrico (IREFvol) médio de 93,69% (76,17% - 99,84%), o IREFvol foi de 87,39% (68,86% - 99,68%) naqueles com mais de uma UPA e, finalmente, de 91,19% (84,97% - 99,99%) nos de domínio comunitário (Tabela 2).

Por sua vez, os planos de manejo em florestas públicas apresentaram índices de rendimento da exploração florestal volumétrico (IREFvol) médio de 58,57% (29,51% - 79,04%) e 64,96% (35,52% - 87,96%) em florestas públicas estaduais e federais, respectivamente.

Tabela 2: Índices de rendimento da exploração florestal volumétrico (IREFvol) das autorizações de exploração dos planos de manejo em florestas públicas e privadas no Estado do Pará. (N = 17)

Autorizações de exploração florestal					
	Floresta pública estadual	Floresta pública federal	Floresta privada com mais de uma upa	Floresta privada com upa única	Floresta comunitária
IREFvol (%)	29,51	35,52	68,86	76,17	84,87
	35,32	46,51	70,25	81,48	84,89
	37,51	51,92	75,76	85,00	85,49
	48,17	54,83	76,29	86,84	86,10
	51,53	56,37	77,91	90,46	86,18
	52,22	57,04	82,58	93,48	86,79
	56,12	58,39	84,82	94,40	87,13
	56,23	59,78	86,95	94,72	90,79
	60,78	66,81	87,26	95,54	91,65
	61,92	66,88	88,18	98,85	92,28
	62,03	70,58	94,93	99,01	92,96

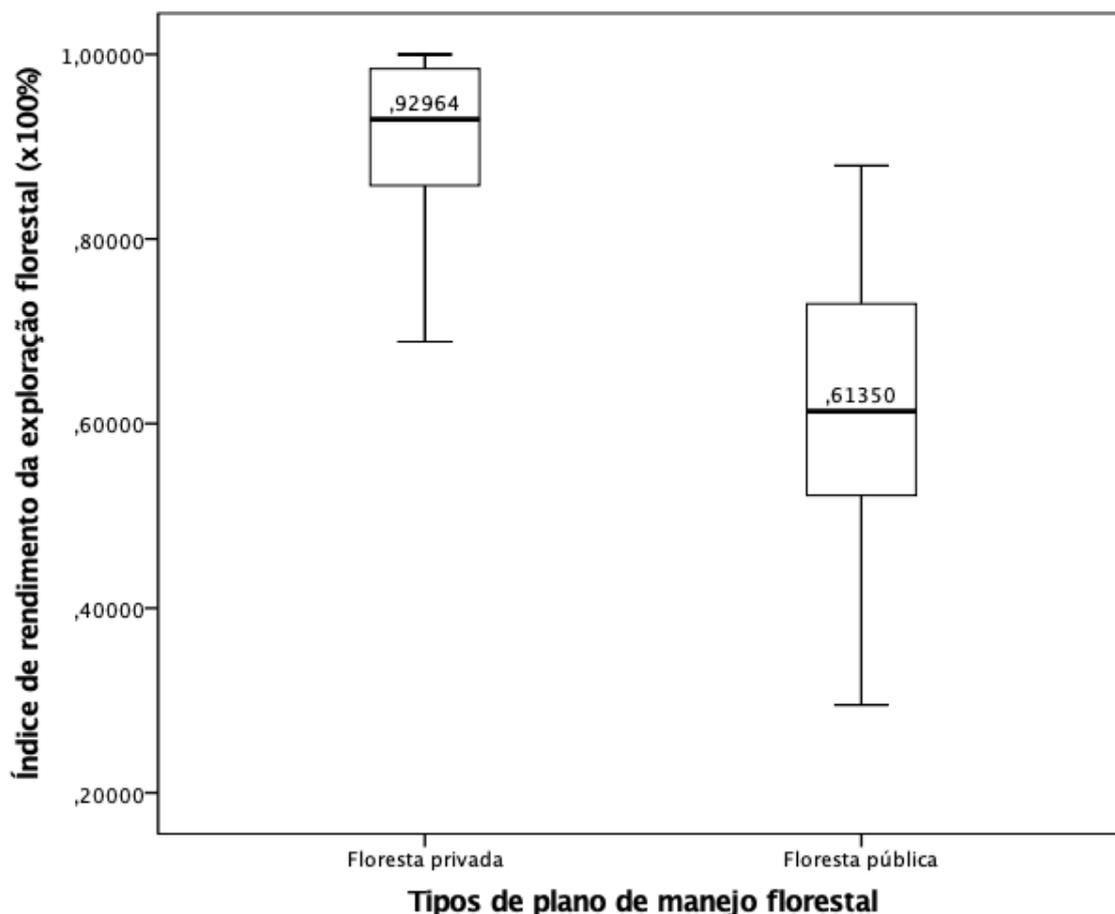
	67,04	72,96	97,84	99,06	93,48
	71,85	74,31	98,23	99,23	94,57
	72,14	79,17	98,43	99,32	95,54
	75,87	80,67	98,46	99,63	98,00
	78,40	84,70	99,24	99,79	99,57
	79,04	87,96	99,68	99,84	99,99
Média	58,57	64,96	87,39	93,69	91,19
Desvio padrão	15,02	14,24	10,71	7,29	5,20
Erro padrão	3,643	3,453	2,597	1,768	1,262

Fonte: O autor.

A análise do IREFvol dentro de cada tratamento reporta maior variação no rendimento da exploração florestal dos planos de manejo em florestas públicas em relação aos planos de manejo em florestas privadas. Por exemplo, enquanto em planos de manejo sob domínio comunitário encontra-se variação do IREFvol na ordem de 5,2% do valor da média, nos planos de manejo em floresta pública estadual a variação do IREFvol foi de 15,02%.

As medianas do IREFvol para os planos de manejo em florestas privadas foi de 92,96% enquanto que nas florestas públicas foi de 61,35% (Figura 2). De forma geral, nos planos de manejo em florestas privadas o volume autorizado nas Autef foi quase que integralmente atingido, sendo pouco influenciado pela ocorrência de oco, descarte e substituição de árvores ou a influência da variável altura no inventário florestal no cálculo do volume realizado com equação genérica. Por outro lado, aproximadamente, 38% do volume autorizado nos planos de manejo em florestas públicas foram afetados em perdas pela ocorrência do oco, pelos procedimentos de descarte e substituição de árvores a explorar, entre outras variáveis exploratórias.

Figura 2: Box-plot dos índices de rendimento da exploração florestal volumétrico (IREFvol) de planos de manejo em florestas públicas e privadas no Estado do Pará, Brasil.



Fonte: O autor.

Planos de manejo em florestas privadas concentraram 100% dos IREFvol em valores superiores a 60% enquanto 88,23% (45 planos de manejo) encontram-se na classe de 80 a 100% de IREFvol (Tabela 3). Por sua vez, em florestas públicas, praticamente metade dos PMFS analisados (16), encontram-se nas classes de IREFvol inferior a 60%, 15 PMFS entre 60 a 80% de IREFvol (44,11%) e, finalmente, apenas três PMFS na classe IREFvol superior de 80%.

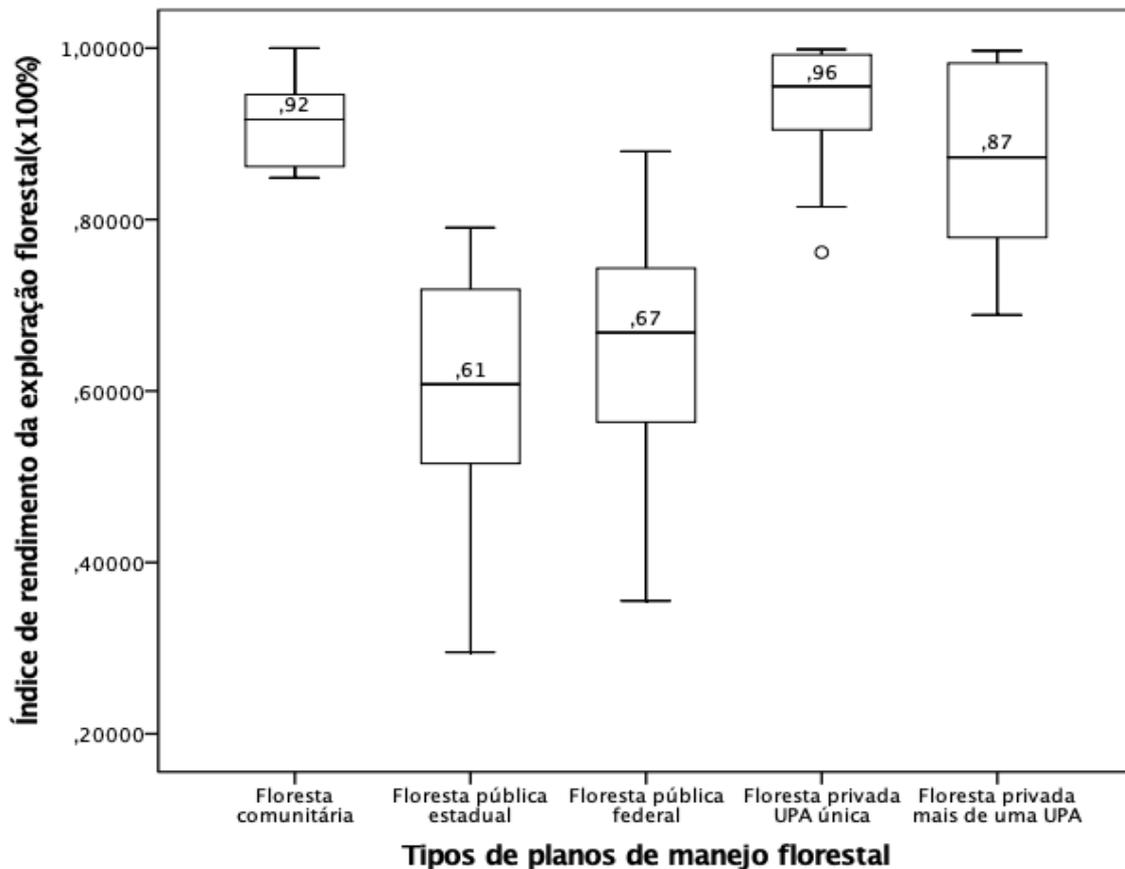
Tabela 3: Número de PMFS em florestas públicas e privadas de acordo com o índice de rendimento da exploração florestal (IREFvol) no Estado do Pará, Brasil.

Classe de IREF _{VOL}					
PMFS	20 - 40%	40 - 60%	60-80%	80 - 100%	Total
FLORESTA PÚBLICA	4	12	15	3	34
FLORESTA PRIVADA	-	-	6	45	51

Fonte: Autor.

Observando as medianas de IREF_{vol} registra-se a maior dispersão de resultados em torno da mediana nos planos de manejo em florestas públicas em relação àqueles em florestas privadas (Figura 3). Por outro lado, uma menor dispersão de resultados em torno das maiores medianas observadas nos planos de manejo em florestas privadas demonstra o comportamento mais previsível destes planos de manejo. Existe a possibilidade de que os volumes registrados como explorados nos sistemas oficiais de controle florestal sejam imprecisos, propositalmente, ou seja, que sejam declarados acima do real.

Figura 3: Box-plot dos índices de rendimento da exploração florestal volumétrico (IREFvol) com outlier (o) de acordo com as categorias de planos de manejo em florestas públicas e privadas: (i) em floresta pública federal, (ii) em floresta pública estadual, (iii) em floresta privada com uma única UPA, (iv) em floresta privada com mais de uma UPA e (v) em florestas sob domínio comunitário, no Estado do Pará, Brasil.



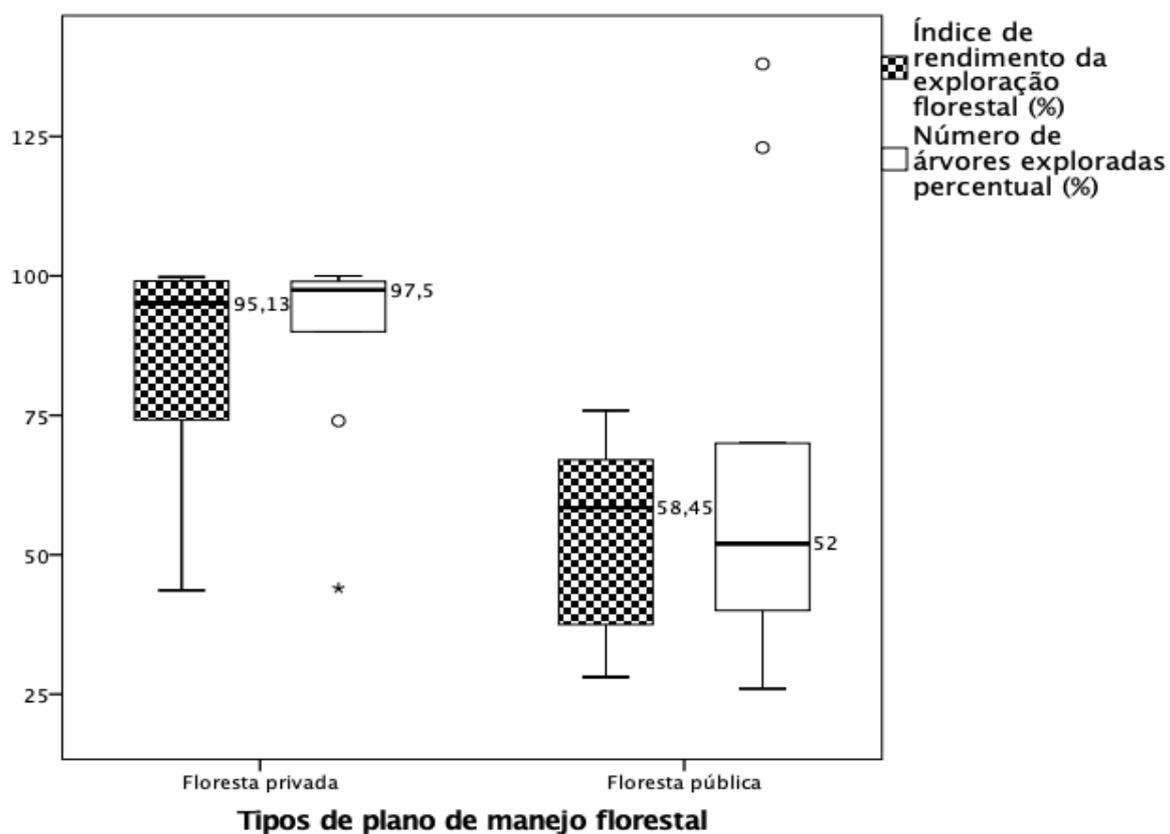
Fonte: O autor

O teste de Kruskal-Wallis revelou que o IREFvol em planos de manejo nas florestas públicas e privadas são estatisticamente diferentes ($H=53,937$ e $p=0,001$). Enquanto não há diferença no IREFvol entre planos de manejo em florestas públicas federais e estaduais e entre planos de manejo em florestas privadas de UPA única, com mais de uma UPA e de domínio comunitário a 5% de probabilidade (Figura 3). Portanto, planos de manejo em florestas públicas e privadas formam dois blocos diferentes estatisticamente.

Os PMFS em florestas privadas apresentaram índice de rendimento da exploração florestal do número de árvores exploradas (IREFna) oscilando entre 43,63% e 99,84%, com valor médio de 89,53% (Tabela 4). Isto quer dizer que, de cada 10 árvores selecionadas para

corte e autorizadas para a exploração, em média, nove (9) foram efetivamente exploradas. Em nenhum dos casos observados o número de árvores exploradas foi superior ao autorizado. Por sua vez, os PMFS em florestas públicas apresentaram IREFna oscilando entre 25,61% e 137,82%, com valor médio de 65,51%. Isto indica que de cada 10 árvores autorizadas, 7 foram exploradas..

Figura 4: Box-plot do índice de rendimento da exploração florestal do número de árvores exploradas (IREFna) com outliers (o, *) de planos de manejo em florestas públicas e privadas no estado do Pará, Brasil.



Fonte: O autor.

Tabela 4: Índice de rendimento da exploração florestal do número de árvores exploradas (IREFna) de 10 PMFS em florestas públicas e privadas no Estado do Pará, Amazônia oriental.

	AUTEFS em Floresta pública	AUTEFS em Floresta privada
	IREFna (%)	IREFna (%)
	40,05	43,63
	37,4	74,18
	25,61	90,46
	51,36	94,72
	46,26	95,54
	69,91	98,85
	70,34	99,06
	123,24	99,23
	137,82	99,79
	53,09	99,84
Média	65,51	89,53
Desvio padrão	37,06	17,92
Erro padrão	11,72	5,67

Fonte: Autor.

Analisando o IREFna entre planos de manejo em florestas públicas e privadas, o teste de Kruskal-Wallis revelou que não houve diferença estatística ($H=3,588$ e $p=0,058$), rejeitando-se a hipótese.

7 DISCUSSÃO

Nenhum dos planos de manejo analisados ultrapassou o limite legal imposto pelas normas florestais vigentes da intensidade de exploração florestal de $30\text{m}^3/\text{ha}$ (BRASIL, 2009). Quando aplicada uma alta intensidade de exploração, mesmo o manejo realizado pela

exploração de impacto reduzido não é suficiente para sustentar a produção de madeira estabelecida para o ciclo mínimo de corte (MAZZEI et al., 2010).

Mesmo com os benefícios gerados pelo manejo florestal, este pode se tornar um problema, pois para cada metro cúbico licenciado é gerado um metro cúbico virtual, fato que permite que os aspectos legais e ilegais permaneçam atrelados de maneira sutil, dificultando sua segregação (RICHARDSON; PERES, 2016; TREVISAN, 2018). Na maioria dos casos, o volume autorizado é estimado usando a fórmula do cilindro que é corrigido com um fator de forma comum para toda a região amazônica, calculado em 0,7 desde os primeiros inventários florestais realizados nos anos 1950 (TREVISAN, 2018). Então, o volume autorizado no plano de manejo florestal é estimado e influenciado pela precisão da variável altura e a utilização de equação de volume genérica. Portanto, em teoria, planos de manejo em UPA única, que representam a maioria dos PMFS do Pará, teriam volumes estimados na fase pré-exploratória menos precisos que aqueles que dispõem de equações de volume específicas.

Todos os planos de manejo, a partir da segunda Unidade de Produção Anual (UPA), devem apresentar o volume comercial de árvores em pé, calculado por meio de equações desenvolvidas especificamente para a floresta que está sendo manejada. Equações de volume específicas melhoraram a precisão do cálculo de volume, ou seja, estimam a volumetria mais real da floresta e, conseqüentemente, minimizam a possibilidade do comércio ilegal de créditos de volume de madeira, fato este que ainda existe no estado do Pará (RIBEIRO; GAMA; MELO, 2014). Contudo, neste estudo os IREFvol dos PMFS privados com mais de uma UPA não se diferenciaram estatisticamente daqueles com uma única UPA.

Cada metro de altura comercial superestimado está associado a um ganho considerável nas estimativas de volume de madeira da floresta. A altura comercial é sempre aplicada na equação de volume comercial para o primeiro ano de exploração florestal e geralmente os planos de manejo do Pará são explorados em um único ciclo ou UPA. A obrigação de se desenvolver equações de volume conforme determinação legal para o segundo POA, vem sendo ignorada pelos empresários e engenheiros que atuam na região (TREVISAN, 2018). O plano de manejo florestal com uma única UPA constitui uma estratégia na maioria dos planos de manejo para evitar o desenvolvimento das equações

específicas que implicam na cubagem rigorosa de árvores desde o primeiro ano de exploração florestal, entre outros motivos.

A partir da comparação entre a altura comercial estimada no inventário e a observada, calculada pelo somatório do comprimento das toras no romaneio, foi constatado um erro médio de 18,93%, significativo estatisticamente (GOMES et al., 2018). Existe a indução do identificador para superestimar as alturas das árvores de maior valor comercial em troca de benefícios comerciais, ou seja, aumentar intencionalmente o número e volume de árvores, fato que está diretamente ligado com a extração ilegal de madeira em áreas não regularizadas e/ou protegidas (TREVISAN, 2018).

Na avaliação de planos de manejo por meio de vistorias de campo constatou-se que, de um modo geral, há aparentemente um não-controle do estoque madeireiro dos PMFS. O controle de volume era feito pelo agrupamento de diversas espécies em seus gêneros e não por espécies individualmente. Não foram adotadas técnicas de exploração de impacto reduzido, como a utilização de mapas de corte para localizar as árvores cortadas, sinalização para a derruba e seguir o caminho previamente sinalizado. Este fato impossibilita o rastreamento da origem das toras e foi considerado extremamente ruim para qualquer proposta de monitoramento e controle (FERREIRA, 2008). Verificações em campo de explorações florestais no estado do Pará, direcionadas somente à verificação de conformidade das espécies vernacularmente denominadas de ipê (*Handroanthus spp.*), constataram erro de identificação botânica médio de 42%, variando de nenhum erro a 93%, assim como, 31% dos diâmetros eram menores do que constava nas licenças de exploração florestal (BRANCALION et al., 2018).

Planos de manejo em florestas privadas apresentaram altos valores de IREF volumétrico e do número de árvores exploradas, que nos remete inicialmente a uma maior precisão entre o inventário florestal e os volumes registrados em romaneio de toras, em relação aos planos de manejo em florestas públicas. Entretanto a aceitação desta hipótese seria comprometida pela significativa substituição de indivíduos na exploração florestal, pela ocorrência natural de oco nas árvores e pela precisão da estimativa volumétrica com a utilização de equações de volume genéricas, principalmente porque estes fatores atingem da mesma forma planos de manejo em florestas públicas e privadas.

Em planos de manejo em florestas públicas e privadas em Rondônia foi constatado,

respectivamente, um IREFvol de 81,2% e 88,1%. A floresta privada é certificada pelo Forest Stewardship Council e a pública é em regime de concessão federal. As árvores ocas representaram 17,1% da perda de volume nas florestas públicas e 6,7% em florestas privadas (EMMERT, 2014). Em floresta pública sob domínio comunitário, observou-se um IREFvol de 84,04% (GOMES et al., 2018).

Na análise de cinco unidades de produção florestal em floresta pública federal encontrou um IREFvol médio de 65% e IREFna de 61%. Os IREFvol oscilaram entre 52,2% e 71,42% e os IREFna, por sua vez, entre 56,54% e 72,78% (BIAZATTI et al., 2019).

Durante a exploração florestal, cerca de 24,0% das árvores efetivamente selecionadas não foram exploradas pelas equipes de derrubada devido à ocorrência de oco, podridão da madeira ou sem direção de queda apropriada, sendo apurado um IREFna de 73,8% e 71,73% em duas áreas sob exploração florestal em floresta pública sob domínio comunitário (BUCHMANN, 2016).

Almeida (2018), em estudo conduzido em floresta pública federal, relatou que a grande maioria (86%) dos descartes de árvores devia-se à ocorrência de oco e responderam por 36% em relação ao total de número de árvores a explorar enquanto o volume de oco representou 38% em relação ao total a explorar.

A presença de ocos nas árvores inventariadas para corte é a principal razão para o baixo rendimento em volume de madeira, estando presente em 51,33% dos indivíduos selecionados para corte, sendo 31,86% destes constituídos por árvores com predominância ao longo do fuste, comprometendo seu aproveitamento (FERREIRA; PARAENSE, 2016).

Os resultados de IREFvol e IREFna deste trabalho se assemelham aos encontrados na literatura, embora não compatíveis com aqueles observados para florestas públicas estaduais e pelo grupo de PMFS em florestas privadas com resultados superiores a 90%. Vale ressaltar, sobretudo, que os IREFvol maiores ou iguais a 80% em floresta pública federal só ocorreram no 4º quartil e somente em três (8,82%) dos 34 PMFS analisados. Enquanto que 85,29% dos PMFS em florestas privadas concentram IREFvol de 80% até 100%. Portanto, IREFvol de planos de manejo em florestas privadas apresentam comportamento excêntrico em relação às florestas públicas.

Dentre os fatores responsáveis por não se realizar a exploração do estoque produtivo previsto para uma determinada área florestal, são listados a presença de árvores ocas,

presença de árvores protegidas no entorno da árvore selecionada para a derruba, fustes tortuosos, presença de abrigo para fauna, critérios que devem ser observados no momento de realizar o corte das árvores (SOUZA, A. L; SOARES, 2013). A diferença entre o volume planejado e o explorado é atribuída a dois fatores: i) as árvores substitutas não apresentam as mesmas dimensões das árvores inicialmente selecionadas a partir do censo; e ii) o volume calculado no romaneio é mais preciso do que o volume em pé, pois o comprimento do fuste é medido com precisão, enquanto no censo é estimado (ALMEIDA, 2018).

Conforme se pode observar, a importância relativa das árvores substitutas para o IREF e número de árvores exploradas percentual da operação florestal, é fácil entender que o volume das árvores substitutas será diferente do volume das árvores previamente autorizadas, comprometendo o IREFvol. Assim, o volume previamente autorizado na AUTEF representa uma estimativa, uma expectativa do volume a ser extraído, enquanto o número de árvores exploradas é preciso, determinado. O somatório de árvores a explorar é realizado por contagem simples e não sofre perdas em função de precisão da estimativa, como acontece com o volume contabilizado na fase pré-exploratória. Assim, o IREFna é uma variável de rendimento mais precisa.

Recentemente, os sistemas eletrônicos de controle florestal adotaram a declaração de corte ou o romaneio de toras como forma de aumentar a precisão do registro do volume efetivamente explorado. Esta medida busca evitar que a diferença entre o volume do inventário florestal e o do romaneio de toras seja utilizado para fins indevidos, ou seja, a inserção de dados falsos e “esquentamento” de madeira ilegal. Em floresta pública no Pará, encontrou-se um IREF de 80,67% e 95,53% de número de árvores exploradas percentual, realizando a substituição de cerca de 40% do número de árvores previamente selecionadas para o corte (ALMEIDA, 2018). Ou seja, embora o número de árvores exploradas aproxime-se do total autorizado (95,53%), a relevante substituição de indivíduos explica a diferença no volume explorado comparado ao autorizado (80,67%). Neste exemplo, seria aproximadamente 20% do volume autorizado que pode gerar o crédito florestal utilizado para “esquentar” madeira ilegal. Em áreas de manejo florestal vistoriadas no Pará houve evidências de que o volume de madeira do ipê relatado no sistema oficial de controle não poderia ter sido produzido apenas a partir dessa área, seguindo as regulamentações de colheita (BRANCALION et al., 2018).

Esta mudança recente nos sistemas oficiais de controle florestal visa que os créditos florestais que permitem a emissão de guias florestais tenham origem a partir dos romaneios de toras, na fase exploratória, e não dos volumes estimados das autorizações de exploração florestal. Isto significa que os gestores ambientais têm conhecimento do problema que há no controle do volume explorado nas autorizações de exploração florestal. Por exemplo, nada impede que o responsável pela execução do plano de manejo simule romaneios de toras nas declarações de corte no sistema, até que o volume estimado previsto na autorização de exploração florestal seja atingido. É preciso que os agentes públicos florestais estejam aptos a reconhecer a incompatibilidade entre o volume declarado com explorado no sistema de controle e o volume que foi efetivamente explorado no campo.

A incompatibilidade entre os recursos humanos e financeiros dos órgãos ambientais da Amazônia e a área de floresta impactada impedem a verificação em campo de todas as autorizações de exploração florestal, se tornando um convite para fraude e corrupção (BRANCALION et al., 2018). É necessário que os órgãos ambientais utilizem a amostragem nas vistorias técnicas, porém selecionando alvos por meio da inteligência na análise de dados, visando garantir que a maior parte do controle de origem florestais seja garantido no campo e não, simplesmente, como ferramenta de um processo burocrático autorizativo.

O IREFvol médio de 90,76% em planos de manejo em florestas privadas, frente aos 61,76% em florestas públicas, pode estar associado a uma tendência de envolvimento com o “esquentamento” de madeira por meio de declarações falsas de exploração de árvores nos sistemas oficiais de controle. Neste sentido, o plano de manejo florestal registra a exploração de árvores que não foram exploradas visando utilizar o saldo de volume remanescente entre o volume efetivamente explorado e o volume autorizado para legalizar árvores exploradas em outro local (BRANCALION et al., 2018; RICHARDSON; PERES, 2016).

Planos de manejo em florestas públicas são submetidos a maior rigor no controle da produção florestal devido, dentre outros fatores, ao pagamento pecuniário do volume explorado sob concessão florestal. Além disso, os órgãos ambientais envolvidos priorizam o monitoramento dos planos de manejo em florestas públicas realizando vistorias de campo recorrentes.

Nomear outras espécies como ipê, inflar o diâmetro das árvores e inventar árvores pode ser uma estratégia complementar para gerar um “excedente” de madeira de ipê

licenciada para exploração, visando “legalizar” a madeira proveniente da exploração ilegal, excedendo as taxas de colheita permitidas e derrubando árvores em áreas proibidas (BRANCALION et al., 2018).

As normas florestais federais indicam a vistoria de planos de manejo por amostragem e em período não superior a dois anos. Por outro lado, nas normas florestais estaduais, a vistoria por amostragem é aplicada a planos de manejo com área de efetivo manejo inferior a 500 hectares, sendo obrigatórias em PMFS com áreas acima de 500ha. Neste estudo, todos os planos de manejo apresentam área de efetivo manejo superior a 500 hectares. Portanto, obrigados à realização de vistoria de campo (BRASIL, 2009; SEMAS, 2015)

Os dados analisados demonstram que planos de manejo em florestas públicas apresentam rendimento volumétrico inferior aos planos de manejo em florestas privadas enquanto que não há diferença estatística no rendimento em número de árvores exploradas. Estes resultados sugerem que uma parte significativa dos planos de manejo em florestas privadas podem sistematicamente ser uma fonte de “esquentamento” de produtos florestais obtidos ilegalmente.

Os rendimentos volumétricos entre as categorias de planos de manejo deveriam ser idênticos estatisticamente porque não há fundamentação técnica para justificar a diferença. Um exemplo é o que ocorreu com o IREFna com PMFS em florestas públicas e privadas e com o IREFvol nos PMFS em florestas públicas estaduais e federais e PMFS privados com uma UPA, mais de uma UPA ou de domínio comunitário. A diferença pode ser explicada por uma tendência de superestimar os volumes declarados nos sistemas oficiais de controle e, posteriormente, associar à madeira ilegal no transporte de toras ou na conversão volumétrica para madeira serrada na indústria madeireira. Os resultados obtidos afastam a aceitação da hipótese. Especificamente, o pagamento pecuniário do volume explorado nos sistemas oficiais de controle pelos detentores de planos de manejo em florestas públicas deve ter peso fundamental na explicação da diferença de rendimentos entre os tratamentos.

As instituições que atuam no licenciamento florestal na Amazônia devem priorizar a garantia da origem legal dos produtos florestais, não admitindo que planos de manejo sejam utilizados para gerar créditos de madeira além do real e para coibir o “esquentamento” de madeira ilegal e a declaração de informações falsas nos sistemas oficiais de controle de produtos florestais.

A ausência ou negligência no monitoramento pelos órgãos ambientais, especialmente nos planos de manejo privados, aliada a normatização florestal que prevê vistorias amostrais, cujo procedimento para a avaliação da legalidade da produção merece atenção e atualização, parece explicar os resultados observados nesses PMFS.

O rendimento de planos de manejo em florestas privadas parece representar a soma do volume utilizado para a produção local mais o volume de créditos vendidos virtualmente via sistemas de controle, sem matéria-prima, que aumentam as rendas dos detentores deste PMFS. Afinal, a base do manejo florestal é, antes de tudo, cumprir com a legislação ambiental aplicável.

Os planos de manejo em florestas públicas, sejam federais ou estaduais, são projetados com número de unidades de produção anuais (UPAS) compatível com o ciclo de corte proposto, ou seja, entre 25 e 35 anos. Por outro lado, os planos de manejo em florestas privadas são projetados, majoritariamente, em uma única UPA. Neste caso, a floresta “manejada” é explorada em um ou dois anos e permanecerá sem a execução regular das atividades exploratórias por todo o ciclo de corte. Além disso, nos PMFS em florestas públicas há o pagamento por metro cúbico explorado e vistorias anuais recorrentes. Por outro lado, sabe-se que o número de planos de manejo em florestas privadas é maior do que em florestas públicas e que há insuficiência de recursos humanos e financeiros nos órgãos ambientais para vistoriar anualmente todos os PMFS. Então, é importante que mecanismos de monitoramento dos sistemas de controle disponíveis sejam utilizados para direcionar de forma eficaz os esforços de fiscalização.

Na classificação proposta, buscou-se identificar se havia diferença no rendimento da exploração florestal entre florestas públicas e privadas e, caso houvesse, se ocorreria entre as concessões de florestas públicas estaduais e federais, assim como, nas florestas privadas em função do número de UPAS e sob domínio de comunidades. Os modelos de concessão de florestas públicas estaduais e federais mostraram índices de rendimento da florestal volumétrico idênticos estatisticamente. Do mesmo modo, os IREFvol dos planos de manejo em florestas privadas entre si, também não apresentaram diferença significativa.

Finalmente, a diferença no IREFvol encontrado entre planos de manejo em florestas públicas e privadas não pode ser explicada por alguma questão de ordem técnica nas atividades exploratórias. Era esperado que não houvesse diferença entre os índices de

rendimento da exploração florestal volumétrico entre os tratamentos visto que o que diferencia estes planos de manejo, sobretudo, é a dominialidade da floresta e o número de unidades de produção anual. Por conseguinte, não há motivo que justifique melhores rendimentos na exploração florestal em florestas privadas.

8 CONCLUSÕES

Os rendimentos do número de árvores exploradas e do volume efetivamente explorado são maiores nos planos de manejo em florestas privadas em relação aos planos de manejo em florestas públicas embora, estatisticamente, só tenha sido encontrada diferença quanto ao rendimento em volume efetivamente explorado.

Não há diferença no índice de rendimento da exploração florestal volumétrico entre florestas públicas estaduais e federais e nem entre planos de manejo em florestas privadas, com qualquer número de unidades de produção anual ou sob domínio comunitário.

9 RECOMENDAÇÕES

Os órgãos ambientais e a comunidade técnica e científica amazônica precisam discutir sobre o “esquentamento” de produtos florestais na Amazônia.

O volume de créditos florestais virtuais contamina o sistema oficial de controle florestal, alcançando indústrias florestais que podem se beneficiar para ajustar as perdas em função dos coeficientes virtuais de conversão de produtos florestais e o processamento físico.

O manual de vistoria para planos de manejo florestais madeireiros da Amazônia deveria contar com um capítulo dedicado à avaliação de legalidade da exploração florestal e da compatibilidade com as informações registradas nos sistemas oficiais de controles florestais e que seriam implementadas via Resolução Conama para que alcancem todos os estados da Amazônia brasileira.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Marcelo Otone et al. Nota técnica: um sistema para regular a produção florestal por meio da formação otimizada de unidades de produção. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 1, p. 45-53, 2019.

ALMEIDA, Vivian Barroso. **Impacto da ocorrência de oco no rendimento volumétrico e financeiro da colheita de madeira na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2018.

BIAZATTI, Scheila Cristina et al. Planejamento e produção florestal em área de concessão na Amazônia Ocidental/Planning and forest production in concession area in the western Amazon. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 8938-8953, 2019.

BRANCALION, Pedro HS et al. Fake legal logging in the Brazilian Amazon. **Science Advances**, v. 4, n. 8, p. eaat1192, 2018.

BRASIL. Lei n. 11.284 de 02 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis ns. 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm>. Acesso em: 29 ago. 2018.

BRASIL. Decreto n° 6514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/D6514.htm>. Acesso em: 17 fev. 2020.

BRASIL. Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; [...]; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 28 de maio de 2012, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama n° 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. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=597>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

BRASIL, M. M. **A Lavagem de Produtos Florestais no Pará**. 2016. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

BUCHMANN, H. M. **Exploração florestal e seus impactos em áreas de primeiro e segundo ciclo de corte do manejo florestal na Amazônia oriental, Brasil**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, 2016.

CARDOSO D.; SOUZA JR, C. **Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira (Simex): Estado do Pará 2015–2016**. Instituto do Homem e Meio Ambiente na Amazônia (Imazon), Belém (2017). <http://www.imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/Relatório%20Simex%20Pará%202015-2016.pdf> (acessado em 9 de setembro de 2018)

CARNEIRO, M. S. Da certificação para as concessões florestais: Organizações não governamentais, empresas e a construção de um novo quadro institucional para o desenvolvimento da exploração florestal na Amazônia Brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Humanas**, v. 6, n. 3, p. 525–541, 2011.

CHULES, Eric Luis. Floresta Nacional do Jamari: percepções e expectativas dos atores sobre a concessão florestal. 2018. 171 f., il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável)—Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

DE SÁ ROCHA, J. D. D. et al. Gestão florestal no Maranhão: estrutura estadual pós-descentralização. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 433, 29 set. 2014.

EMMERT, F. **Combinação de dados de campo e métodos computacionais para o planejamento da exploração florestal na Amazônia**. 2014. 190 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

FERREIRA, J. E. DA S.; PARAENSE, V. DE C. Controle de qualidade no processo de derruba em área de manejo florestal comunitário no projeto de desenvolvimento sustentável virola jatobá, Anapu – PA. Autores e infomación del artículo. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, n. 224, 2016.

FERREIRA, M. A. C. **Critérios e indicadores de sustentabilidade para manejo florestal na Amazônia brasileira aplicados em 20 áreas de manejo florestal no norte do estado do Mato Grosso**. 2008. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

GAGARIN, Y. N.; DOBROVOLSKY, A. .; SMIRNOV, A. . Situation with protection of forests against illegal loggings in Russian Federation. **Forest science issues**, v. 2, n. 4, p. 1–22, 25 dez. 2019.

GOMES, A. P. C.; SOUZA, A. L. DE; MEIRA NETO, J. A. A. Alteração estrutural de uma área florestal explorada convencionalmente na bacia do Paraíba do Sul, Minas Gerais, nos domínios de Floresta Atlântica. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 407–417, jun. 2004.

GOMES, K. M. A.; SILVA-RIBEIRO, R. B.; GAMA, J. R. V.; ANDRADE, D. F. C. Eficiência na estimativa volumétrica de madeira na Floresta Nacional do Tapajós. **Nativa**, Sinop, v. 6, n. 2, p. 170-176, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v6i2.5237>

HIRAI, E. H.; CARVALHO, J. O. P. de; PINHEIRO, K. A. O. Estrutura de *Manilkara huberi* Standley (maçaranduba) em 84 ha de floresta natural na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 49, p. 65 - 76, 2008.

JARDIM, F. C. DA S.; QUADROS, L. C. L. Estrutura de uma floresta tropical dez anos após exploração de madeira em Moju, Pará. **Revista Ceres**, v. 63, n. 4, p. 427–435, 2016.

LENTINI, M.; PEREIRA D.; CELENTANO, D.; PEREIRA, R. 2005. Fatos Florestais da Amazônia 2005 (Amazonian Forest Facts) (Belem, Brazil: Imazon).

LIDDICK, D. R. *Crimes Against Nature: Illegal Industries and the Global Environment*. Santa Barbara. CA: Praeger. 2011.

MACDICKEN, K. G. Global Forest Resources Assessment 2015: What, why and how? **Forest Ecology and Management**, v. 352, p. 3–8, 8 set. 2015.

MAZZEI, Lucas et al. Above-ground biomass dynamics after reduced-impact logging in the Eastern Amazon. **Forest ecology and management**, v. 259, n. 3, p. 367-373, 2010.

PAPA, Daniel de Almeida. **Impacto do manejo de precisão em florestas tropicais**. 2018. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

PINHEIRO, A. S.; MUNIZ, T. F. Concessão florestal como instrumento para redução de exploração ilegal madeireira em Unidades de Conservação em Rondônia. **Revista FAROL**, v. 8, n. 8, p. 121–142, 2019.

PIPONIOT, C. et al. Can timber provision from Amazonian production forests be sustainable?. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 6, p. 064014, 2019.

POKORNY, B.; STEINBRENNER, M. Collaborative monitoring of production and costs of timber harvest operations in the Brazilian Amazon. **Ecology and Society**, v. 10, n. 1, 2005.

PUTZ, F. E. et al. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: The attained and the attainable. **Conservation Letters**, v. 5, n. 4, p. 296-303, 2012.

PUTZ, F. E.; DYKSTRA, D. P.; HEINRICH, R. Why poor logging practices persist in the tropics. **Conservation Biology**, v. 14, n. 4, p. 951-956, 2000.

REIS, L. P. et al. Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós após 28 anos da exploração florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 265 – 281, 27 dez. 2010.

RIBEIRO, R. B. DA S.; GAMA, J. R. V.; MELO, L. DE O. Seccionamento para cubagem e escolha de equações de volume para a Floresta Nacional do Tapajós. **Cerne**, v. 20, n. 4, p. 605–612, 2014.

RICHARDSON, V. A.; PERES, C. A. Temporal decay in timber species composition and value in amazonian logging concessions. **PLoS ONE**, 2016.

ROMA, J. C.; ANDRADE, A. L. C. DE. Economia, concessões florestas e a exploração sustentável de madeira. **Boletim regional, urbano e ambiental**, vol. 8, p. 91–96, 2013.

SEMAS - Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Sustentabilidade (2015). Instrução normativa nº 5 de 10/09/2015. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS nas florestas nativas exploradas ou não e suas formas de sucessão no Estado do Pará, e dá outras providências. Belém.

SILGUEIRO, V. et al. Mapeamento da ilegalidade na exploração madeireira. *Transparência Florestal Mato Grosso*, v. 5, n. 4, p. 12, 2015.

SILVA, D. L. **Sistema e informação para rastreabilidade de produtos florestais baseado em uma arquitetura orientada a serviços**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 10 agosto 2019.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013.

TAKEDA, W. M. Análise da exploração florestal de espécies nativas na Amazônia Ocidental. 2015 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas.

TREVISAN, É. F. **Equações de volume para região sul do Estado do Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, p. 54, 2018.