

**Universidade Brasil**

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*  
Mestrado em Ciências Ambientais

ORLANDO DE JESUS SALDANHA

**NOVAS TECNOLOGIAS PARA EXTRAÇÃO DA MADEIRA NATIVA  
BRASILEIRA**

**NEW TECHNOLOGIES FOR THE EXTRACTION OF BRAZILIAN NATIVE WOOD**

São Paulo, SP

2019

ORLANDO DE JESUS SALDANHA

**NOVAS TECNOLOGIAS PARA EXTRAÇÃO DA MADEIRA NATIVA BRASILEIRA**

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Denise Regina da Costa Aguiar.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

São Paulo, SP  
2019

**FICHA CATALOGRÁFICA  
(em construção)**

S154n Saldanha, Orlando de Jesus.  
Novas tecnologias para extração da madeira nativa brasileira / Orlando de Jesus Saldanha. São Paulo – SP: [s.n.], 2019.  
107 p.: il.; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador (a): Prof.<sup>a</sup> Dra. Denise Regina da Costa Aguiar.

1. Exploração florestal. 2. Manejo de precisão. 3. Sustentabilidade. 4. Conscientização. I. Título.

CDD 634.98

**Termo de Autorização**

**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respeetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES**

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: **“NOVAS TECNOLOGIAS PARA EXTRAÇÃO DA MADEIRA NATIVA BRASILEIRA”**

Autor(es):

Discente: Orlando de Jesus Saldanha

Assinatura: 

Orientadora: Denise Regina da Costa Aguiar

Assinatura: 

Data: 22/março/2019

TERMO DE APROVAÇÃO

ORLANDO DE JESUS SALDANHA

“NOVAS TECNOLOGIAS PARA EXTRAÇÃO DA MADEIRA NATIVA  
BRASILEIRA”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

*DR*

Prof(a). Dr(a) Denise Regina da Costa Aguiar (Presidente)

*RSJ*

Prof(a). Dr(a). Roberto Andreani Junior (Universidade Brasil)

*Martinho Condini*

Prof(a). Dr(a). Martinho Condini (Faculdade Paulista de Artes)

São Paulo, 22 de março de 2019.

*DR*

Presidente da Banca Prof(a). Dr(a) Denise Regina da Costa Aguiar

## DEDICATÓRIA

À minha esposa Vânia, pelo amor e cumplicidade e ao meu filho Rafael, pelo apoio e incentivo.

## AGRADECIMENTOS

À Direção da Universidade Brasil pela concessão da bolsa de estudos que tornou possível a realização deste curso de mestrado, para aprimoramento de minha atuação como docente.

Aos Professores da Universidade Brasil pelo brilhantismo intelectual e acadêmico demonstrado no decorrer deste curso, especialmente à Prof.<sup>a</sup> Dra. Denise Regina da Costa Aguiar, minha orientadora, pelo apoio e direcionamentos que foram imprescindíveis para a conclusão deste trabalho.

# NOVAS TECNOLOGIAS PARA EXTRAÇÃO DA MADEIRA NATIVA BRASILEIRA

## RESUMO

Este trabalho investiga o uso de novas tecnologias como ferramentas para extração da madeira nativa brasileira para permitir o manejo florestal com informações precisas, visando contribuir para a minimização dos danos ao meio ambiente, aumento da produtividade, redução dos custos e adequação às normas ambientais. O uso de ferramentas que auxiliem no planejamento e controle da extração de madeira nativa facilita a fiscalização no processo de manejo, a emissão da documentação necessária para distribuição, a identificação dos tipos de árvores, auxiliando também o controle de estoque na extração indiscriminada, além de prevenir a sonegação de impostos. No período atual, as ferramentas ainda utilizadas praticamente podem ser consideradas obsoletas pelos novos métodos apresentados. Devido à falta de estímulo, as práticas são ainda muito simples, dificultando a redução de custos, além de provocar danos ao meio ambiente. No aspecto metodológico, este trabalho adota a pesquisa de revisão bibliográfica, com base em livros, artigos disponibilizados em bases de publicações eletrônicas acadêmicas e científicas, tais como; artigos, dissertações e na legislação brasileira. Destaca-se o uso dos sistemas integrados MODEFLORA e LiDAR, que vêm sendo utilizados com diversas vantagens para o manejo sustentável de florestas. O MODEFLORA é uma ferramenta que permite o inventário, planejamento, execução e monitoramento de florestas, enquanto o LiDAR se refere ao sensoriamento remoto a laser, ambos vêm sendo utilizados em conjunto, para otimizar a realização dessas atividades. Conclui-se que o controle de extração de madeira se tornará mais eficiente com a utilização de informações detalhadas disponibilizadas em sistema integrado, pois, além da preservação ambiental, dentre outros benefícios, permite a sua localização através de coordenadas geográficas. Assim, a madeireira poderá desenvolver, de maneira adequada, a extração da madeira desejada.

**Palavras-Chave:** Exploração florestal; Manejo de Precisão; Sustentabilidade. Conscientização.



# NEW TECHNOLOGIES FOR THE EXTRACTION OF BRAZILIAN NATIVE WOOD

## ABSTRACT

This work discusses the new technologies use as tools to extract Brazilian native wood to allow the forest management with accurate information, aiming to contribute to the minimization of damage to the environment, increased productivity, costs reduction and adaptation to environmental standards. The use of tools that help in the planning and control of the native wood extraction facilitates the inspection in the management process, the issuance of the necessary documentation for distribution, the tree types identification, also assisting the inventory control in the indiscriminate extraction, besides prevent tax evasion. In the current period, the tools still used can practically be considered obsolete by the new methods presented. Due to the stimulation lack, the practices are still very simple, making it difficult to reduce costs, as well as causing damage to the environment. In the methodological aspect, this work adopts the bibliographic revision research, based on books, articles made available in academic and scientific electronic publications, articles, dissertations and in the Brazilian legislation. We highlight the use of the integrated systems MODEFLORA and LiDAR, which have been used with several advantages for the sustainable management of forests. MODEFLORA is a tool that allows the inventory, planning, execution and forests monitoring, while the LiDAR refers to the remote sensing of the laser, both of which are being used together to optimize the accomplishment of these activities. It is concluded that the wood extraction control will become more efficient with the detailed information use, made available in the integrated system, since the environment preservation, among other benefits, it allows its location through geographic coordinates. Thus, the logger can develop, in an appropriate way, the desired wood extraction.

**Keywords:** Forest exploitation; Precision Management; Sustainability; Awareness.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gestão florestal ecologicamente sustentável.....	36
Figura 2 – Modelo padrão de trilhas de arraste.....	40
Figura 3 – Etapas do Plano de Manejo.....	43
Figura 4 – Modelo de Coordenadas.....	45
Figura 5 – Manejo florestal com a nova proposta tecnológica.....	49
Figura 6 - Amazônia Peruana: troncos de madeira frequentemente transportados pelo rio.....	71
Figura 7 – Produtos gerados a partir da tecnologia. LiDAR para uso no planejamento florestal.....	79
Figura 8 – Aplicativo para manejo florestal.....	81
Figura 9 – Imagem após marcação.....	82
Figura 10 – Sistema Tradicional e Modelflora.....	84

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

### Quadros

Quadro 1 – Estudos Correlatos.....	19
------------------------------------	----

### Tabelas

Tabela 1 – Volume de madeira desperdiçada (em metros cúbicos por hectare) durante o abate de árvores em uma exploração convencional e em operações florestais usando EIR.....	89
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

APP - Área de Preservação Permanente  
CENIBRA – Celulose Nipo Brasileira S.A.  
CITES - Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens Ameaçadas de Extinção  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
DAP - Diâmetro à Altura do Peito  
EC - Exploração Convencional  
EIA – Estudo de Impacto Ambiental  
EIR – Exploração de Impacto Reduzido  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
EPIs - Equipamentos de Proteção Individual  
ERP - Sistema Corporativo de Gestão de Recursos  
FSC – Forest Stewardship Council (Conselho de Manejo Florestal)  
GPS – Sistema de Posicionamento Global  
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
ICMBIO – Instituto Chico Mendes  
IFN - Inventário Florestal Nacional  
IMAZON – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia  
IN - Instruções Normativas  
INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial  
IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas  
LGFP – Lei de Gestão de Florestas Públicas  
LiDAR – Light Detection and Ranging  
MFCF – Manejo Florestal Comunitário e Familiar  
MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
MODEFLORA – Modelo Digital de Exploração Florestal  
NFE - Nota Fiscal Eletrônica  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PMFS – Plano de Manejo Florestal Sustentável  
POA – Plano Operacional Anual  
PPs – Parcelas Permanentes

RACI - Registro da Árvore

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SEDENS - Secretaria de Desenvolvimento Florestal, Indústria, Comércio e Serviços  
Sustentáveis

SEFAZ - Secretaria da Fazenda

SEMA – Secretaria de Meio Ambiente

SR – Sensoriamento Remoto

SFB – Serviço Florestal Brasileiro

SIG – Sistema de Informação Geográfica

UMF – Unidade de Manejo Florestal

UPA – Unidade de Produção Anual

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
1.1 RELEVÂNCIA DO TEMA.....	13
1.2 HIPÓTESE .....	16
1.3 OBJETIVOS .....	16
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	16
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	17
2.1 ESTADO DA ARTE .....	18
3 PLANO DE MANEJO FLORESTAL E SUSTENTABILIDADE.....	25
3.1 SUSTENTABILIDADE .....	26
3.2 MANEJO FLORESTAL.....	30
3.3 PLANO DE MANEJO FLORESTAL.....	35
3.3.1 VARIÁVEIS E ETAPAS DO MANEJO.....	40
3.4 DOCUMENTAÇÃO.....	48
3.4.1 A Certificação da madeira.....	48
3.4.2 Nota Fiscal Eletrônica.....	48
3.5 EXPLORAÇÃO DA MADEIRA NATIVA.....	49
3.6 EXPLORAÇÃO DE MADEIRA NATIVA NA AMAZÔNIA .....	52
3.6.1 MANEJO FLORESTAL COMUNITÁRIO E FAMILIAR (MFCF).....	55
3.6.1.1 <i>Críticas e recomendações sobre o manejo comunitário na Amazônia</i> .....	57
3.7 MANEJO EMPRESARIAL: COMO É FEITO ATUALMENTE.....	57
3.8 LEGISLAÇÃO.....	59
3.9 PROJETOS E IMPLEMENTAÇÃO DE CAMPO .....	61
3.10 MÉTODOS E APLICATIVOS DE INVENTÁRIO .....	65
3.11 O PAPEL DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.....	67
3.12 MÉTODOS UTILIZADOS NA AMAZÔNIA PERUANA E A NORMATIZAÇÃO DOS PAÍSES AMAZÔNICOS .....	68
3.12.1 Limitações e críticas aos métodos utilizados na Amazônia peruana .....	68
4 FORMAS DE MANEJO ATUAIS: A MODEFLORA E OUTROS MÉTODOS.....	76
4.1 ORDENAMENTO DA EXPLORAÇÃO ATRAVÉS DA MODEFLORA.....	83
4.2 MANEJO CONSIDERANDO DIÂMETRO ÓTIMO DE CORTE .....	84
4.3 EXPLORAÇÃO DE IMPACTO REDUZIDO .....	88
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	91
REFERÊNCIAS.....	92

# 1 INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, a exploração de madeira nativa foi realizada de maneira predatória e sem qualquer planejamento, ocasionando em graves danos socioeconômicos e ambientais, especialmente na Floresta Amazônica, onde se encontra uma das maiores florestas tropicais do mundo.

Para amenizar esta situação, foi criado o Manejo Florestal, uma ferramenta que se fundamenta na exploração consciente dos recursos florestais, que engloba a exploração de impacto reduzido, que se demonstrou mais viável e rentável do que a exploração convencional. Também foi estabelecida a necessidade de realização do censo florestal na fase pré-exploratória, com informações minuciosas sobre as árvores e o terreno onde se encontram, permitindo identificar dados muito importantes para a exploração, otimização do uso de máquinas, além de outras informações para uso comercial (HOLMES et al., 2002).

Em seguida, com o desenvolvimento dos recursos tecnológicos, foram integrados o Sistema de Informações Geográficas – SIG, o Sensoriamento Remoto – SR e as imagens Shuttle Radar Topography Mission – SRTM, que permitem modelar de maneira digital o relevo e a hidrografia da área a ser manejada, sendo, que o Modelo Digital de Exploração Florestal – MODEFLORA representa um avanço para o manejo florestal (FIGUEIREDO; BRAZ; OLIVEIRA, 2007).

O MODEFLORA foi registrado pela Embrapa em 2015, no Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI, tendo como finalidade o aprimoramento da qualidade do planejamento das operações de manejo florestal, passando a ser utilizado nos planos de manejo em todas as florestas do estado do Amazonas.

Dentre as vantagens da modelagem digital do terreno através do MODEFLORA é que, a partir dos dados dos Modelos Digitais de *Elevação Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), é possível obter uma primeira imagem das bacias hidrográficas, Áreas de Preservação Permanente (APP) e outras informações necessárias ao microzoneamento, ainda na fase de planejamento no escritório (BROZA et al., 2012).

Porém, a baixa definição da imagem SRTM, ainda torna necessária à coleta de dados ao longo dos canais de drenagem, para validação e ajuste do mapa

hidrográfico e, também, da APP (FIGUEIREDO; BRAZ; OLIVEIRA, 2007).

Para preencher essa lacuna foi desenvolvida a tecnologia Light Detection and Ranging – LiDAR, como uma segunda geração do Sistema MODEFLORA, representando um avanço ao manejo florestal.

O LiDAR trabalha com a tecnologia ótica de operação remota. Funciona como um scanner transportado por um avião que sobrevoa uma área florestal, gerando um modelo 3D da área analisada.

Estas tecnologias, juntamente ao uso de drones<sup>1</sup> vêm sendo empregadas de maneira complementar no manejo florestal sustentável no Brasil, a partir de 2016, quando foram realizados os primeiros testes pela Embrapa Acre e pelo Serviço Florestal Brasileiro – SFB. Logo após, a tecnologia foi aperfeiçoada, apresentando maior precisão dos dados coletados, diminuição no tempo e menos recursos humanos para as operações em relação ao procedimento tradicional (PAPA, 2018).

Ressalta-se que o controle de extração de madeira se torna mais eficiente com o uso destas novas tecnologias ou processos, pois proporcionam informações mais detalhadas por meio de um sistema integrado.

Nos dias atuais, as questões ambientais têm se tornado alvo de preocupação de governos, sociedade em geral e das organizações, devido aos recursos naturais serem a base de muitos processos produtivos, com matérias-primas retiradas da natureza de forma irracional, colocando em risco a vida em todas as suas formas.

O problema é que o uso descontrolado não contempla a reposição das florestas, o que contribui para o desequilíbrio ambiental, especialmente as mudanças climáticas relacionadas ao aquecimento global, que desencadeando uma grave ameaça aos seres vivos, de modo geral, bem como toda a raça humana, no tocante a qualidade de vida, saúde e sobrevivência nas próximas gerações.

Neste cenário, este trabalho deriva de pesquisa sobre desenvolvimento sustentável e responsabilidade social, para colaborar com as organizações de maneira a se adequarem às exigências ambientais, bem como do mercado globalizado, buscando apresentar uma visão sobre as contribuições efetivas e concretas das organizações para a sustentabilidade do planeta.

---

<sup>1</sup> Câmeras fotográficas acopladas a Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP)



A madeira retirada das florestas naturais, especialmente na Floresta Amazônica, representa uma importante fonte de arrecadação de recursos, bem como de geração de empregos naquela região. Por isso, torna-se fundamental que estes recursos sejam utilizados de maneira equilibrada, para assegurar a subsistência desta e das futuras gerações, contribuindo para o desenvolvimento sustentável (TOREZZAN, 2018).

Até certo ponto, as leis ambientais existentes, já contemplam os efeitos do princípio da precaução. Quando uma verba federal é destinada a um projeto de porte, como a construção de uma estrada em área florestal ou o desenvolvimento de programas federais de resíduos, os planejadores devem produzir um relatório de impacto ao meio-ambiente – RIMA, após o competente Estudo de Impacto Ambiental - EIA - mostrando como o projeto irá afetar a área. O público, então, tem o direito de ajudar a determinar se o estudo foi minucioso, se todas as alternativas foram consideradas etc., ou seja, efetivando-se, desta maneira, uma ação de precaução.

## 1.1 RELEVÂNCIA DO TEMA

O texto destaca a importância de uma atuação conjunta – governo, empresa e sociedade, para que tenhamos um meio ambiente sustentável e que atenda às necessidades atuais e das futuras gerações, dando acesso a bens e serviços indispensáveis à sobrevivência humana.

A Lei de Política Nacional de Meio Ambiente, Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, em seu artigo 3º, inciso I, define como "meio ambiente o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas".

De acordo com o Princípio nº 1, da Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992: "Os seres humanos estão no centro das preocupações com o desenvolvimento sustentável. Têm direito a uma vida saudável ou produtiva, em harmonia com a natureza".

O artigo 225 da Constituição Federal de 1988 estabelece que todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, como se observa em seu parágrafo 4º, assim determina:

A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais. (BRASIL, 1988)

A Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992 traz, em seu princípio de número 15, que:

De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas necessidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental. (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992).

Dessa maneira, todas as formas de vida ou condições ambientais que, de alguma forma, representem garantia de um meio ambiente equilibrado que favoreça a existência humana devem ser protegidas, dentre as quais podem ser citadas, a fauna, a flora, o solo, a água e o ar (SMANIO, 2000).

A legislação ambiental brasileira se baseia em alguns princípios, dentre os quais se encontra a prevenção ou precaução, como explica Smanio

Significa que deve ser dada prioridade às medidas que evitem danos ao meio ambiente. A Constituição exige, na forma da lei, a realização de estudo prévio de impacto ambiental (EIA), que será público, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente. (SMANIO, 2000, p.88)

O princípio da precaução se refere à dificuldade ou impossibilidade de reparação do dano ambiental, por isso a enfatiza-se a prevenção, tamanha a importância dos bens em perigo (SMANIO, 2000).

Dentre as questões relacionadas ao meio-ambiente, o desenvolvimento sustentável também demonstra intrínseca relação com a ética, em relação ao manejo ambiental, que por vezes aproveita todo o potencial na exploração dos recursos naturais (PNGF, 2018).

O grande problema é que o novo Código Florestal não assegura a sustentabilidade da madeira nativa da Floresta Amazônica, de forma que há necessidade de educação, conscientização e ética no manejo de madeira nativa (VITÓRIA, 2018).

Para as organizações que buscam a consolidação e competitividade no mercado, o atendimento às questões ambientais de forma ética, torna-se

fundamental (LACERDA, 2016).

Dentre as diversas ações possíveis no ramo madeireiro, se encontra a conservação das florestas nativas, através de projetos de manejo para composição das espécies florestais da região explorada. Outras ações paralelas, como a realização de projetos ambientais educativos destinados à população, visando a capacitação e geração de renda de forma sustentável (PIRES, 2011).

Neste sentido, pode-se citar o trabalho Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), atuando na realização de projetos educativos para a população local e “estudos científicos de natureza multidisciplinar, planos de manejo para exploração sustentável dos recursos madeireiros em áreas de florestas amazônicas inundáveis” (PIRES, 2011).

A utilização de tecnologias que favoreçam a sustentabilidade de maneira ampla na extração de madeira torna-se um diferencial para as organizações que atuam de maneira a preservar o meio ambiente e que buscam manter a competitividade de maneira ética e cumprindo com suas funções sociais. Aliás, a sustentabilidade é cada vez mais valorizada pelas organizações, impulsionadas pela legislação e, especialmente, pela opinião pública, que vem se conscientizando sobre a importância da preservação ambiental.

Por fim, observa-se que a legislação ambiental existente também necessita ser aprimorada, para que possa ser mais efetiva na prevenção de danos ambientais. Para tanto, sendo fundamental a realização de estudos aprofundados que forneçam aos legisladores informações mais precisas sobre o assunto.

## 1.2 HIPÓTESE

Levanta-se como hipótese da pesquisa, que um estudo aprofundado sobre os fatores que envolvem o manejo florestal visa atender aos seguintes aspectos:

- 1 – Favorecer a melhoria da qualidade técnica e científica do manejo de florestas naturais;
- 2 – Contribuir para o ajuste da legislação às novas informações científicas.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

- Investigar métodos adequados de manejo de florestas naturais, uma vez que a adoção de métodos inadequados tem destruído florestas e provocando o desequilíbrio ambiental.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Aprofundar os conceitos e principais aspectos do Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS;
- Investigar as principais técnicas de manejo sustentável;
- Compreender o ordenamento da exploração através da Modeflora;
- Comparar o método Modeflora com outros métodos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração deste trabalho foi realizada pesquisa bibliográfica, com consulta a várias literaturas nacionais e internacionais pertinentes ao assunto, que possibilitaram a elaboração da fundamentação teórica e, com isso, construir um aprofundamento na extração da madeira nativa brasileira de maneira sustentável, ecologicamente correta e economicamente viável.

Trata-se, portanto, de uma pesquisa documental de revisão bibliográfica, de caráter qualitativo, a partir das observações realizadas na prática do manejo florestal. Segundo Gil (1999), tal tipo de procedimento metodológico visa promover maior conhecimento do pesquisador acerca do fenômeno a ser estudado, a fim de permitir-lhe formular problemas ou construir hipóteses. De acordo com o mesmo autor, as investigações desta natureza têm por finalidade proporcionar uma visão geral de um determinado assunto, para torná-lo mais familiar.

Para tanto, abrange-se a questão delimitada, procurando obter um retrato da situação atual da extração de madeira nativa e um panorama sobre os trabalhos já realizados nessa área de interesse. Dessa forma, optou-se por pesquisas em livros, revistas, jornais, artigos, monografias e teses, que tratam sobre o assunto, permitindo assim, respaldo para evidenciar as informações que melhor contribuam para a confirmação das hipóteses apresentadas.

A pesquisa documental, utilizada como primeiro recurso para a elaboração de uma pesquisa bibliográfica, segundo Lakatos e Marconi (1996, p. 26) “[...] consiste no exame de produções humanas desenvolvidas ao longo da evolução da humanidade, para levantamento e análise do que já se produziu sobre determinado assunto, que são assumidos como tema de pesquisa científica”.

Ainda, segundo os mesmos autores, dentre os principais objetivos que favorecem a realização de uma pesquisa bibliográfica se encontram, a “[...] redefinição de um problema, definição de técnicas para coleta de dados, obtenção de dados em resposta ao problema formulado” (LAKATOS E MARCONI, 1996, p. 29).

Por tratar-se de uma pesquisa exploratória de caráter qualitativo, a análise

documental também contribuirá para a reflexão sobre aspectos gerais e individuais das observações feitas neste estudo (BARDIN, 2002).

A opção por tal procedimento metodológico para esta pesquisa se justifica pelo fato de que a bibliografia adequada fornece não apenas recursos para elucidar e solucionar problemas já conhecidos, mas também explora novas áreas onde os problemas não estão suficientemente claros, como é o caso do objeto deste estudo. Cada posicionamento é investigado através de um procedimento técnico de análise textual, temática e interpretativa. O uso desse procedimento é apropriado, visto que a primeira abordagem do texto, que visa a preparação da leitura, torna possível compreender os instrumentos de expressão utilizados pelos autores e, em consequência, compreender a mensagem global difundida, para que, assim, seja possível adotar uma atividade de interpretação, objetivando que o trabalho consiga alcançar uma posição própria em relação às ideias expostas.

## 2.1 ESTADO DA ARTE

A elaboração da fundamentação teórica foi realizada a partir da coletânea e seleção de artigos, teses, dissertações e livros relativos ao tema. Na parte mais genérica a respeito da preservação e sustentabilidade ambiental, foram utilizados livros e artigos, das áreas de Meio Ambiente e de Direito Ambiental.

Na parte específica, referente às novas tecnologias empregadas no manejo florestal, os artigos e publicações acadêmicas (teses, dissertações e monografias) foram de grande valia, por conterem pesquisas de campo e projetos mais recentes, com exemplos da aplicação do MODEFLORA e LiDAR, em suas mais recentes versões.

De fato, a utilização de ferramentas tecnológicas mais avançadas no manejo florestal trata-se de um tema relativamente novo, com publicações mais específicas nos últimos 5 anos, demonstrando que ainda estão ocorrendo mudanças decorrentes do desenvolvimento de novos sistemas de gestão florestal.

No mapeamento das referências e das pesquisas mais relevantes, inicialmente, se destacam a Educação Ambiental, a Legislação Ambiental e o Direito Ambiental, especialmente vinculados aos conceitos de sustentabilidade e

preservação ambiental.

Na pesquisa realizada através do Google, Google Acadêmico, Scielo, BDP@, inicialmente, foram utilizadas as palavras-chaves: manejo florestal, sustentabilidade e novas tecnologias. Esses termos também foram pesquisados em Português e Inglês, sendo encontrados (em português) 746.000 resultados, que foram selecionados a partir dos seguintes parâmetros: origem da fonte (confiabilidade), datas mais recentes (cerca de 5 anos, aproximadamente) e caráter das pesquisas apresentadas.

Em uma segunda pesquisa, foram utilizados os termos MODEFLORA e LiDAR, como forma de identificar os estudos sobre essas duas tecnologias, sendo encontradas 560 resultados em Português e, assim, realizou-se a pré-seleção das publicações mais relevantes. No idioma estrangeiro, a pesquisa foi realizada com os seguintes termos: sustainability forest management, MODEFLORA e LiDAR.

Deste modo, sendo classificados cerca de 70 artigos e publicações acadêmicas em Português e 30 em Inglês.

A partir da leitura, alguns artigos e estudos acadêmicos (dissertações e teses) foram se destacando, especialmente as publicações acadêmicas e científicas, que trouxeram contribuição importante para este trabalho.

A pesquisa com estudos inerentes ao foco desta dissertação se iniciou por meio da busca das palavras-chaves já mencionadas, porém focalizando a utilização do sistema MODEFLORA e LiDAR, especialmente aqueles que apresentassem aplicações práticas e estudos de campo.

Neste sentido, destacaram-se os estudos realizados pela EMBRAPA, na floresta amazônica, nos estados do Acre, bem como quanto ao manejo florestal dentre os assuntos correlatos, como se descreve no quadro a seguir.

**Quadro 1 – Estudos Correlatos**

Ano	Título	Autor(es)	Instituição/ patrocinador	Conteúdo
1992	Pilot natural forest management initiatives in Latin America: Lessons and opportunities	KIERNAN et al.	World Forestry Congress	Estudos sobre o processo de desmatamento e degradação florestal e suas implicações ambientais.
1996	Measurement and characteristics of biodiversity in forest	JEFFERS	European Forest Institute, EFI Proceeding	Importância de informações sobre a biodiversidade em bancos de dados

	ecosystems. New methods and models			referenciados geograficamente, para fins de mapeamento, análise ou modelagem. Abordagem sobre os Sistemas de Informação Geográfica - GIS para integrar informações detalhadas.
1998	Plano de exploração sob critérios de manejo florestal de baixo impacto	BRAZ; OLIVEIRA; ARAÚJO; MIRANDA	Embrapa-CPAF-AC (Circular Técnica 27).	Objetivos e resultados da Exploração florestal convencional. Normas para intervenção de baixo impacto, em povoamento de floresta nativa. Procedimentos para o manejo florestal de baixo impacto, visando a viabilidade econômica, e o monitoramento, para minimizar o dano ambiental.
2001	Planejamento da extração madeireira dentro de critérios econômicos e ambientais	BRAZ; OLIVEIRA	Embrapa Acre (circular técnica)	Manejo florestal e roteiro para o planejamento adequado da extração florestal.
2002	Financial and ecological indicators of reduced impact logging performance in the eastern Amazon	HOLMES	Science Direct	Redução do impacto do desmatamento (RIL) no Brasil e em outros países tropicais, em resposta à preocupação interna e internacional sobre a sustentabilidade ecológica e econômica da colheita de florestas tropicais naturais.
2005	Planejamento da exploração em florestas naturais.	IVALDO MUNHOZ BRAZ	Embrapa	Técnicas de Exploração de Impacto Reduzido (EIR) em florestas naturais – importância e características. Técnicas para o manejo de precisão de florestas naturais, através de Sistema de Informações Geográficas e o uso da dendrocronologia como ferramenta para a obtenção das informações de crescimento das árvores.
2006	Estudo da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Pedro Peixoto na Amazônia Ocidental	OLIVEIRA BRAZ	Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 364	Estudo sobre a dinâmica da floresta em um sistema de manejo florestal direcionado para a pequena propriedade. O incremento em diâmetro diferenciado das árvores de acordo com a exposição das copas a luz solar e o grande número de plantas sob sombra encontrados na floresta, demonstraram a necessida-



				de de aplicação de tratamentos silviculturais para favorecer a distribuição da luz sobre as copas nas áreas de manejo, como forma de aumentar a produtividade da floresta.
2007	Manejo de precisão em florestas tropicais: modelo digital de exploração florestal.	FIGUEIREDO BRAZ OLIVEIRA	Embrapa Acre	Deveres e responsabilidades dos interessados em nas concessões para exploração das florestas amazônicas de forma sustentável.
2011	Manejo de precisão em florestas naturais	BRAZ; MATTOS; FIGUEIREDO	Embrapa	Efeitos das técnicas de Exploração de Impacto Reduzido (EIR) em florestas naturais. Necessidade de informações essenciais sobre o crescimento das florestas por espécies e grupos de espécies, bem como variáveis como solo e relevo em sítios diferenciados.
2011	Modelos de crescimento em diâmetro de árvores individuais de Araucária angustifolia (Bertol.) Kuntze em Floresta Ombrófila Mista	CHASSOT FLEIG FINGER LONGHI.	Ciência Florestal (periódico)	Apresenta a modelagem do crescimento em diâmetro para árvores individuais de <i>Araucária angustifolia</i> , ocorrentes na Floresta Ombrófila Mista no nordeste do Rio Grande do Sul.
2011	Relação empresa/comunidade no contexto do manejo florestal comunitário e familiar: uma contribuição do projeto Floresta em Pé	CRUZ SABLAYROLLES KANASHIROAM AMARAL SISTET	Ibama DBFLO	Lei de Acesso às Florestas Públicas e sua contribuição para a consolidação do desenvolvimento florestal brasileiro.
2011	Manejo de florestas naturais da Amazônia: corte, traçamento e segurança	NOGUEIRA VIEIRA SOUZA LENTINI	IFT – Instituto Floresta Tropical	Estudos sobre os aspectos do manejo de florestas naturais da Amazônia, mediante os conceitos de Exploração de Impacto Reduzido – EIR.
2011	Amostragem para inventário florestal em sistemas silvipastoris.	FICK	Revista Árvore, Viçosa	Importância do manejo florestal para o monitoramento do crescimento e crescimento dos povoamentos florestais.
2012	Etapas do planejamento do projeto Modelflora em SIG livre	BROZA GARRASTAZU BRAZ MATTOS	X Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e	Vantagens do planejamento nas operações de extração florestal para evitar a degradação e diminuição do

		ROSOT	Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal	ecossistema. Importância do SIG (Sistema de Informações Geográficas), tecnologias digitais e sensoriamento remoto.
2013	Manejo florestal no Mato Grosso	BRAZ BASSO ABREU MATTOS OLIVEIRA ZACHOW	Embrapa Florestas. (Comunicado técnico, 329)	A importância do setor madeireiro no estado do Mato Grosso. Instruções normativas sobre ciclo e taxa de corte. Potencial e alternativas de práticas visando a sustentabilidade no manejo de florestas nativas na região de Sinop, com pesquisa de campo de duas áreas amostrais.
2013	Promoting Forest conservation in the Peruvian Amazon: a stakeholder analysis of incentive mechanisms	DAMAN	Department of Forest Resources & Environmental Conservation. Blacksburg, Virginia	Riqueza e biodiversidade na região de Madre de Dios, no Peru e o potencial de motivação dos proprietários de terras para apoiar a conservação da floresta.
2014	Manejo florestal e exploração de impacto reduzido em florestas naturais de produção da Amazônia	ESPADA PIRES LENTINI BITTENCOURT	Informativo Técnico 1.  IFT – Instituto Floresta Tropical	Novas perspectivas e avanços decorrentes da Lei de Gestão de Florestas Públicas e do Decreto Federal 6.063/07 para o setor florestal brasileiro. Maior controle e monitoramento do manejo florestal por parte do governo e da sociedade.
2014	Logging concessions enable illegal. Logging crisis in the Peruvian Amazon	FINER CLINTON SKY PINE	Scientific Reports	Concessões de exploração madeireira favorecem a ilegalidade na extração madeireira na Amazônia peruana, demonstrando a necessidade de reformas adicionais na legislação vigente.
2015	Manejo de produção em florestas naturais da Amazônia: mitos e verdades	BRAZ; MATTOS.	Embrapa	Manutenção da floresta através do manejo de florestas naturais. Informações equivocadas divulgadas pela mídia sobre o manejo florestal.
2015a	Padrão de crescimento e diâmetro ótimo de corte de cambará no município de Santa Carmem, microrregião de Sinop	OLIVEIRA BRAZ MATTOS CANETTI BASSO ROSOT	Embrapa Florestas. Comunicado técnico 364	Identificação do diâmetro ótimo de corte para o incremento de cambará na área de manejo florestal de Santa Carmem, microrregião de Sinop. Observou-se que o ideal é que o corte inicial seja

				realizado a partir de 40 cm, com ponto ótimo em 45 cm, não sendo recomendado o abate a partir de 50 cm.
2015b	Padrão de crescimento e diâmetro ótimo de corte de cupiúba na microrregião de Sinop	OLIVEIRA BRAZ MATTOS CANETTI BASSO ROSOT	Embrapa Florestas. Comunicado técnico 369	Identificou-se que a classe ótima de corte desta espécie deve ser mantida no limite de 50 cm, para evitar o período de senescência.
2016	Manejo Florestal Madeireiro: ciência e tecnologia a favor da floresta.	CELULOSE ON LINE	Celulose On Line - Acre	Inovações científicas e tecnológicas utilizadas no manejo florestal sustentável. Vantagens da utilização do sistema Modeflora.
2016	Impact of Forest Management on Species Richness: Global Meta-Analysis and Economic Trade Offs	CHAUDHARY BURIVALOVA KOH HELLWEG	Scientific Reports 6	Importância do manejo de florestas para a conservação da biodiversidade global. Avaliação sobre os sistemas de produção de madeira mais comuns em todo o mundo em termos de seu impacto na riqueza local de espécies através da realização de uma meta-análise categórica.
2016	What is in a natural resource management plan?	DEMERS LONG CLAUSEN	UF IFAS Extension – Universidade da Florida	Aspectos de um plano de gerenciamento de recursos naturais: objetivos, localização, avaliação, recomendações, cronograma de atividades e informações complementares.
2016	Manejo Florestal Madeireiro: ciência e tecnologia a favor da floresta	DEUS	Celulose On-line	O desenvolvimento do Modeflora pela Embrapa Acre, como uma inovação tecnológica que permite planejar, executar e monitorar as atividades de manejo florestal com alta precisão.
2017	Plano de Manejo Florestal	CENIBRA	Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA)	Plano de Manejo Florestal da CENIBRA como ferramenta utilizada pela Empresa no planejamento das atividades florestais. Apresenta os objetivos, as responsabilidades, os recursos disponíveis e as estratégias para a adoção de práticas de manejo sustentável.
2017	Nature conservancy	COLDEWEY	Techcrunch	Uso da tecnologia para

	gives forest management a digital makeover.			rastreamento, aumento da produtividade e sustentabilidade na extração de árvores nas florestas nativas. Uso do sistema LiDAR e drones para planejamento e monitoramento.
2017a	Uso do LiDAR no Manejo Florestal	PAPA FIGUEIREDO OLIVEIRA RODRIGUEZ CAMARGO PRATA AMARAL LARANJA	Embrapa Acre (cartilha)	A segunda geração da tecnologia Modeflora utiliza-se de um sistema de sensoriamento remoto ativo de escaneamento a laser – O LiDAR , que permite a realização do cálculo da distância, e detecta o posicionamento geográfico do alvo (árvore).
2017b	Planejamento de unidades de gestão diferenciada em projeto de manejo florestal sustentável na Amazônia	PAPA CAMARGO FIGUEIREDO RODRIGUEZ	Embrapa Acre	Benefícios da Exploração de Impacto Reduzido – EIR. Apesar de inúmeras vantagens, também há limitações em relação a baixa eficiência operacional e maior interferência ambiental. Por isso, há necessidade de se integrar o receptor GNSS, dados altimétricos de radar (SRTM) e o microzoneamento hidrográfico.
2017	Padrão de crescimento de amescla em Santa Carmem, MT	RIBAS SANTOS MATTOS BRAZ CANETTI BASSO	Embrapa Florestas. (Comunicado técnico 406)	Necessidade de normas mais eficientes para regularização e execução do manejo sustentável, devido a heterogeneidade de espécies. Assim, o diâmetro ótimo de corte, também varia. Neste caso, recomenda-se a classe de diâmetro (DAP) de 55 cm.
2018	Padrão de crescimento de cedrinho em condições de floresta natural no município de Santa Carmem, microrregião de Sinop, MT	BORGES MATTOS BRAZ CANETTI BASSO	Embrapa Florestas (Comunicado técnico, 415)	Avaliação sobre a estrutura diamétrica da espécie e identificar o padrão de crescimento do cedrinho por meio da dendrocronologia, com a finalidade de subsidiar o manejo florestal em Santa Carmem.
2018	Amazônia Illegal	FLÓRIO	Esalq/ USP	Estudo acusa fraudes no comércio de madeira nobre no Pará.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

### 3 PLANO DE MANEJO FLORESTAL E SUSTENTABILIDADE

Um Plano Ecologicamente Sustentável de Manejo Florestal precisa ser elaborado tendo como base um compromisso para gerenciar ativamente as florestas para oferecer benefícios sociais e econômicos à coletividade.

As florestas nativas são valorizadas por sua beleza, biodiversidade, fornecimento de água potável, armazenamento de carbono, recreação, importância cultural e histórica, disponibilidade de madeira renovável, bem como da geração de produtos e serviços não madeireiros.

Espada et al. (2014, p. 6) pontuam que:

(...), a floresta tem muito mais a nos oferecer do que matéria-prima, ou os chamados produtos florestais (madeiras, raízes, óleos, resinas, látex, sementes, cipós, frutos, cascas, plantas medicinais etc.). Há também os serviços ambientais que a floresta em pé oferece a todos. A floresta tem um papel importante para manter o ar limpo, regular os efeitos do aquecimento global devido à captação do carbono da atmosfera, proteger os rios, os igarapés e os solos; oferecer proteção contra incêndios e oferecer abrigo e alimentação para diversas espécies de animais. Do ponto de vista fisionômico, uma floresta é uma formação vegetal cuja 'estrutura é formada principalmente por árvores cujas copas formam um dossel'<sup>2</sup> (...).

As florestas precisam ser geridas de acordo com os mais elevados padrões possíveis para atender a gama de interesses e direitos de todas as partes interessadas, pois nelas são encontradas matérias primas essenciais para diferentes ramos industriais e também em relação a preservação ambiental.

As florestas proporcionam inúmeros benefícios em níveis locais e nacionais. A produção de toras costuma ser o principal objetivo das indústrias, cuja receita favorece os governos e as empresas, sendo essas as forças motrizes na continuidade na colheita de florestas tropicais. A receita obtida com a extração de madeira costuma ser a principal fonte de financiamento para o manejo florestal sustentável a longo prazo (FAO, 1998).

Muitas comunidades dependem fortemente de produtos florestais não madeireiros para subsistência e como base para o comércio local. É essencial, no planejamento de manejo de florestas tropicais, alcançar um equilíbrio entre a longo

---

<sup>2</sup> Os galhos e folhas das árvores que se encontram muito acima do chão. O dossel pode alcançar 25 metros de altura, sendo "o resultado da sobreposição dos galhos e folhas das árvores", (...) "sendo o mais rico habitat para a vida das plantas e animais" (MONGABAY, 2007. p.1).

prazo entre a produção de madeira, os objetivos de gestão social e ambiental (FAO, 1998).

A exploração convencional se caracteriza pela falta de planejamento. A identificação das árvores é realizada por trabalhadores, que caminham pela floresta em busca de determinadas espécies, que são cortadas com o uso de motosserra, sem adoção das técnicas adequadas de manejo. Esses trabalhadores também não costumam usar equipamentos de proteção individual (EPIs), que são fundamentais prevenir acidentes e até mortes na realização do trabalho, ou seja, não há respeito às leis trabalhistas e ambientais (ESPADA et al., 2014).

Tais fatos demonstram a importância de se desenvolver um plano de manejo florestal ecologicamente sustentável, sendo elaborado mediante políticas de responsabilidade social.

A sustentabilidade da madeira da floresta nativa explorada pelas madeireiras está relacionada à competitividade na gestão florestal. Para tanto, torna-se necessário desenvolver e melhorar continuamente as práticas de exploração, buscando-se novas alternativas rentáveis, mas que mantenham o equilíbrio do ecossistema.

### 3.1 SUSTENTABILIDADE

O conceito de sustentabilidade surge como forma de reduzir o impacto dos processos industriais e produtivos na deterioração do meio ambiente, buscando formas de preservar os recursos naturais para essa e para as futuras gerações.

Os danos ambientais estão apontados em vários dos estudos conduzidos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC, criado em 1988 pela Organização das Nações Unidas - ONU, que identificam desde efeitos sobre a saúde pública até o desaparecimento de áreas habitadas. Um dos efeitos mais conhecidos se refere ao derretimento das calotas polares, provocando o aumento do volume dos oceanos, que afeta inúmeras pessoas e também o ecossistema. A elevação do nível médio do mar afeta populações costeiras por todo o planeta. Na área meteorológica provoca intensificação dos ciclones e furacões, que se tornam com maior capacidade de penetração nos continentes. Normalmente, os furacões

ocorrem principalmente na área oceânica e avançam pouco por terra, mas com o aquecimento global, se favorece a maior incidência de furacões e ciclones adentrando áreas habitadas cada vez mais extensas, colocando diversas áreas em risco de desaparecimento (BROWN, 2009).

No Brasil, muitas áreas estariam ameaçadas, dadas às dimensões continentais do país e sua localização, de modo que praticamente todas as regiões sofreriam algum dos piores efeitos. A Amazônia é uma delas, porque sua maior parte está a poucos metros acima do nível do mar. A aumento do nível do mar é uma barreira ao fluxo do rio Amazonas capaz de provocar o aumento dessas áreas inundadas, o que por sua vez afeta todos os ecossistemas da região. Consequentemente haverá mais doenças na saúde da população (BROWN, 2009).

Conforme o Programa das Nações Unidas para o Meio ambiente, consumo sustentável engloba a realização de serviços e fabricação de produtos que atendam às necessidades básicas e também a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Para isso, devendo considerar a redução do uso de recursos naturais e emissão de substâncias e resíduos tóxicos, assim como poluentes durante o ciclo de vida desses serviços ou produtos, para que as futuras gerações também possam usufruir desses mesmos bens naturais para atender suas necessidades (FELDMAN, 1998).

Embora haja relação de dependência entre meio ambiente e desenvolvimento, no entanto na medida em que são adotadas medidas para um desenvolvimento sustentável, no qual se considera um como fonte de recursos para o outro, ambos devem coexistir e, de maneira harmoniosa, complementando-se (FELDMAN, 1998).

Segundo Silva (2017, p. 1): "O meio ambiente é o aglomerado de circunstâncias e ações que cercam uma comunidade". O artigo 3º da Lei nº 6.938/81 pela primeira vez definiu no Brasil o conceito de meio ambiente como sendo "o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas" (BRASIL, 1981), sendo que a Constituição Federal de 1988 destacou a importância do meio ambiente no seu artigo 225.

Desse modo, o meio ambiente deve ser preservado e tratado, pois o que existe nele está diretamente relacionado a todas as formas de vida. O conceito de

desenvolvimento sustentável envolve um legado que passará de uma geração para outra. A sustentabilidade engloba a manutenção e conservação dos recursos naturais, por tempo indeterminado, o que requer avanços científicos e tecnológicos no sentido de ampliar a capacidade de utilização, recuperação e conservação desses recursos, bem como novos conceitos da necessidade humana para aliviar a pressão da sociedade sobre eles (MILARÉ, 2007).

Ainda, segundo Milaré (2007), as madeireiras têm importante papel e responsabilidade sobre as questões ambientais, em ações preventivas, pois o desenvolvimento sustentável está vinculado com o aumento da produtividade e, também, com ações que visem a criação de oportunidades econômicas, políticas e sociais para a coletividade. O desenvolvimento sustentável contribui como um processo de mudança de consciência, em que o uso dos recursos, as políticas econômicas, a dinâmica populacional atual e futura devem estar alinhadas para o progresso humano, o que demanda a participação da iniciativa privada e dos governos, para assegurar um mínimo de qualidade de vida para todas as pessoas.

O manejo de florestas sustentável tem como finalidade a preservação e o equilíbrio do ecossistema.

No entanto, além da falta de consciência ou de educação ambiental, ainda ocorre que a legislação sobre a exploração florestal permite equívocos, sendo severamente criticada, pois há uma grande confusão entre manejo florestal e exploração sem planejamento, além da notória falta de conhecimentos dos legisladores sobre a produção madeireira.

O maior problema é que a legislação brasileira se encontra ultrapassada, pois segue critérios únicos para espécies de grupos ecológicos diferentes, o que pode alterar completamente o método utilizado para atingir o manejo sustentável.

Conforme Kiernan et al. (1992), aproximadamente 60% das florestas tropicais úmidas remanescentes do mundo localizadas na América Latina se encontram sob risco, principalmente pelas mudanças nos usos da terra (por exemplo, pecuária e agricultura), por serem considerados mais lucrativos do que o manejo florestal. Porém, grande parte da área florestal convertida é inadequada para sustentar colheitas agrícolas aceitáveis sobre múltiplas colheitas e inadequadas para manter populações de gado, especialmente devido as tecnologias existentes.



Neste cenário, o manejo de florestas naturais representa uma alternativa promissora para melhorar a subsistência rural e reduzir o desmatamento na América Latina. O manejo de florestas naturais favorece a manutenção da cobertura natural contínua de árvores em áreas florestais e utiliza práticas de silvicultura e colheita que aumentam a quantidade e o valor dos produtos removidos da floresta, enquanto mantém a capacidade da floresta de se regenerar naturalmente. Este tipo de silvicultura é importante para a conservação nos ecossistemas de florestas tropicais da América Latina, que contam com incontáveis tipos de plantas e animais (KIERNAN et al., 1992).

As florestas naturais tropicais são compostas por grande número de árvores, sendo que as espécies visadas<sup>3</sup> pelo comércio madeireiro são bem poucas, tendo-se em vista a grande quantidade de espécies em uma mesma região. A sustentabilidade do manejo de florestas naturais é tema fundamental e também muito debatido atualmente, pois, segundo Oliveira et al. (2015a, p. 1), “depende da taxa de extração de cada espécie”. E, ainda, segundo mesmo autor:

Assim, pouco significa termos a informação de que determinada área consegue repor 30 m<sup>3</sup> para o conjunto de espécies em um ciclo, se não soubermos como será a reposição de cada espécie. Para entendermos a capacidade de reposição de determinada espécie, é essencial conhecer a sua estrutura diamétrica e, principalmente, o seu padrão de crescimento. Além disso, deve-se conhecer a sobrevivência nas classes diamétricas em que ocorre naturalmente. (...) Todas as espécies possuem um padrão de crescimento que pode ser representado por uma equação. O incremento corrente anual (ICA) é resultado da primeira derivação da curva de crescimento e o incremento médio anual (IMA) pela razão entre o crescimento em determinado estágio e sua idade.

Entretanto, pouco se sabe da dinâmica e padrão de crescimento das espécies arbóreas, mesmo daquelas com maior interesse comercial.

A Instrução Normativa n. 5, de 11.12.2006 (BRASIL, 2006b) estabelece o diâmetro mínimo de corte em 50 cm, para qualquer espécie de árvore, sem que haja uma justificativa para esse limite de maneira tão genérica.

O manejo florestal sustentável na floresta Amazônica é complexo, devido à sua grande biodiversidade e heterogeneidade, com espécies, diâmetros e idades diferentes (BUONGIORNO; GILLESS, 1987).

A performance é complicada e difícil no manuseio de florestas nativas, mas

---

<sup>3</sup> Madeira de lei; madeira de melhor qualidade e resistência.

isso pode ser aperfeiçoado se forem empregadas técnicas já existentes e negligenciadas pela legislação, que serão apresentadas no decorrer deste trabalho.

Todos os aspectos relacionados a variações dependendo da espécie, necessitam ser definidos através de estudos científicos específicos, de modo que os diversos tipos de árvores sejam classificados de forma individual ou em grupos, com os parâmetros e desenvolvimento de gêneros e variedades rentáveis. O problema é que, hoje, os diversos tipos são tratados de maneira genérica, o que pode funcionar bem se aplicados a algumas espécies, porém, em outras, podem apresentar resultados equivocados.

### 3.2 MANEJO FLORESTAL

O princípio do manejo florestal ecologicamente sustentável requer que os benefícios decorrentes estejam acima e além das metas econômicas ou regulatórias, visando sustentar e proteger os valores ambientais.

A regulamentação legal do manejo florestal para extração de madeira das florestas amazônicas é dada pelo Decreto 5.975/2006, Instruções Normativas MMA 04 e 05/2006 e Resolução CONAMA 406/2009.

A Lei nº 11.284 (Lei de Gestão de Florestas Públicas - LGFP), de 02.03.2006, em seu Artigo 3º definiu o manejo florestal sustentável como:

Manejo Florestal Sustentável: administração da floresta 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 madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal; (BRASIL, 2006, p.10).

A Lei de Gestão de Florestas Públicas - LGFP foi regulamentada pelo Decreto Federal n. 6.063/07, que criou novas perspectivas para o desenvolvimento do setor florestal brasileiro e incentivo para o aumento da área florestal manejada na Amazônia, gerando novas formas de gestão das florestas públicas com a finalidade de realizar a produção sustentável, baseada na preservação dos recursos naturais e geração de benefícios socioambientais. Este modelo de concessão florestal tem como objetivo permitir o uso racional das florestas públicas brasileiras mediante um rígido controle e monitoramento do manejo florestal, com efetiva fiscalização por parte do

governo e, também, da sociedade (ESPADA et al., 2014).

Segundo Oliveira et al.:

A palavra manejo florestal indica que serão utilizadas técnicas visando promover e garantir maior incremento, reduzindo custos e ciclos de exploração. Entretanto, a maioria das atividades obrigatórias e permitidas ao manejo pela legislação federal desconsidera alterações para a melhoria das técnicas deste. Raras tentativas são feitas com embasamento técnico, visando aumentar a produtividade nos planos de manejo de florestas naturais. (OLIVEIRA, et al. 2015a,p.4)

O manejo apropriado das florestas é fundamental para a qualidade de vida da população, independentemente de viverem na cidade ou em áreas rurais.

A respeito da definição de manejo florestal na gestão de florestas, Biazatti (2009) afirma que:

A Lei de Gestão de Florestas Públicas define manejo florestal: como a administração da floresta 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 madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal. Mais simplificada, a técnica pode ser conceituada como o uso combinado de práticas de planejamento e princípios de conservação que visam garantir que uma determinada floresta seja capaz de suprir, de forma contínua, um determinado produto ou serviço. (BIAZATTI, 2009, p.1).

Em decorrência das exigências legais e éticas, o conceito de manejo de gestão florestal sustentada vem se desenvolvendo, fundamentada na ideia de extrair madeira causando o mínimo de dano à flora e à fauna, para que a floresta se recupere gradualmente, permitindo uma nova extração décadas depois.

A exploração predatória dos recursos florestais resultou em recursos nacionais e pressão internacional e políticas relacionadas à sua conservação e uso, o que também levou o governo brasileiro a regulamentar o uso de recursos naturais na Amazônia brasileira. Para atender a esses regulamentos, uma das principais ferramentas para o uso racional das florestas é chamada de Manejo Florestal Sustentável (MFS). (SILVA et al., 2018).

O Manejo Florestal Sustentável (MFS) tem como objetivo aplicar técnicas de manejo e redução de impacto que são adequadas para o uso sustentável dos recursos florestais, sendo estabelecidas as orientações para a exploração e atividades de manejo de florestas no Brasil. No caso da Amazônia, o principal objetivo é facilitar a

exploração de recursos florestais renováveis, em particular a madeira, com a redução de resíduos e o impacto sobre a floresta remanescente, bem como para garantir maior segurança para trabalhadores e manutenção do ecossistema (SILVA et al., 2018).

O manejo das florestas naturais é fundamental para que as várias espécies de diversas dimensões, que se encontram em um mesmo espaço em busca de luz, possam se desenvolver melhor, após a retirada das árvores mais velhas, além de abrir clareiras onde novas mudas possam se desenvolver (TOREZZAN, 2018).

A viabilidade econômica do uso dos recursos naturais da floresta e a viabilidade de técnicas de manejo florestal são importantes para garantir o desenvolvimento ambiental, sendo que um dos principais desafios é o equilíbrio entre objetivos econômicos e ambientais (SILVA et al., 2018).

Aliás, somente a partir do manejo das florestas naturais torna-se possível assegurar a preservação da floresta. A quantidade de árvores remanescentes alcança 88%, o que favorece a continuidade das espécies, muito embora a falta de informação leve a mídia a não distinguir o manejo planejado da extração ilegal (BRAZ; MATTOS, 2015).

Por sua vez, a legislação florestal visa a preservação das florestas, porém com normas bastante arbitrárias, que definem a exploração de maneira genérica, sem considerar os vários grupos ecológicos, estruturas e ritmos de crescimento diferenciados (TOREZZAN, 2018).

A implementação do manejo assegura não somente a conservação da biodiversidade, bem como os benefícios proporcionados à floresta, com a manutenção do solo, a permeabilidade para absorver a água das chuvas, favorecendo os mananciais e nascentes, ou seja, mantendo o equilíbrio ambiental (TOREZZAN, 2018).

O planejamento da infraestrutura da área de manejo florestal, como a definição de estradas, locais de pátios e trilhos de madeira, é um processo complexo e tem uma conexão direta com os custos de colheita e impactos ambientais gerados. Nas florestas tropicais, essa complexidade torna-se ainda maior devido à grande diversidade de espécies, ao tamanho das árvores, aos diferentes tipos de floresta, entre outros fatores. Assim, a definição de infraestrutura faz parte do planejamento

da colheita no operacional, sendo crucial na geração de custos de produção florestal (SILVA et al., 2018).

Um plano de gestão e manejo é uma das ferramentas mais básicas e importantes para melhorar a saúde a longo prazo da floresta. No desenvolvimento de um plano de manejo são estabelecidas metas para a propriedade, com identificação e descrição dos recursos atuais, bem como a elaboração de um cronograma e um conjunto de estratégias para atingir as metas traçadas. Um plano de manejo florestal também pode favorecer benefícios fiscais de propriedade, certificação florestal e acesso a programas de compartilhamento de custos para financiar melhorias de recuperação ambiental.

A informação no plano de gestão deve ser simples, mas com detalhes suficientes para ser útil. O plano de manejo também deve ser flexível em seus objetivos e condições de recursos, que podem ser revistos periodicamente. Em geral, os planos são projetados para serem revistos a cada cinco a dez anos, com ajustes feitos para acomodar as contínuas mudanças no ambiente, que podem ocorrer naturalmente ou ser provocadas (fogo, insetos ou manuseio inadequado). (DEMERS; LONG; CLAUSEN, 2016).

Segundo Braz e Mattos (2015), o manejo das florestas naturais na Amazônia gera milhares de empregos, diretos e indiretos, assegurando a sobrevivência daquela população e o desenvolvimento da região. No entanto, o manejo adequado das florestas está diretamente vinculado a sustentabilidade ambiental, com preservação do solo, da fauna e da flora, enquanto o extrativismo ilegal e a abertura de áreas para exploração da agricultura representam os maiores problemas em relação à destruição das florestas nativas. A seguir, observam os mesmos autores:

As espécies madeireiras possuem um diâmetro de máxima produção, após o qual o incremento começa a decair drasticamente, (...). Cortar antes do ponto de inflexão, ou seja, durante o período de maior crescimento, implica em perda de maior volume. No entanto, cortar depois deste ponto implicará em cortar quando o incremento já reduziu e a mortalidade aumentou, tendo implicações econômicas negativas (...). Cortar depois acarretará a estagnação da floresta e não usar árvores que irão morrer naturalmente. Ou seja, o manejo deve explorar a faixa ótima de estoque. (BRAZ; MATTOS, 2015, p. 294)

Para uma produção excelente, a estrutura da floresta deve ser respeitada, sem haver aumento indiscriminado do diâmetro do tronco destinado ao corte. Cada espécie tem um diâmetro determinado adequado ao corte, que precisa ser

considerado, pois favorece a recomposição e crescimento da floresta, respondendo com diferentes níveis de recuperação. Para tanto, os futuros cortes deve-se aguardar a formação de uma estrutura sustentável, com diâmetros de tamanhos semelhantes e de menor volume, diferentemente do inicialmente identificado, que era composta por muitas árvores em condição de senescência (BRAZ; MATTOS, 2015).

A identificação do crescimento das espécies é realizada tendo-se em vista os modelos de crescimento, que permitem a predição da produção futura, considerando-as as condições atuais (CHASSOT et al., 2011).

De acordo com Oliveira et al. (2015a, p. 2): “O incremento anual (ICA) e o incremento médio anual (IMA) são fundamentais para a determinação do diâmetro ótimo de corte, usando-se como base a curva de crescimento”, sendo necessárias análises mais detalhadas para se identificar a medida adequada de corte de cada espécie, especialmente quanto ao seu padrão de crescimento.

Desse modo, os critérios estabelecidos na legislação florestal para o manejo de florestas naturais necessitam ser aprimorados, considerando-se as técnicas adequadas para cada espécie de árvore.

A lei estabelece que os ciclos de colheita (o tempo entre a primeira e a segunda extração de árvore adulta) devem ocorrer entre 25 e 30 anos, para que a floresta se recupere. Porém, essa norma não considera as estratégias de vida de cada espécie, pois, o ipê necessita de um ciclo de 120 anos para recuperar 18% do volume colhido, enquanto o jatobá alcançaria 100% no mesmo período. Na Amazônia, os proprietários de terras são obrigados pela lei a manter 10% do total de árvores com potencial de corte, e a quantidade máxima de madeira extraída por hectare é de 30 metros cúbicos (30m<sup>3</sup>). Porém, apesar da legislação vigente, há indícios de que estes limites não estão sendo respeitados, como alerta Flório

Proprietários de terras da porção leste da Amazônia (...) podem estar burlando o sistema de controle de retirada de madeira de lei (...). O volume de madeira declarado nas licenças de corte foi, no geral, muito superior ao esperado para as florestas da região. (...) A discrepância foi ainda maior para as espécies de madeira mais valiosa e se concentrou em planos de manejo assinados por alguns poucos engenheiros, o que aumentou as suspeitas de fraude. (...) há grandes chances de fazendeiros e engenheiros estarem declarando árvores-fantasma, que na verdade não existem, sobretudo de espécies mais nobres, como jatobás e ipês. (FLÓRIO, 2018, p.1):

Deste modo, pesquisadores da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), em Piracicaba, recomendam implantação de um sistema eletrônico, para favorecer o extrativismo sustentável, como segue:

Para atacar o problema e estimular o extrativismo sustentável, a equipe da Esalq recomenda um novo sistema eletrônico para registrar e administrar as autorizações de exploração, disponibilizando as informações em um portal que permita o confronto de dados e solicite uma verificação de campo em caso de suspeita. “Também sugerimos um sistema mais eficiente de vistorias em campo e uma moratória de madeira”, diz Souza. “A exploração madeireira é uma atividade econômica legítima e não tem que ser proibida, mas bem regulamentada e fiscalizada”, completa Brancalion. (FLÓRIO, 2018, p. 2).

A madeira retirada das florestas naturais, especialmente na Floresta Amazônica, representa uma importante fonte de arrecadação de recursos, bem como de geração de empregos naquela região. Por isso, torna-se fundamental que estes recursos sejam utilizados de maneira equilibrada, para assegurar a subsistência desta e das futuras gerações, contribuindo para o desenvolvimento sustentável (TOREZZAN, 2018).

### 3.3 PLANO DE MANEJO FLORESTAL

A figura 1, a seguir, apresenta uma síntese dos objetivos que envolvem a elaboração de um plano de manejo que inclua a gestão florestal ecologicamente sustentável:



Figura 1 – Gestão florestal ecologicamente sustentável  
 Fonte: Traduzido e adaptado de VicForests, 2015, p. 2.

Como se observa na figura 1, a gestão ecologicamente sustentável requer o gerenciamento ativo da floresta que integra intrinsecamente a produção de madeira, considerando o aspecto ambiental, social, cultural e benefícios econômicos para garantir que todos os valores sejam mantidos para as atuais e futuras gerações, como enumera VicForests (2015, p. 2-3):

1. Conformidade regulatória através de um sistema de manejo florestal ecologicamente sustentável que atende a legislação e políticas governamentais.
2. Tomada de decisão baseada no conhecimento científico e pesquisas relevantes para entender o ecossistema, para condicionar a prática do manejo florestal compatível com a legislação e princípios ambientais vigentes.
3. Biodiversidade e alta conservação de valores visando avaliar e proteger a floresta, levando em consideração a escala, a intensidade e o risco das operações realizadas.
4. Desenvolvimento Econômico de Longo Prazo, disponibilizando produtos renováveis de forma sustentável, de maneira a gerar desenvolvimento econômico e



empregos.

5. Serviços sociais e ambientais através da contribuição ativa às comunidades rurais que dependem ou se beneficiam do manejo florestal.

6. Planejamento de recursos em escala de paisagem para manter a produtividade de acordo com a capacidade das florestas do Estado para garantir os valores de sustentabilidade para a geração atual e as futuras.

7. Práticas adaptativas de manejo que utilizem informações científicas atualizadas, bem como obter o *feedback* das partes interessadas.

8. Regeneração das florestas nativas de acordo com os princípios de gerencialmente natural das florestas. Manter a saúde e a vitalidade da floresta, visando manter um estoque viável, o fornecimento de sementes, minimização dos riscos conhecidos durante a regeneração.

9. Herança Cultural - Respeitar os direitos dos nativos, quanto aos usos tradicionais e posse consuetudinária, e proteger todos os valores do patrimônio cultural, visando melhorar os processos envolvidos na gestão do patrimônio cultural, suporte ao assentamento de proprietários tradicionais, acordos para fortalecer as relações com grupos indígenas.

10. Envolvimento das partes interessadas. Proporcionar oportunidade para envolver e fornecer *feedback* sobre o planejamento e operações de gerenciamento da floresta, aumentando as possibilidades de coalizões e parcerias com a comunidade, usar o feedback das partes interessadas para melhorar práticas ou processos, resolver todas as disputas de maneira justa e eficiente.

11. Transparência - construir respeito e compreensão para com as partes interessadas através de relatórios públicos claros e acesso a informação, disponibilizando aos interessados a possibilidade de progresso, gestão florestal sustentável, receptividade às solicitações e reclamações das partes interessadas, oferecendo acesso ao público.

Quanto à extração de madeira de florestas naturais, esta deve ser realizada através do método adequado no primeiro ciclo, planejado de maneira a assegurar a recuperação do volume da madeira para que possa ser novamente extraída nos próximos ciclos. Neste aspecto, o papel dos órgãos de fiscalização torna-se

fundamental para que a sustentabilidade seja garantida. As espécies da região necessitam ser preservadas. (TOREZZAN, 2018).

De acordo com Braz; Matos e Figueiredo (2011, p. 4):

No que se refere ao volume de estoque e ao volume de corte, a disposição da estrutura remanescente influi diretamente na recuperação em volume para o ciclo de corte seguinte. É importante o desenvolvimento de estudos para todas as espécies, de forma individual ou por grupos de espécies com crescimento semelhante, para compor a taxa total de extração de forma sustentável. Taxas de corte prefixadas são incompatíveis com o manejo florestal sustentável. O manejo de florestas naturais deve ser específico para cada talhão e momento da exploração.

Conforme Torezzan (2018), as críticas ao manejo florestal na produção de madeira se devem ao corte raso (fato que não ocorre no manejo de florestas naturais), à maneira equivocada de se realizar o manejo florestal, bem como a exploração sem planejamento ou mesmo ilegal, muito embora o manejo florestal seja bastante fiscalizado e monitorado, e cada árvore sujeita ao manejo receba uma identificação botânica, com registros de suas dimensões e coordenadas. Assim, a fiscalização poderá acompanhar o manejo de cada uma, especialmente em relação à quantidade retirada, para assegurar que a recuperação da floresta permita extrações futuras, como explica o mesmo autor:

O manejo de florestas naturais é a única atividade relacionada ao uso da terra que mantém a cobertura florestal praticamente intacta. (...) em média, 88% das árvores de uma área de manejo são mantidas na área. (...) só é permitido cortar árvores com mais de 50 cm de diâmetro. Isso implica que somente 12% da estrutura podem ser cortados, pois a maioria das árvores em uma floresta natural está abaixo desta classificação. (TOREZZAN, 2018, p. 3).

Na Floresta Amazônica, os talhões de manejo - ou compartimentos das áreas de exploração anual - variam entre 500 a 1000 hectares, com ciclos de 25 a 35 anos. Assim, áreas com cerca de 500 hectares permanecem em repouso em cada ciclo (pousio) por, pelo menos, 25 anos. Desse modo, assegurando o equilíbrio ambiental da fauna e da biodiversidade. Depois desse período, as extrações ocorrem durante poucos meses, com técnicas de impacto reduzido (TOREZZAN, 2018).

De acordo com Braz e Mattos (2015, p. 293):

(...) em qualquer estrutura de floresta natural, a sobrevivência é muito baixa nas classes maiores. A maior parte das sugestões de aumento de ciclo possibilitaria que algumas árvores atingissem os diâmetros máximos possíveis para uma determinada espécie, mas que são classes de diâmetro com altas taxas de mortalidade, resultando em redução drástica do incremento ou produção de incremento "negativo".

O manejo da floresta que segue estas normas não provoca erosão genética, pois é realizada em diâmetros encontrados somente em árvores mais velhas, na fase de culminação da espécie explorada. Dependendo da espécie, árvores com diâmetro acima de 50 cm podem apresentar podridões, ocos e outros problemas, pois que já se encontram na fase de senescência. Dessa maneira, sua retirada não coloca em risco a sustentabilidade (TOREZZAN, 2018).

Conforme Braz e Mattos (2015, p. 293):

A maior parte das espécies a partir de 70 cm de diâmetro, quando mantida na floresta, não produz mais incremento líquido, apenas bruto. Isto ocorre devido ao reduzido incremento e aumento da taxa de mortalidade, resultando em volume líquido originário destas classes menor que o anterior (do início do ciclo). Aumentar o ciclo apenas tornaria menos econômica a expectativa de volume futuro.

Com base na avaliação de recursos e objetivos específicos, recomendações podem ser feitas para todo o setor ou áreas individuais, de modo a delinear um conjunto geral de tratamentos ou operações a longo prazo, com uma discussão dos resultados esperados de cada sequência de manejo. Essas recomendações gerais devem ser complementadas com recomendações específicas, que geralmente são designadas para blocos de cinco a dez anos. Recomendações específicas podem incluir o (s) método (s) de regeneração florestal a utilizar, onde plantar parcelas de alimentos para a vida selvagem, quando e onde queimar, que áreas colher e o manejo adequado a cada espécie (DEMERS; LONG; CLAUSEN, 2016).

Um cronograma de atividades deve conter quando cada tratamento recomendado ocorrerá, assim como os custos e receitas projetados para cada operação. Como atividades de gerenciamento ocorrem na propriedade, um registro contínuo deve ser mantido das datas, horários, locais, despesas e receitas associadas a cada atividade. Esse registro será útil para relatar os custos e receitas associadas às atividades de gerenciamento para fins fiscais, devendo ser incluídos detalhes sobre as atividades específicas, como tipos de mudas ou herbicidas, condições climáticas e resultados do monitoramento de acompanhamento. Esses registros serão uma grande ajuda no futuro, ao avaliar seus sucessos, planejar atividades adicionais e atualizar o plano de gerenciamento (DEMERS; LONG; CLAUSEN, 2016).

### 3.3.1 Variáveis e etapas do manejo

Para que os danos sejam minimizados, torna-se importante o planejamento adequado das estradas secundárias, picadas de arraste e técnicas de abate condizentes. Quando a seleção de equipamentos, esta deve ocorrer de acordo com as condições do ecossistema, considerando-se a resistência de rampa e de rolamento, capacidade de suporte do solo e limites de carga adequados ao custo e produção horária (BRAZ et al., 1998).

Na figura 2, a seguir, encontra-se uma ilustração sobre uma trilha de arraste.

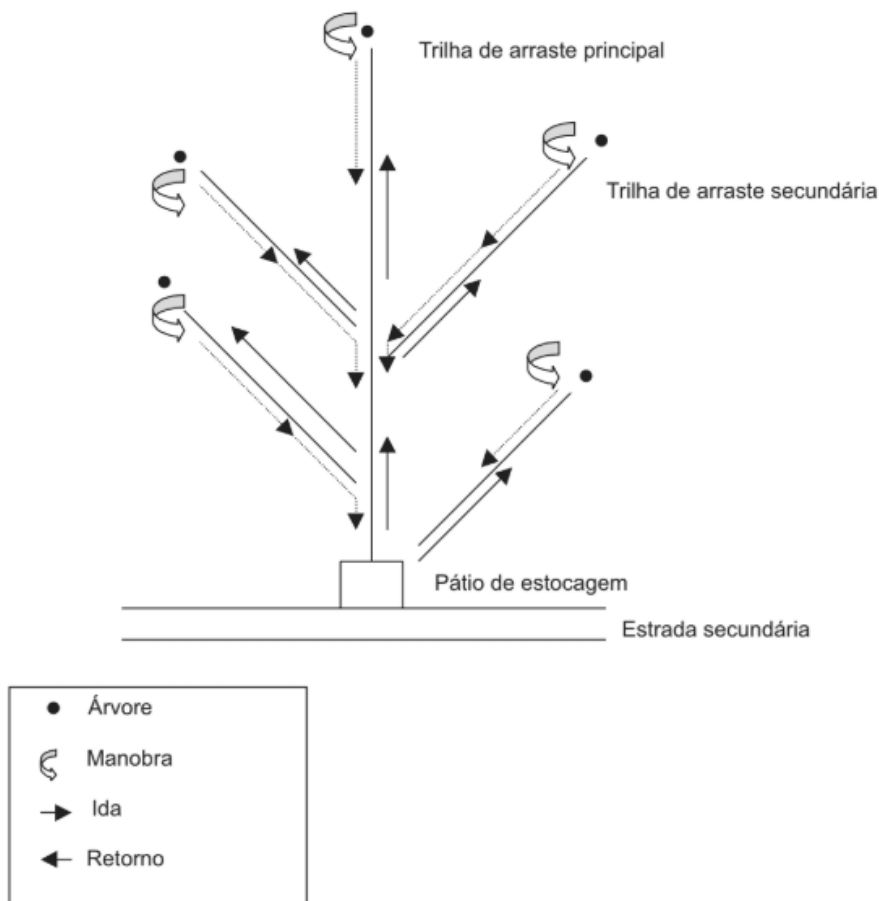


Figura 2 – Modelo padrão de trilhas de arraste  
Fonte: BRAZ; OLIVEIRA, 2001, p. 8.

Segundo Braz e Oliveira (2001), algumas variáveis necessitam ser consideradas antes do planejamento da extração das toras, que são:

- Densidade do talhão – fator crítico em florestas (ou pontos de arraste) de baixa densidade o tempo do ciclo aumenta, bem como os custos envolvidos.

- b) Inclinação do terreno – a força do arraste se reduz com o aumento do declive, e aumenta se há a diminuição do mesmo. O ganho (ou perda) equivale a 10 kg por tonelada do veículo, mais o aumento da carga por 1% de inclinação da área, que não deve ultrapassar a 30% para que o trabalho seja produtivo e realizado dentro das normas de segurança.
- c) Condições do solo – A força de rolamento decorrente da penetração dos pneus no solo reduz a resistência tratora em cerca de 6 kg por centímetro de penetração no solo multiplicado pelo peso de operação do trator. O terreno argiloso úmido reduz a força tratora em, mais ou menos, 20% em comparação à terra firme. No terreno arenoso seco ocorre redução de 60% em terra firme. Quando as condições do terreno são precárias, ou seja, com pouca capacidade de suporte, o operador deve buscar rota alternativa com melhor topografia para evitar o aumento do tempo do ciclo. Muitas vezes, uma mínima redução na carga minimiza os danos aos pneus, bem como a diminuição do ciclo.
- d) Volume por árvore – Quanto maiores forem os toros, menores serão os custos de arraste, ou vice-versa, desde que haja compatibilidade com a capacidade do trator de arraste.

O tempo de ciclo do trator de arraste é fator essencial devido sua vinculação à produção e custo-hora. Na fase de planejamento, o tempo de ciclo pode ser realizado por meio de fórmulas, estimativas ou experiências anteriores. Entretanto, torna-se fundamental a realização das medições de campo, para verificar se o tempo está dentro das previsões, procurando sua redução caso seja necessário para que se adeque aos critérios ambientais, tendo-se em vista a redução dos custos operacionais (BRAZ; OLIVEIRA, 2001).

A extração também deve assegurar a manutenção da biodiversidade, atendendo às normas de suporte ao planejamento florestal, como observam Braz et al. (1998, p. 7):

- a) Os tratamentos silviculturais considerarão as espécies úteis à fauna ou espécies-chave do ponto de vista ecológico;
- b) Árvores mortas em pé ou caídas em decomposição não serão retiradas da área da floresta;
- c) Não serão utilizadas substâncias químicas nos tratamentos silviculturais das espécies madeireiras;
- d) Serão selecionadas e mantidas algumas árvores de grande porte a intervalos regulares para favorecer a manutenção da diversidade biológica;
- e) Será respeitada (e monitorada para verificar sua adequação) a rotação

- definida, limites de diâmetro, taxa e tamanho dos compartimentos de abate definidos por ano;
- f) Os compartimentos de abate serão explorados alternadamente, possibilitando a existência, dentro da zona de abate, de áreas recentemente exploradas e de antigo crescimento;
- g) Serão mantidas grandes áreas dentro da floresta como zonas de preservação intangível;
- h) Serão utilizadas normas adequadas de exploração;
- i) Haverá monitoramento das parcelas permanentes e clareiras de abate.

Os elementos do ciclo de arraste necessitam ser visualizados para que as falhas sejam identificadas e corrigidas, como recomendam Braz e Oliveira (2001):

- a) O trator vazio deve realizar o menor percurso possível;
- b) Manobra do trator até as toras pelo caminho mais seguro;
- c) Engate de uma ou duas toras apenas;
- d) Viagem com carga do trator de arraste pela trilha básica ao se dirigir ao pátio de estocagem, utilizando os caminhos mais curtos e de menor dano ao povoamento para a recarga.

Deste modo, o arraste deve ser planejado com antecedência para que ocorra da maneira mais reta possível, bem como manter a inclinação favorável do terreno até que sua chegada ao pátio. Sempre deve haver a preocupação com o menor dano ao povoamento, juntamente com o menor custo de arraste. Também deve ser verificado diariamente o tempo do ciclo, para que sejam buscadas soluções para melhoria (BRAZ; MATTOS; FIGUEIREDO, 2011).

### **3.3.2.1 Primeira etapa: zoneamento**

Antes de realizar todo este planejamento deve haver uma parceria entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, Secretaria da Fazenda, indústria e proprietário ou qualquer outro órgão regulador, os quais estarão interligados.

Através da utilização de um Sistema de Gestão Florestal e de um Sistema Corporativo de Gestão de Recursos – ERP<sup>4</sup>, a propriedade estará devidamente interligada através de *auto-source* da Indústria ou de outro órgão regulador que

---

<sup>4</sup> A integração com um sistema ERP tem como finalidade agilizar os processos e assegurar a “unicidade das informações, realizando movimentações automáticas de estoque de materiais e insumos; valorizações e contabilizações de operações; alimentação automática de tabelas básicas de dados mestres: pessoal, centros de custo, informações contábeis, fornecedores, clientes, dentre outras; e consolidação de informações para demonstrativos de resultados” (BRUNORO, 2018, p.1).

utilizará seu sistema de TI para armazenar as identificações das árvores através das coordenadas.

A figura 3, a seguir, ilustra as etapas do plano de manejo florestal:

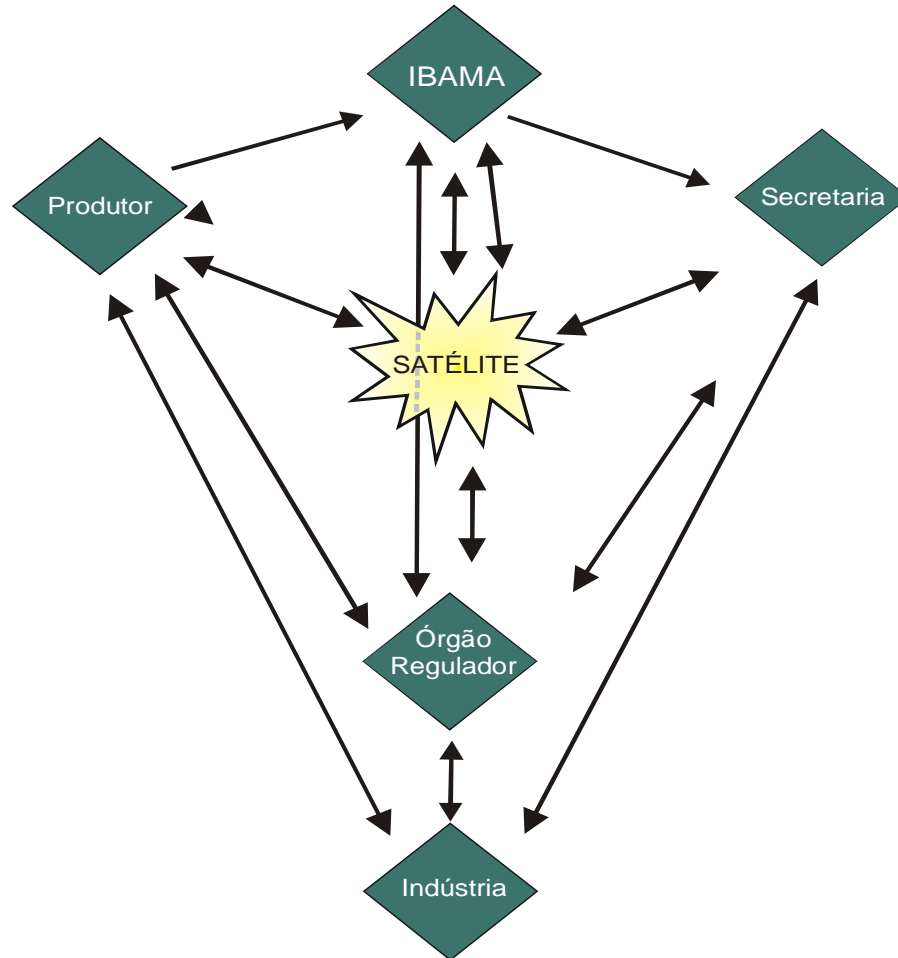


Figura 3 – Etapas do Plano de Manejo  
Fonte: Elaborado pelo próprio autor. (2019)

O zoneamento da propriedade deve delimitar as áreas de preservação permanente, identificar e demarcar, de acordo com a legislação florestal (Lei nº 4.771/65), as áreas de preservação permanente na propriedade. Nessas áreas estão incluídas as margens de rios ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios naturais ou artificiais, nascentes, ainda que intermitentes, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m de largura; topo de morros, montes, montanhas e serras; e encostas (ladeiras) com declividade superior a 45° (AMARAL et al., 1998).

As áreas inacessíveis à exploração, ou seja, nos terrenos onde a exploração madeireira causaria impactos ambientais, seriam aumentados os riscos de acidentes, acarretando em elevação de custos, sendo, por isso, classificadas como

áreas inacessíveis à exploração, mesmo que, para elas, não existam restrições legais. Áreas de floresta com inclinação superior a 45° devem ser classificadas como inacessíveis, uma vez que o custo de arraste e os impactos ambientais seriam significativos, utilizando trator de esteira ou trator florestal (*skidder*). (AMARAL et al., 1998).

As áreas inacessíveis podem ser definidas preliminarmente, por meio da utilização de mapas topográficos e hidrográficos da propriedade. De acordo com os levantamentos no campo, essa definição pode sofrer alterações. Além disso, tais áreas podem se tornar acessíveis no futuro. O mapa topográfico deverá conter as coordenadas geográficas, pois, através delas, se possibilitará a locação de qualquer obstáculo, tais como: rios, lagos, áreas com inclinação de 45°, dentre outros (AMARAL et al., 1998).

As áreas de exploração, ou seja, as florestas restantes da propriedade com um bom estoque de madeiras formam as áreas exploráveis, cujas características já inseridas no sistema integrado permitem assim uma estimativa do volume de madeira dessas áreas medindo no mapa da área explorável da floresta e depois multiplicando esse valor pelo volume por hectare obtido no inventário amostral (MARTINS, 2009).

Segundo mesmo autor, tendo-se em vista o método convencional de zoneamento, é proposta nesta primeira etapa do manejo a utilização de coordenadas, para identificar os tipos de árvores em seu devido local através do Registro da Árvore - RACI e sua Coordenada junto ao IBAMA, que seria sua coordenada identificada através de um Sistema de Posicionamento Global - GPS, onde estarão registrados com suas devidas coordenadas, sendo diretamente repassadas ao IBAMA, órgão regulador, indústria e Secretaria da Fazenda; com suas devidas dimensões que podem ser medidas através de uma trena a laser – Família etc. (a partir deste ponto inicia o nascimento propriamente dito de uma árvore, pois a mesma terá seu primeiro registro que será sua coordenada).

A figura 4 traz um exemplo de coordenadas GPS, como segue:



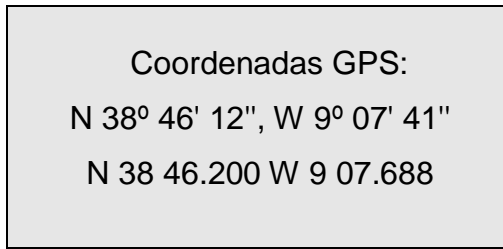


Figura 4 – Modelo de Coordenadas.  
Fonte: elaborado pelo próprio autor. (2019)

Após análise e aprovação do órgão competente para exploração da madeira nas devidas propriedades e mencionadas as árvores que poderão ser extraídas identificadas pelas suas coordenadas entra a Indústria em ação. Ao extrair a árvore esta receberá um código de barra PAI xxxxxxxxxxxxxx.<sup>5</sup> Em todas as árvores de valor comercial haverá a coordenada estampada em seu tronco, a fim de proporcionar um controle eficiente. Assim, tornando possível identificar quais serão as árvores que não podem ser exploradas, conforme as suas coordenadas (MARTINS, 2009)

Recomenda o mesmo autor que é necessário que todas as árvores, independentemente da localização, estejam com o código de barras inserido no seu tronco, pois facilitará na identificação das áreas inacessíveis e acessíveis. Essa integração com o IBAMA resultará em um processo mais ágil na autorização da extração, além de um controle total das árvores, sejam elas exploráveis ou não. Com esta primeira etapa, pretende-se evitar desmatamento, além de evitar “erros” na demarcação das áreas.

### **3.3.2.2 Segunda etapa: Planejamento de estrada**

O transporte da madeira é feito por uma rede de estradas principais (em geral, mais largas e com melhor acabamento), ligando a área de exploração às vilas e cidades onde estão localizadas as indústrias; e estradas secundárias que conectam as áreas de exploração às estradas primárias. Tratando-se apenas do planejamento das estradas secundárias, assumindo que já existe uma rede de estradas principais na propriedade, as estradas devem ser permanentes e, portanto, utilizáveis na primeira e demais explorações (MARTINS, 2009)

---

<sup>5</sup> O código de barra “PAI” é uma pequena placa de metal colocada no tronco da árvore, conservando sua aparência física e sua leitura, tornando-se a primeira identificação da árvore.

Segundo Braz; Mattos e Figueiredo (2011, p. 11):

Para o bom planejamento de campo da exploração florestal, visando ao baixo impacto e economicidade, é necessário, primeiro por aproximação, ter uma idéia da dimensão da rede de estradas a ser construída, distância ideal entre estradas secundárias, distância ideal de arraste, capacidade de carga do trator para as condições topográficas locais e ciclo do trator de arraste. Estes parâmetros iniciais podem ser calculados por fórmulas, modelos, equações ou mesmo tabelas.

Para o planejamento das estradas secundárias, inicialmente, define-se a rota no mapa através do sistema, proporcionando, assim, a melhor ligação entre os pontos. Para isso, consideram-se as características topográficas, infraestrutura da propriedade e o volume de madeira disponível por hectare. As estradas secundárias devem ser retas, paralelas e localizadas no sentido leste-oeste para facilitar a secagem após as chuvas. Em seguida, demarca-se e ajusta-se a estrada de acordo com as condições específicas da floresta (MARTINS, 2009).

### **3.3.2.3 Terceira etapa: Divisão alocada para exploração anual**

Para ordenar a área a ser explorada anualmente, divide-se a floresta em talhões (divisão da floresta em parcelas paralelas em forma de retângulo), de acordo as demandas do proprietário e as características da floresta. O ideal é que o número de talhões da área seja igual ao ciclo de corte (tempo necessário para que uma área explorada esteja pronta para um novo corte). Em seguida, define-se a ordem de exploração dos talhões ao longo do tempo (AMARAL et al., 1998).

As coordenadas possibilitadas por essa nova tecnologia permitem que o sistema delimite os talhões pelas localizações de cada árvore, além de avaliar a sequência ideal para exploração de cada uma delas, de acordo com o seu ciclo de vida (AMARAL et al., 1998).

### **3.3.3 Coleta de informações para a elaboração do plano de manejo**

Esse levantamento consiste em coletar informações das florestas, tais como, as suas características, localização e posição das espécies de madeiras, sendo apenas uma pequena fração (menos de 1%) da área a ser manejada, visando avaliar de forma rápida o potencial madeireiro, bem como as características da topografia e hidrografia da propriedade. Após o levantamento das características da floresta,

deverão ser coletadas as informações de cada árvore, como: valor comercial, espécie, coordenadas e dimensões. As medidas deverão ser coletadas através de uma Trena Laser (aparelho com um raio vermelho utilizado para medir dimensões), facilitando o processo de coleta. Em seguida, deverá ser inserido um código de barra “PAI” (o primeiro código a ser usado para identificação) no tronco da árvore (AMARAL et al., 1998).

Esse processo é realizado através de um aparelho “coletor de dados”, tendo como objetivo facilitar a coleta e dispensa a utilização de pranchetas e outras ferramentas manuais. As informações coletadas através do aparelho “coletor de dados” deverão ser descarregadas no alojamento da empresa madeireira no sistema integrado, disponibilizando as informações também com o IBAMA e órgãos competentes (AMARAL et al., 1998).

O inventário amostral permanente é um levantamento periódico (em geral, a cada três a cinco anos) de uma parte da floresta (parcelas permanentes), através do qual, as árvores terão novamente seus dados atualizados e, assim, se monitorando o desenvolvimento da floresta quanto ao crescimento, mortalidade e regeneração, bem como os danos ecológicos da exploração (CENIBRA, 2017).

Quanto ao inventário contínuo ou permanente, observam Espada et al. (2014, p. 18):

O inventário contínuo é uma mensuração da floresta explorada que deve ser realizada permanentemente, pois seu objetivo é o de monitorar o crescimento e a regeneração natural da floresta. Para fazer esse monitoramento, foram criadas diretrizes para a instalação e medição de parcelas permanentes (PPs) em florestas naturais da Amazônia. Recomenda-se que a 1ª medição das PPs seja feita antes da exploração, a 2ª medição um ano depois da exploração e a 3ª medição três anos depois da exploração. Depois disso, as medições podem ser realizadas a cada cinco anos.

As parcelas permanentes se referem às áreas delimitadas por piquetes dentro da floresta, geralmente com cerca de 1 ha (10.000 m<sup>2</sup>, o que equivale a um retângulo de 20 x 500m) para cada 250 ha de floresta manejada. Segundo Espada et al. (2014, p. 18):

A recomendação é de que os produtores aloquem as parcelas permanentes nesta proporção (0,4% da área total) até um limite de 50 ha de parcelas. A forma e área da PP pode seguir outros padrões, desde que mantenham a proporção que equivale a área total sugerida. Podem ser instaladas PPs menores, mas que, somando suas áreas, sejam iguais a 1 ha (...).

Como se observa, através desse levantamento, estima-se o ciclo de corte da

floresta.

### **3.4 DOCUMENTAÇÃO**

#### **3.4.1 A Certificação da madeira**

A certificação é um processo voluntário realizado pela Organização Não Governamental *Forest Stewardship Council* - FSC, onde é realizada a avaliação do empreendimento florestal, sendo também realizada uma verificação dos cumprimentos de questões ambientais e econômicas.

As normas de gestão florestal são baseadas em 10 Princípios e Critérios para a gestão florestal responsável. FSC fornece igualmente normas para a Cadeia de Responsabilidade para negociantes e indústria transformadora de produtos florestais. As normas de Cadeia de Responsabilidade permitem a rastreabilidade credível da madeira certificada e os produtos florestais desde as florestas certificadas, o comércio e processamento até os distribuidores e consumidores. (TASDTP, 2009, p. 1)

Porém, o FSC não emite o selo de certificação, sendo este processo realizado pelas empresas que avaliam as operações de manejo florestal e que fornecem esse selo.

Assim, para que a proposta desta dissertação seja mais eficiente, sugere-se a utilização do selo FSC na mercadoria a ser distribuída, de maneira que a indústria transformadora saiba que o produto adquirido tenha sua origem em uma indústria madeireira ecologicamente correta.

#### **3.4.2 Nota Fiscal Eletrônica**

Para o controle de impostos e benefícios com o manejo florestal torna-se necessário que a madeireira esteja utilizando a nota fiscal eletrônica. Assim, o governo terá controle tanto da quantidade de movimentação da madeira nativa como das barreiras entre os estados, além de se evitar a omissão de informações nas quantidades ou dimensões da mercadoria.

Após a emissão da Nota Fiscal Eletrônica - NFE, o cliente receberá o e-mail de notificação de emissão do documento, com a chave de controle. Através desta

chave, cujas informações se encontram no site da Secretaria da Fazenda - SEFAZ. No recebimento da mercadoria da indústria, será utilizado o código de barra “PAI” ou código de barra “FILHO”, para controle de estoque, pois, com a utilização de um leitor óptico, se facilitará a conferência da mesma.

A seguir, na figura 5, é apresentado um fluxograma que demonstra as etapas de um plano de manejo, com a utilização desta nova proposta tecnológica:

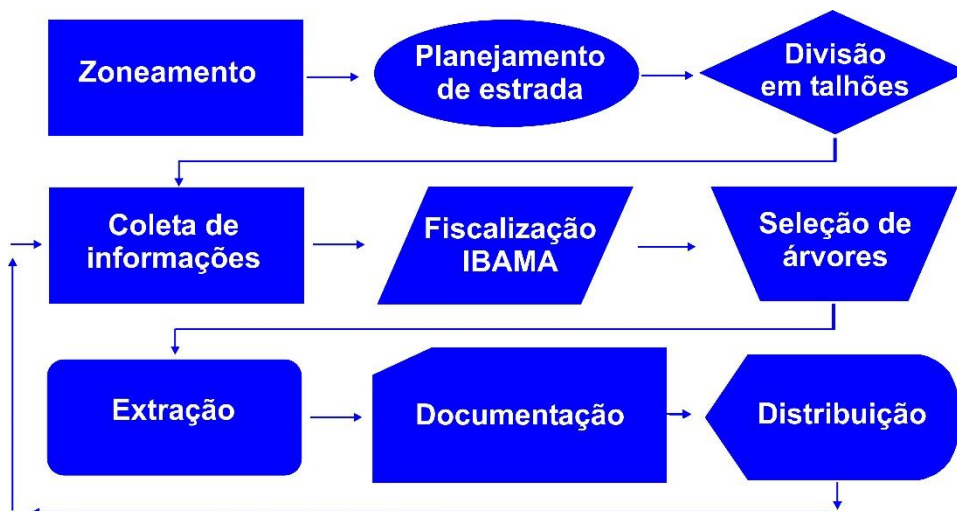


Figura 5 – Manejo florestal com a nova proposta tecnológica  
Fonte: elaboração do próprio autor.(2019)

### 3.5 EXPLORAÇÃO DA MADEIRA NATIVA

Tradicionalmente, o Estado de São Paulo tem valores mais altos para diversas *commodities* agrícolas, pois sua produção está mais próxima dos mercados consumidores, permitindo que os produtores adicionem a seus preços os custos de transporte de produtos elaborados em outros lugares. Entretanto, considerando a madeira in natura oriunda de florestas plantadas (principalmente madeira e toras para produzir cavacos de madeira), os preços foram, em 2016, inferiores aos registrados em alguns estados do nordeste. Existe um mercado significativo de madeira de florestas nativas, apesar das restrições ambientais à exploração. Para os conselhos e toras do Estado do Pará, os preços do jatobá e maçaranduba caíram de janeiro de 2016 a fevereiro de 2017. No mesmo período, os preços reais das chapas e toras de ipê, angelim pedra, angelim vermelho e cumaru mantiveram-se estáveis. Existem mercados distintos para o mesmo produto, dependendo da espécie utilizada (BACHA,

2017).

Em relação à celulose, no segundo semestre de 2016, os preços em dólar caíram consecutivamente, especialmente na Europa e no Brasil. Nos dois primeiros meses de 2017, por sua vez, as cotações subiram. As cotações de fibras longas de celulose na Europa diminuíram de US\$ 815 por tonelada em junho de 2016 para US\$ 810 por tonelada em dezembro de 2016, fechando em US\$ 818 por tonelada em janeiro de 2017, de acordo com dados da Natural Resources Canadá. No Brasil, a celulose de fibra curta nos mesmos meses foi de US\$ 688, US\$ 658 e US\$ 674 por tonelada, respectivamente (dados do CEPEA-Floresta). (BACHA, 2017).

Segundo Papa et al. (2017b), há diversos métodos de extração de madeira, sendo mais recomendada a Exploração de Impacto Reduzido - EIR<sup>6</sup>, pois é mais lucrativa para os produtores e benéfica ao meio ambiente, pois emprega técnicas de planejamento macro e micro florestal. A restrição para seu uso se refere às técnicas sistemáticas para o planejamento da área. As coordenadas analógicas X, Y são empregadas para a localização de árvores e fluxos no processo de inventário. Com baixa precisão para representar o ambiente físico e a localização de árvores em unidades de produção, resulta em baixa eficiência operacional e maior interferência ambiental.

As técnicas de EIR empregadas em florestas naturais promovem a redução dos danos e melhoria na qualidade nos talhões, muito embora não sejam suficientes para assegurar a sustentabilidade do sistema. Outras técnicas para o manejo de precisão de florestas naturais baseadas em Sistema de Informações Geográficas são recomendadas para facilitar o planejamento das fases de exploração em campo (BRAZ; MATOS; FIGUEIREDO, 2011).

O manejo de precisão se refere ao manejo de sítios determinados, com base no conhecimento prévio e na variabilidade espacial e temporal dos fatores de produção e produtividade, para que sejam realizadas intervenções em locais específicos da floresta (BRAZ; MATOS; FIGUEIREDO, 2011).

De acordo com Papa et al. (2017b), recomenda-se a integração do planejamento florestal considerando a heterogeneidade ambiental, bem como o

---

<sup>6</sup> EIR é uma metodologia criada nos anos de 1990 como alternativa à exploração madeireira convencional realizada na Amazônia (NOGUEIRA et al., 2011).

receptor GNSS, dados altimétricos de radar (SRTM) e o microzoneamento hidrográfico.

Conforme Braz, Matos e Figueiredo (2011, p.428).

(...) informações essenciais sobre o crescimento das florestas por espécies e grupos de espécies, bem como variáveis como solo e relevo, segundo sítios diferenciados, ainda não são utilizadas para o planejamento da exploração, visando a sustentabilidade do ciclo futuro. O uso da dendrocronologia como ferramenta para a obtenção das informações de crescimento tem apresentado resultados relevantes com espécies da Floresta Amazônica. Outras ferramentas também estão sendo testadas e implementadas, sendo um modelo em constante aprimoramento. O avanço e efetividade do manejo de precisão implicarão futuramente em suporte a modificações nas normas que legislam o manejo de florestas tropicais naturais.

Em estudo realizado por Papa et al. (2017b), em Sena Madureira, no estado do Acre, abrangendo 5.992 árvores, gerou-se um volume *raster*<sup>7</sup> e a partir da forma do córrego, foi possível construir a área de proteção permanente (APP). Com essas duas informações, usando processos de cálculo *raster*, foram criadas 4 unidades de áreas de gerenciamento. Cada unidade de gestão com capacidade intensiva diferenciada para receber infraestrutura de quintal, rodovia e *skidtrail*<sup>8</sup>. As categorias são: 0 a 60 volume m<sup>3</sup>. ha-1, 60,01 a 90 m<sup>3</sup>. ha-1, 90,01 a 120,00 m<sup>3</sup>. ha-1 e 120,01 a 150 m<sup>3</sup>. ha-1, descontando as áreas de proteção ambiental e hidrografia. Com a utilização de informações adicionais como volumetria, APPs e unidade hidrográfica de micro-zoneamento, foi realizada a diferenciação do manejo do manejo florestal na Amazônia.

Entretanto, é necessário considerar que o desenvolvimento do manejo de florestas tropicais esteve estagnado por muitos anos, de modo que as iniciativas já realizadas têm apresentado resultados positivos no tocante ao aumento da qualidade dos talhões para os próximos ciclos de colheita, mas ainda não suficientes. Desta maneira, há um longo caminho a ser percorrido para a sustentabilidade das florestas naturais (BRAZ; MATOS; FIGUEIREDO, 2011).

---

<sup>7</sup> Faixa.

<sup>8</sup> Trilha de derrapagem.

### 3.6 EXPLORAÇÃO DE MADEIRA NATIVA NA AMAZÔNIA

Há muito tempo, a exploração ou uso de produtos florestais é realizada por madeireiros e não-madeireiros por índios e populações ribeirinhas na região amazônica (DUBOIS, 1996).

Durante séculos, os índios da Amazônia viveram da agricultura itinerante, pesca, caça e colheita de produtos florestais. Na região de transição entre a floresta amazônica e o cerrado, algumas arborizações, utilizando espécies nativas, foram realizadas pelos índios Kayapó, com o objetivo, entre outros, de aumentar suas fontes de produtos madeireiros e não-madeireiros (ANDERSON; POSEY, 1987; POSEY, 1985).

A ocupação portuguesa do Brasil começou por volta de 1500. Muito tempo depois da chegada dos europeus, a borracha e a castanha-do-pará tornaram-se os primeiros produtos florestais não-madeireiros da Amazônia a serem explorados em larga escala por dinheiro. A mão-de-obra necessária para extração de serapilheira de *Hevea brasiliensis* em florestas nativas foi recrutada principalmente no nordeste do Brasil. A partir de 1840, mais de 500 mil pessoas imigraram para a Amazônia para trabalhar como seringueiros (DUBOIS, 1996).

O cruzamento desses colonizadores e seus descendentes com os índios e sua adaptação às condições locais levaram ao desenvolvimento de novas comunidades distintas na Amazônia, principalmente de caboclos ou ribeirinhos (FRANCO, 1995).

Não obstante as lutas recorrentes entre as novas comunidades e os índios no passado, essas comunidades aprenderam várias técnicas e adquiriram conhecimento dos índios sobre aspectos da floresta como plantas, plantações, vida selvagem, peixes, agricultura itinerante e plantas medicinais florestais (DUBOIS, 1996).

Ainda hoje as populações rurais da Amazônia (principalmente caboclos e indígenas) são altamente dependentes dos recursos florestais, particularmente produtos não-madeireiros, por seus alimentos, roupas, abrigo, etc. Em tempos pré-colombianos, os índios tinham apenas ferramentas primitivas que limitavam sua capacidade de cortar árvores. Para construir suas habitações, os índios usavam um



mínimo de madeira de lei com maiores quantidades de estacas, troncos de palma divididos (em vez de serrados), folhas de palmeira, fibra de palmeira e lianas finas (PARODI, 1988).

Com a chegada dos primeiros portugueses, os índios obtiveram acesso a melhores ferramentas, como facões e machados e, mais recentemente, até motosserras. Usando essas ferramentas superiores, os índios e os caboclos aumentaram significativamente o número de espécies de árvores que eles exploraram tanto para uso de subsistência como para venda (DUBOIS, 1996).

Muitas populações aquáticas são dependentes das florestas ribeirinhas para obter nutrientes (frutas, folhas, etc.), bem como a manutenção de condições ambientais adequadas (FAO, 1986; RIBEIRO, 1995).

Nas florestas de terras baixas e terras altas, animais selvagens e aves encontram parte do seu sustento em frutos comestíveis e sementes ou nozes (por exemplo *Bagassa guianensis*, *Lecythis pisonis*, *Bertholletia excelsa* e muitas espécies de palmeiras), flores (por exemplo de várias *Lecythidaceae*) e insetos florestais. Muitas comunidades da Amazônia - particularmente aquelas que mantêm suas antigas tradições - dependem fortemente da caça e pesca, respeitando os princípios da sustentabilidade. Quando essas tradições são perdidas ou ignoradas, a caça e a pesca tornam-se cada vez mais depreciativas e destrutivas da base de recursos (DUBOIS, 1989).

Por muito tempo, no período de colonização da Amazônia, era praticada a exploração convencional (EC), quando ainda existiam grandes extensões de florestas, como explicam Espada et al. (2014, p. 7):

Neste sistema, a exploração é repetida na mesma área toda vez que uma nova espécie de madeira se torna atrativa no mercado, de forma que a floresta não tem tempo suficiente para se recuperar naturalmente. Após algumas destas entradas na área para a exploração, todas as árvores que poderiam ser aproveitadas são exterminadas e não resta mais nenhum uso econômico possível para a floresta a não ser queimá-la para a implantação de agropecuária – principalmente pecuária extensiva de baixa produtividade.

Nas florestas naturais amazônicas, a madeira em tora pode ser adquirida legalmente através dos planos de manejo florestal sustentável ou autorizações de desmatamento que são limitados a 20% das propriedades rurais situadas em áreas

florestais da Amazônia Legal<sup>9</sup>, como estabelece a Medida Provisória 2.166-65/2001 (IMAZON, 2006).

Ainda conforme o IMAZON (2006, p.1):

Em 2005, novas regras para o manejo florestal na Amazônia foram definidas pelo Ministério do Meio Ambiente e Ibama e diversos setores da área florestal. Uma das inovações é a Instrução Normativa que regulamenta a Autorização Prévia à análise técnica dos PMFS a ser expedida pelo Ibama. Essa autorização seria concedida a empreendimentos sem problemas jurídicos (por exemplo, relativos à situação fundiária das áreas de manejo). Dessa forma, os empreendimentos apenas prosseguiriam com o planejamento da exploração (florestal, elaboração dos PMFS etc.), caso não houvesse pendências na Análise Prévia.

Tradicionalmente, o planejamento da infraestrutura rodoviária florestal, pátios de estocagem de madeira e trilhos nos Planos de Manejo Florestais – PMF, localizados na Amazônia brasileira, é realizado manualmente por engenheiros florestais, de acordo com a experiência dos gestores. As ferramentas utilizadas no planejamento de infraestrutura são os mapas topográficos e banco de dados espaciais, com informações do terreno para auxiliar na tomada de decisão, o que leva à perda do desempenho econômico, além de ser um processo demorado, sem uma ideia clara da proximidade de uma solução. Por ser um processo empírico e intuitivo, sofrendo da forte influência do componente humano, o tempo de elaboração é linearmente associado à quantidade da área a ser planejada, com flexibilidade reduzida quando o planejamento precisa ser alterado (SILVA et al., 2018).

Segundo Costa (2015, p. 1):

(...) as mudanças nos modelos de planejamento da exploração de madeira podem reduzir em até 16% a quantidade de infraestrutura alocada no interior das áreas de manejo florestal e, por consequência, minimizar os efeitos causados ao ecossistema.

Desse modo, além da redução de danos ao ecossistema, também há redução de tempo e de custos a partir da adoção de mudanças no planejamento da explora-

---

<sup>9</sup> “O conceito de Amazônia Legal foi instituído pelo governo brasileiro como forma de planejar e promover o desenvolvimento social e econômico dos estados da região amazônica, que historicamente compartilham os mesmos desafios econômicos, políticos e sociais. Baseados em análises estruturais e conjunturais, seus limites territoriais tem um viés sociopolítico e não geográfico, isto é, não são definidos pelo bioma Amazônia - que ocupa cerca de 49% do território nacional e se estende também pelo território de oito países vizinhos -, mas pelas necessidades de desenvolvimento identificadas na região. A Amazônia Legal é uma área de 5.217.423 km<sup>2</sup>, que corresponde a 61% do território brasileiro. Além de abrigar todo o bioma Amazônia brasileiro, ainda contém 20% do bioma Cerrado e parte do Pantanal matogrossense. Ela engloba a totalidade dos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins e parte do Estado do Maranhão.” (DICIONÁRIO AMBIENTAL O ECO, 2014, p. 1).

ção de madeira na Amazônia.

### **3.6.1 Manejo florestal comunitário e Familiar (MFCF)**

O manejo florestal comunitário é regulamentado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, através das Instruções Normativas (IN) nº 4 e 5 e Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 406/2009, que determina as regras para os Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) na Amazônia.

O manejo florestal comunitário foi regulamentada em 1998, quando foram estabelecidas regras específicas para os Planos de Manejo Florestal em Pequena Escala e Comunitário. As primeiras iniciativas formais de manejo florestal comunitário começaram em 1997. Em 2005, havia 82 projetos comunitários e em pequena escala em quatro Estados da Amazônia – Acre, Amazonas, Pará e Rondônia. Conjuntamente, tais iniciativas detinham uma área de manejo de aproximadamente 340 mil hectares e beneficiavam mais de 3.000 famílias. Em média, cada iniciativa de manejo comunitário explora 400 m<sup>3</sup> anuais em uma área de 439 hectares (intensidade de exploração de apenas 0,9 m<sup>3</sup> por ha). (IMAZON, 2006, p. 1)

A participação das comunidades e populações locais no manejo e conservação da Amazônia tem fomentado os programas e políticas para o desenvolvimento sustentável da região, especialmente no tocante às reformas institucionais do setor florestal (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2013).

O avanço do manejo comunitário decorreu da promulgação da Lei Federal n. 11.284/ 2006, referente a Gestão de Florestas Públicas - LGFP. (BRASIL, 2006).

Essa norma estabelece as condições para a utilização dos recursos florestais de domínio público, tais como as unidades de conservação de uso sustentável, assentamentos, dentre outros. Basicamente, a Lei n. 11.284/2006 assegura o respeito ao direito da população, principalmente das comunidades locais, de acesso às florestas públicas e aos efeitos positivos decorrentes de seu uso e conservação (SILVA, 2014).

O manejo comunitário também foi alavancado pelo Programa de Manejo Florestal Comunitário e Familiar - PMFC, instituído no âmbito dos Ministérios do Meio Ambiente - MMA e Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA, regulamentado pelo Decreto nº 6.874, de 05 de junho de 2009, elaborado com vistas à coordenação das ações de gestão e fomento ao manejo florestal sustentável

direcionadas para os povos, comunidades tradicionais e agricultores familiares que sobrevivem dos recursos proporcionados pelas florestas brasileiras (BRASIL, 2009).

A pesquisa científica torna-se fundamental para proteção florestal e melhoria de qualidade de vida das comunidades amazônicas, dentre outras populações, mediante mudanças na legislação e o subsídio de políticas públicas que tenham como finalidade a proteção da floresta (SILVA, 2014).

De acordo com pesquisa de campo realizado por Oliveira e Braz (2006), na dinâmica da floresta em um sistema de manejo florestal com ciclo de corte de 10 anos, taxa de corte de  $10\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  e tração animal para o arraste, obteve o crescimento da floresta de  $1\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , o que é compatível com o ciclo e taxa de corte.

Os mesmos autores avaliaram cinco parcelas permanentes alocadas em áreas de manejo florestal durante cinco anos, em relação ao crescimento, danos desencadeados pela exploração, mortalidade, ingresso e composição florística. Como resultado, este estudo demonstrou que, após quatro anos, o crescimento das árvores remanescentes das espécies comerciais foi compatível com o ciclo de corte e intensidade de corte empregados, indicando a possibilidade de recomposição da floresta para o corte seguinte. Além disso, conforme conclusões de Oliveira e Braz:

O tamanho das clareiras produzidas pela exploração não foram suficientes para promover o aumento da população de espécies pioneiras de ciclo curto nas áreas de manejo contribuindo para a diminuição da competição para o estabelecimento das espécies comerciais e potenciais na regeneração natural. Apesar de ainda ser muito cedo para afirmar que as árvores matrizes serão suficientes para garantir a manutenção da população das espécies manejadas, as mudas destas espécies estocadas na floresta residual, foram suficientes para recompor esta população em quatro anos, ao mesmo nível existente antes da exploração da floresta. O incremento em diâmetro diferenciado das árvores de acordo com a exposição das copas a luz solar e o grande número de plantas sob sombra encontrados na floresta, são fortes argumentos em favor da aplicação de tratamentos silviculturais para promover a liberação da competição por luz das copas nas áreas de manejo, como forma de aumentar a produtividade da floresta. ( OLIVEIRA e BRAZ, 2006,p.5)

Este sistema de manejo florestal vem sendo considerado uma alternativa para a utilização das reservas legais com produção sustentável de madeira, sendo recomendado para pequenas propriedades de projetos de colonização ou mesmo de assentos extrativistas, favorecendo a geração de renda para a população destas áreas, ao mesmo tempo em que se assegura a biodiversidade.

### **3.6.1.1 Críticas e recomendações sobre o manejo comunitário na Amazônia**

O manejo florestal comunitário na Amazônia, muitas vezes, é realizado em apenas uma unidade de produção, enquanto outras unidades se estabelecem em áreas próximas, mas não pertencentes à comunidade, o que dificulta o manejo, como explica Silva:

O planejamento de exploração madeireira em florestas inequiâneas, é determinado de tal forma que uma parcela da floresta seja dividida em Unidade de Produção Anual (UPA), e estas, por sua vez, em Unidades de Trabalho (UTs) (...). (SILVA, 2014, p.8)

Além disso, a colheita é realizada em um só ano, o que significa problemas para o produtor, por concentrar a renda apenas nesse período, exigindo a boa gestão dos recursos econômicos. Porém, comumente, o produtor gasta ou investe os recursos, não favorecendo seu desenvolvimento socioeconômico (SILVA, 2014).

As florestas são compostas por uma diversidade de espécies e formas de vida, por isso é muito importante a realização da análise prévia abordando todas as variáveis possíveis, de modo que seja possível a aplicação de técnicas multivariadas que favoreçam a inter-relação das mesmas (SANTOS et al., 2004).

Nos métodos multivariados, realiza-se a análise de agrupamento e discriminante, por serem as mais viváveis para a estratificação de áreas florestais produtivas (FREDDI; FERRAUDO; FREDERICO, 2008).

A estratificação de unidades de trabalho de alto, médio e baixo estoque volumétrico favorece o planejamento e controle da produção florestal, bem como maior precisão e eficiência na colheita, tratamentos silviculturais e no monitoramento da floresta estratificada (SOUZA, 2003; SOUZA & SOUZA, 2006).

## **3.7 MANEJO EMPRESARIAL: COMO É FEITO ATUALMENTE**

As empresas madeireiras adotam tecnologias de manejo florestal distintas, porém, desde 2007, quando a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) do Acre criou o Modelo Digital de Exploração Florestal - MODEFLORA, esse se tornou um referencial de inovação, por permitir alta precisão no planejamento, execução e monitoramento.

De acordo com Figueiredo; Braz; Oliveira (2007, p. 17): “o manejo de precisão pode ser definido em duas categorias: a) emprego de informações geoespaciais para o manejo de florestas; e, b) manejo de sítios florestais específicos”. Nas atividades de manejo florestal realizadas na Amazônia têm sido utilizadas imagens de satélites e GPS, que auxiliam o macrozoneamento da floresta. Nos levantamentos de campo são utilizadas as coordenadas X e Y para marcação de campo (ou falsas coordenadas) onde há dificuldades de utilização de equipamentos, softwares com sensoriamento remoto, dentre outros problemas.

Segundo Papa (2016), o MODEFLORA identifica o relevo, a rede de drenagem, a hidrografia, a localização e o volume das árvores.

O MODEFLORA trata-se de um modelo que foi testado em cerca de 12 mil hectares<sup>10</sup> de floresta, demonstrando que sua utilização favoreceu a redução dos custos de elaboração e execução de planos de manejo florestal em, aproximadamente, 30%, sendo considerado um resultado considerado economicamente viável, além de tornar o planejamento florestal muito mais integrado ao ecossistema, pois prioriza a diminuição dos impactos ambientais e a segurança na realização do trabalho (CELULOSE ON LINE, 2016).

Atualmente, os planos de manejo comunitários promovidos pelo governo do Estado são realizados através do MODEFLORA, que assegura 100% de eficácia, mas também são utilizadas outras tecnologias ainda mais avançadas pela Embrapa, como é o caso do Lidar, por exemplo, que se refere a um sistema aerotransportado que emite pulsos a laser, acoplado a um GPS, e possibilita “a construção de modelos digitais do terreno de áreas florestais” (CELULOSE ON LINE, 2016, p.1).

Outra tecnologia ainda mais sofisticada se refere ao sistema Lidar, que cria uma imagem tridimensional da floresta, facilitando o manejo. A respeito deste sistema, o pesquisador Marcus Venicio D’Oliveira, explica que:

(...) “Ele emite pulsos de laser, numa frequência muito alta, e quando isso é emitido o sensor recebe o retorno desse pulso, ou seja, ele mede o tempo dessa viagem que vai até a superfície e volta. Um computador transforma isso numa coordenada tipo ‘xyz’, sendo assim tem-se uma posição no terreno com uma altura. Como a frequência é muito alta, às vezes até um milhão de pulsos por segundo, isso vai desenhando uma nuvem de pontos que é o modelo do terreno (...).(...) os modelos utilizados hoje, por exemplo, são derivados do ônibus espacial, que gera uma informação a cada 3.600 metros quadrados. Com o Lidar são gerados um ou dois pontos por metro quadra-

---

<sup>10</sup> Corresponde a 120.000m<sup>2</sup>.

do. (...) a tecnologia já foi testada algumas vezes em áreas de floresta do Acre. Em 2015 fizemos oito vôos – a Reserva Extrativista Chico Mendes, em florestas estaduais e em uma reserva indígena. Esses dados serão utilizados para melhorar as estimativas de estoque de carbono do estado e no manejo florestal (...).(OLIVEIRA, 2016,p.1)

No Acre, a gestão das florestas públicas é realizada pela Secretaria de Meio Ambiente (Sema) desde 2015, após a mudança da política florestal do estado, que anteriormente era de competência da Secretaria de Desenvolvimento Florestal, Indústria, Comércio e Serviços Sustentáveis - SEDENS.

De acordo com o secretário de Estado de Meio Ambiente, Edegard de Deus (2016, p.1):

Desde que assumimos a política florestal do estado, estamos trabalhando para garantir as condições necessárias para realização dessa atividade, como forma de garantir que as comunidades possam acrescentar mais esse produto, tão valioso, que é a madeira a sua renda familiar.

O Manejo florestal madeireiro é a principal atividade de trabalho e renda das famílias que moram nas quatro florestas públicas do Estado do Acre, que são: Antimary, Mogno, Liberdade e Gregório (CELULOSE ON LINE, 2016).

### 3.8 LEGISLAÇÃO

Em 1999 foi criada a Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF) no âmbito do Ministério do Meio Ambiente (MMA), cuja competência é:

(...) propor políticas e normas, definir estratégias e implementar programas nos temas relacionados com a preservação, conservação e gestão do uso sustentável dos recursos naturais e da biodiversidade, propor ações em relação ao reflorestamento e a recuperação de áreas alteradas assim como o uso sustentável de florestas e prevenção e controle de queimadas e incêndios florestais, dentre outras. (COUTO, ALVES, 2012, p. 11)

Em 2000, foi criado o Programa Nacional de Florestas (PNF – Decreto nº 3.420, de 20/04/2000). De acordo com o Projeto de Consolidação dos Instrumentos Políticos e Institucionais para a Implementação do Programa Nacional de Florestas do MMA, o PNF atua em três linhas programáticas do Plano Plurianual de Aplicações 2000-2003, que são: (1) Expansão da Base Florestal Plantada e Manejada – FLORESTAR, (2) Florestas Sustentáveis – SUSTENTAR e, (3) Prevenção e Combate a Desmatamentos, Queimadas e Incêndios Florestais – FLORESCER (COUTO, ALVES, 2012).

Os estados passaram a, efetivamente, exercer tal competência, por meio da publicação de suas próprias Leis Florestais e estabelecer seus órgãos de suporte. Da mesma maneira, o IBAMA buscou o alinhamento aos preceitos de descentralização expressos na Carta Magna. “É nesse cenário institucional nos âmbitos federal e dos estados que foram se delineando os espaços de ação e atribuições específicas, para a operacionalização de programas na área” (COUTO, ALVES, 2012, p.11).

A regulamentação do manejo florestal madeireiro está prevista na norma de execução nº 01, de 24 abril de 2007, que estabelece as diretrizes técnicas para elaboração dos planos de manejo florestal sustentável (BRASIL, 2007).

O novo Código Florestal está previsto no artigo 20 da Lei Federal n. 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).

A IN nº 04, de 11.12.2006, estabelece sobre a Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável - APAT (BRASIL, 2006a).

A IN nº 5, de 11.12.2006 regulamenta os procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica do PMFS nas florestas primitivas e formas de sucessão na Amazônia Legal (BRASIL, 2006b).

A IN nº 5, de 11 de dezembro de 2006 prevê no seu art. 8º 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 100ha (BRASIL, 2006b).

A resolução nº 406/2009 do CONAMA, dispõe sobre os pareceres técnicos que necessitam ser adotados em todas as fases do PMFS, da elaboração à execução. Por exemplo, o Artigo 4º, inciso I, dispõe sobre a previsão de produtividade anual máxima da floresta manejada, na falta de estudos para a área, com quantidade de 0,86 m³/ha/ano (BRASIL, 2009a).

O Artigo 4º, inciso IV, alínea a e b estabelece que as intensidades máximas de corte passíveis de autorização pelo órgão ambiental competente são 30 m³/ha para PMFS, com o uso de máquinas para o arraste de toras, e 10 m³/ha para PMFS, sem previsão (SILVA, 2014).

Conforme o PNGF:



A exploração florestal, ou seja, a produção de madeira e de outros produtos florestais (resinas, raízes, cascas, cipós etc), tem como fonte de matéria-prima legal, somente as florestas exploradas sob regime sustentável, através de Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFS ou por meio de desmatamentos autorizados. Somente após a emissão da Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal - APAT, é que a avaliação técnica de um PMFS em florestas privadas é iniciada. A análise técnica de um PMFS conclui em aprovação do PMFS ou indicação de pendências a serem cumpridas para a seqüência da análise. Anualmente, o detentor do PMFS deve apresentar o Plano Operacional Anual - POA, referente às próximas atividades que realizará, como condição para receber a Autorização para Exploração.

Os PMFSs devem ser periodicamente submetidos a vistorias técnicas pelo IBAMA ou pelos órgãos ambientais de meio ambiente, a fim de garantir acompanhamento e controle das operações e atividades envolvidas na Área de Manejo Florestal. (PNGF, 2018, p.1)

O IBAMA tem como finalidade “autorizar o manejo florestal sustentável em florestas públicas federais ou unidades de conservação instituídas pela União” (IBAMA, 2016, p.1).

Segundo Cruz et al. (2011), houve um avanço na política florestal, especialmente porque os instrumentos técnicos normativos de ordenamento do manejo florestal foram desenvolvidas por novas diretrizes, parâmetros e índices fundamentados em estudos técnico-científicos.

### 3.9 PROJETOS E IMPLEMENTAÇÃO DE CAMPO

A biodiversidade e seu monitoramento devem ser considerados em relação ao manejo florestal sustentável em termos de populações que compõem florestas, unidades de paisagem (OLIVER, 1992) ou unidades de manejo (parcelas variando de vários hectares a várias dezenas de hectares). Também devem ser observadas as características essenciais e os principais elementos em intervalos regulares, especialmente em termos de populações de floresta, segundo Rondeux (1999), tais como:

- O diâmetro, a altura e as características da tampa de todas as árvores acima um diâmetro especificado, de modo a obter uma imagem precisa da estrutura da população;
- O índice de fertilidade das populações em relação à localização e condições;
- Elementos topográficos;
- Solos e o substrato geológico da população, incluindo a natureza e a pro-

fundidade dos horizontes de umidade;

- Vegetação do solo, com referência especial a todas as espécies raras ou notáveis (a presença de fungos, briófitos, líquens, etc., também deve ser registrada);
- Ocorrência e extensão da regeneração (mudas ou árvores que ainda não atingiram o diâmetro especificado);
- Natureza e quantidade de toda madeira morta caída ou em pé e/ou madeira em decomposição dentro da população;
- Influência humana e a história da população (cultivo, direitos de uso, limpeza, derrubada, caça, etc.);
- Ecótonos<sup>11</sup> e espécies incomuns, particularmente aqueles associados a ecossistemas de contato (em interfaces de agricultura florestal ou de terras abertas por florestas, por exemplo).

No que diz respeito ao inventário propriamente dito e sua abordagem, a grande variedade de elementos observáveis significa que uma metodologia proposta para avaliar e monitorar a biodiversidade dependeria, idealmente, da amostragem, na medida em que é importante fornecer informações sobre a variabilidade espacial e heterogeneidade da população. Seria útil estratificar as unidades amostrais para garantir que as áreas com alta biodiversidade fossem corretamente representadas na amostra. Em termos mais práticos, a observação deve concentrar-se principalmente nos seguintes pontos, se necessário adaptados às condições particulares da população em questão, como explica Rondeux (1999):

- Principal função da população (produção, área protegida ou biológica, florestal e área de conservação genética);
- História passada da população (sistemas silviculturais ou situação anterior, impacto humano);
- *Habitats* excepcionais (floresta selvagem velha, floresta natural, geomorfologia especial, formas de plantas raras, etc.);
- Paisagem (aberta, fechada, distante);
- Condições de saúde (poluição atmosférica, danos de várias fontes, etc.);
- Gramíneas, plantas frondosas, frutas e fungos;

---

<sup>11</sup> Região que resulta da interação entre dois biomas fronteiriços, sendo comumente encontrado na Floresta Amazônica. Por exemplo: cerrado-amazônia, caatinga-amazônia e cerrado-caatinga.

- Margens da floresta (estrutura, composição, comprimento e largura);
- Outras características especiais (madeiras especiais, árvores incomuns).

Em um inventário florestal tradicional, as variáveis relacionadas ao ambiente tendem a ser agrupadas em termos de sua influência na produtividade florestal (PELZ, 1995). Porém, isso não impede, a priori, que elas sejam colocadas em outros usos.

Os indicadores da diversidade estrutural das florestas podem frequentemente ser derivados de informações já facilmente disponíveis, como distribuição de diâmetros, distribuição de espécies de árvores, altura de árvores, caracterização dos níveis da população, posição social das árvores, número de seres vivos e mortos. (RONDEUX, 1999).

Para definir a posição social, pode ser considerado o critério silvicultural, que busca identificar a espécie e a altura dominante, codominante e dominada, a partir da análise sobre a “posição da árvore no estrato vertical na floresta, a presença de árvores vizinhas competidoras, e o respectivo grau de exposição da copa à luz” (COSTA; FINGER; FLEIG, 2016, p. 227).

A maioria, se não todos, os inventários florestais nacionais existentes produzidos com base em amostragem têm o objetivo de fornecer informações sobre a produção de madeira florestal e a disponibilidade de madeira, o que significa que eles incluem muito poucos dados sobre a biodiversidade florestal. No entanto, nos últimos dez anos, os inventários nacionais, especialmente se sua metodologia está sendo revisada, têm cada vez mais tendido a incluir informações não exclusivamente focadas na produção de madeira (LUND, 1986).

Diversas variáveis relacionadas ao ambiente já estão presentes neste tipo de inventário, algumas podem ser parcial ou totalmente deduzidas, enquanto outras requerem coleta específica e, possivelmente, o uso de metodologias adaptadas (LUND, 1993).

Ao lidar com unidades de amostragem (ou parcelas de área reduzida), os inventários já reúnem variáveis - ou podem fazê-lo facilmente - que são parte integrante da biodiversidade e ligadas ao solo (profundidade, textura, quantidade de cascalho, húmus etc.), vegetação frondosa (plantas indicativas), composição arbórea por pisos, estado de saúde e danos. Em termos do indivíduo (árvore), outras

variáveis também podem ser introduzidas, além das espécies, diâmetro e posição social. Estes dizem respeito à origem, espessura da casca, altura da coroa verde, aumentos de diâmetro e altura, estado de saúde e idade (RONDEUX, 1999).

Segundo Pelz (1995), deveria ser razoavelmente fácil para um inventário nacional tradicional focalizar principalmente a madeira para incorporar novas variáveis, permitindo a descrição da biodiversidade em termos mais abrangentes, tais como:

- Características das margens da floresta no sentido mais amplo (comprimento, forma, estrutura, etc.);
- Tipo de solo (uma descrição mais detalhada), incluindo variáveis sujeitas a alterações ao longo do tempo;
- Descrição da vegetação nos estratos de grama, mato e árvore;
- Efeitos de outros usos da terra (agricultura);
- História do uso da terra (pastagem, agricultura, práticas especiais);
- Caracterização de pequenos *habitats* (nascentes, terras úmidas e com elevado valor biológico);
- Quantidades e dimensões de árvores mortas em pé e caídas, e de árvores podres, e a extensão de tal podridão;
- Árvores notáveis do ponto de vista do seu fenótipo.

O conceito geral de biodiversidade florestal e inventários florestais deve normalmente implicar uma abordagem multidimensional que vai da perspectiva das espécies à ecozona<sup>12</sup>. Esses conceitos devem, primeiro, ser operacionalizados e, então, deve ser decidido o que pode ser medido nos inventários e quais técnicas de medição e processamento de dados podem ser desenvolvidas para avaliar a biodiversidade.

As diferentes variáveis relativas às árvores e à estrutura das populações também estão diretamente ligadas a outros elementos do ecossistema florestal - solo, vegetação e vida animal -, o que significa que um grande número de variáveis se encontram reunidas em inventários. O foco nos recursos madeireiros pode ser direcionado para uma ampla gama de usos (RONDEUX, 1999).

---

<sup>12</sup> “Uma ecozona é uma macrorregião que pode ir bem além dos limites de um país e que conta com uma homogeneidade ecológica relativa (...)” (SEPÚLVEDA, 2005, p. 85).

### 3.10 MÉTODOS E APLICATIVOS DE INVENTÁRIO

As observações e medições no campo ainda são as melhores maneiras de garantir um bom inventário em termos de precisão nas variáveis a serem coletadas. No entanto, o uso do sensoriamento remoto a partir do espaço (POSO, WAITE; KOIVUNIEMI, 1995) é uma ferramenta mais útil e, juntamente com captadores aéreos, melhoram radicalmente a qualidade do sensoriamento remoto e o fornecimento de fontes completamente novas de informação. Tal técnica deve encontrar um campo muito amplo de aplicação no delineamento preciso de *habitats* e populações florestais. Por exemplo, podendo ser usado como um repositório para uma estratificação, o que torna a organização de amostragens de campo muito mais eficiente e precisa, garantindo uma melhor visão dos níveis envolvidos na biodiversidade. (RONDEUX, 1999).

Segundo Flores et al. (2012), nos inventários florestais a classificação é realizada de maneira adequada aos objetivos traçados, do alcance e da forma de obtenção dos dados, bem como da população estudada no período e grau de detalhamento dos resultados, observando, ainda que:

(...) no processo de inventário é necessário enfatizar a questão da representatividade amostral e a sua validade estatística. (...) o tamanho ótimo de parcelas em processos de amostragem a partir de diversas técnicas entre elas destacam-se a correlação intraclasses para estudo de espécies vegetais perenes, o coeficiente de correlação entre diferentes culturas e o método da curvatura máxima modificado. (FLORES et al., 2012, p. 346).

A análise dos diferentes tamanhos de unidades amostrais, em um município do Estado do Acre, denominado Sena Madureira, em floresta ombrófila densa<sup>13</sup>, onde foi observada resposta variável quanto ao volume total de madeira e no coeficiente de variação, sendo demonstrado que “o tamanho ideal de unidade amostral é 0,75 ha para a área de estudo, o que corrobora com outros trabalhos realizados no bioma da Amazônia”, pois, na América do Sul há poucos estudos quanto “eficiência desses procedimentos, principalmente quando se compara o processo de amostragem por conglomerados com o processo de amostragem simples ao acaso, para florestas nativas” (FLORES et al., 2012, p. 346).

A biodiversidade florestal pode ser medida simplesmente através de inventários florestais baseados em amostragem, porém a rigidez comparativa de tal

---

<sup>13</sup> Floresta tropical fluvial.

abordagem nem sempre é compatível com uma observação mais "naturalista" dos ambientes em análise - uma visão que também é corroborada pela crescente preocupação em avaliar a biodiversidade em termos de *habitat*. Essas duas abordagens podem, de fato, ser combinadas; enquanto um inventário cobrirá uniformemente toda a área e permitirá que as variáveis coletadas sejam mapeadas, a abordagem "alvo" fornecerá uma análise mais detalhada e mais rica da diversidade em um ambiente ou habitat específico (RONDEUX, 1999).

Tal realidade demonstra que mais trabalhos sobre o processo de amostragem por conglomerados precisam ser realizados, como estabelece o Inventário Florestal Nacional – IFN:

Um dos diferenciais do IFN é a coleta de dados diretamente nas florestas – naturais e plantadas – incluindo a coleta de amostras botânicas e de solo, a medição das árvores e a realização de entrevistas com os moradores das proximidades. Desta forma, são avaliadas a qualidade e as condições das florestas e a sua importância para as pessoas. Com abrangência nacional e metodologia única para todos os biomas, a coleta de dados é realizada em pontos distribuídos a cada 20 km de distância por todo o país. São produzidas informações detalhadas e de forma regular sobre aspectos como a estrutura, composição, saúde e vitalidade das florestas, biomassa, estoques de madeira e de carbono. A proposta é que o estudo seja realizado periodicamente, com as medições sendo repetidas nos mesmos locais. Com isso, será possível também acompanhar as mudanças desses aspectos ao longo do tempo. (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2013, p.1).

Nos inventários baseados em amostragem, os gráficos de amostra de faixa fixa ou variável atuam como unidades, considerando que os dados coletados não refletem necessariamente as características da população. A coleta de dados relativos à biodiversidade não deve ser restrita às parcelas amostrais, mas estendida a áreas adjacentes (como já é feito para tipificar a estrutura de uma população corretamente, por exemplo). Os métodos de inventário serão certamente obrigados a incluir os *habitats* e as características da paisagem como potenciais bases para a estratificação. Inventários florestais do tipo tradicional também terão que incorporar outras fontes de informação, como o mapeamento de ecossistemas e *habitats*, de modo que métodos de avaliação compatíveis com essas variáveis precisarão ser desenvolvidos (RONDEUX, 1999).

A enorme extensão da biodiversidade impede os registros em programas de tamanho realista, por isso é importante desenvolver abordagens indiretas. Estas se concentram nas principais variáveis e *habitats* para quantificar e qualificar a biodiversidade (por exemplo, o estudo das relações entre a estrutura do material em

pé e outras espécies, como vegetação rasteira, insetos, fungos e musgos). (RONDEUX, 1999).

### 3.11 O PAPEL DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Estudos de locais específicos são a fonte de uma grande quantidade de dados relacionados à biodiversidade. No entanto, esses dados são insuficientes porque existe a necessidade de um conjunto de dados referenciados espacialmente que constituam uma amostra não ponderada de uma região ou país específico. Portanto, é importante coletar dados de zonas de amostras escolhidas objetivamente para determinar a organização espacial e a dinâmica dos vários componentes do ecossistema.

Quer se trate de indicadores quantitativos (áreas ocupadas, sua evolução, etc.), indicadores qualitativos (fitossanidade, etc.) ou mesmo indicadores socioeconômicos (recursos explorados, infraestrutura, tipo de uso da terra, etc.), a informação deve ser relacionada ao espaço de tal forma que é possível especificar a localização e distribuição de espécies precisamente, bem como a fragmentação de ambientes, tipo de floresta, etc., re-situando-os dentro do contexto de seu ambiente físico e biológico (POSO, WAITE E KOIVUNIEMI, 1995).

Conforme explica Fick (2011), a maioria dos levantamentos de mensuração florestal são realizados por amostragem, a partir de um conjunto de amostras e uma porção da população são obtidas as estimativas que, depois, são classificadas como aleatórios, sistemáticos ou mistos, como explica o autor:

Na amostragem aleatória ou casual, todas as unidades amostrais são sorteadas segundo critérios probabilísticos, e todas as  $n$  unidades da população têm as mesmas chances de serem selecionadas. Na amostragem sistemática, a seleção das amostras segue um esquema rígido de seleção, cobrindo toda a extensão da população, e somente a primeira é selecionada aleatoriamente, a partir da qual todas as demais são automaticamente selecionadas e distribuídas na população em estudo. Outro processo é o misto, com mais de um ponto aleatório e sequência sistemática de seleção (FICK, 2011, p. 1034).

Faz-se necessário que as informações disponíveis sobre a biodiversidade sejam armazenadas em bancos de dados referenciados geograficamente, para que sejam rapidamente acessíveis para fins de mapeamento, análise ou modelagem. Para que essa informação seja realmente utilizável, ela também deve

ser integrada a uma grande quantidade de outras informações sobre ambientes, condições socioeconômicas, tipos de recursos naturais, riscos potenciais de degradação, etc. Sistemas de Informação Geográfica - GIS podem ser chaves para integrar informações com o grau desejado de detalhes (JEFFERS, 1996).

### 3.12 MÉTODOS UTILIZADOS NA AMAZÔNIA PERUANA E A NORMATIZAÇÃO DOS PAÍSES AMAZÔNICOS

A Amazônia peruana é uma área importante nos esforços globais para promover a exploração madeireira sustentável nos trópicos. Apesar dos esforços recentes para alcançar a sustentabilidade, a extração ilegal de madeira continua afetando a região.

O Peru possui a 10ª área florestal do mundo; mais da metade do país - cerca de 260.000 milhas quadradas - está coberta de árvores. Apenas o Brasil possui uma área maior de floresta tropical amazônica. O Peru se encontra entre os 10 países mais biodiversos do mundo, com mais de 330.000 pessoas que dependem diretamente das florestas do país para sua subsistência, e inúmeras outras que dependem dos inúmeros serviços de produtos e ecossistemas que essas florestas fornecem. No limite da Rodovia Interoceânica, a agricultura de corte e queima destrói os ecossistemas florestais e sua sustentabilidade (WWF, 2015).

#### 3.12.1 Limitações e críticas aos métodos utilizados na Amazônia peruana

A Amazônia é uma das principais áreas de desmatamento - uma das 11 regiões com mais desmatamento e degradação florestal do que em qualquer outro lugar até 2030.

Na Amazônia peruana, as principais causas do desmatamento são a agricultura de pequena escala, mineração comercial e construção de estradas nessas áreas, sendo que a degradação florestal é causada principalmente pelo desmatamento ilegal. Cerca de 1.100 milhas quadradas das florestas do Peru são cortadas a cada ano - cerca de 80% ilegalmente. Além da perda de floresta e da vida selvagem do Peru, essa destruição também é responsável por quase metade das emissões de gases de efeito estufa do país (WWF, 2015).



A Amazônia, de modo geral, é uma região bastante grande e remota, dificultando o controle dos Estados em todas as suas áreas, que são marcadas pela pobreza e o analfabetismo, de modo que o crime organizado tem se aproveitado dessa lacuna para a realização de ilícitos, afetando especialmente a sustentabilidade ambiental. Do lado peruano, a população sobrevive principalmente da pesca e da agricultura de subsistência, além de atividades ilegais, como a extração madeireira da Amazônia, cultivo de coca, caça e venda de carne de caça, atividades essas que são proibidas. Por exemplo, a cidade de Loreto, com cerca de 700.000km<sup>2</sup>, é maior que a Alemanha e falta a presença do Estado para, ao menos, amenizar a situação. (COLLYNS, 2014).

Com mais da metade de sua área de terra coberta pelas vastas florestas tropicais de na Amazônia, o Peru tem o nono maior recurso florestal do mundo, e o segundo maior da América do Sul. A floresta amazônica apresenta inigualável biodiversidade, armazena enormes quantidades de carbono, sendo o lar de inúmeras comunidades indígenas e fornece subsistência para muitas terras baixas peruanas. No entanto, a floresta contribui com menos de 1% do PIB do Peru (ISEAL, 2018).

#### Segundo Escobar:

(...) a EIA<sup>14</sup> descobriu que o sistema fora do papel é falho e perfeito para fraudes: a autorização pode ser vendida para transportar madeira desde áreas protegidas, o POA é feito sem trabalho de campo, árvores designadas como "sementeiras" são cortadas, árvores fora do POA são derrubadas e licenças são falsificadas quase à vista de todos. Na Reserva Nacional Pacaya Samiria, a área protegida mais extensa do país (2.080,000 hectares), a EIA encontrou indícios de extração ilegal. Vários tocos de cedro e restos de madeira cortada com motosserra confirmavam denúncias feitas contra madeireiros ilegais. Um paraíso da biodiversidade encontra-se ameaçado pela parte corrupta do setor madeireiro. (ESCOBAR, 2012,p.1)

O Banco Mundial estima que 80% das exportações de madeira do Peru são ilegais, enquanto as estatísticas do governo sugerem que 39 milhões de metros cúbicos de madeira extraídos de áreas não autorizadas em 2015, representando cerca de 170.000 hectares. A extração ilegal de madeira deprime os mercados nacionais e reduz os preços, tornando a extração legal e sustentável menos economicamente viável (ISEAL ALLIANCE, 2018).

---

<sup>14</sup> Environmental Investigation Agency (EIA), organização sediada no Reino Unido que investiga delitos ambientais.

## Segundo Escobar:

A corrupção madeireira na Amazônia peruana está ligada a duas espécies preciosas: cedro e mogno. A Environmental Investigation Agency (EIA), organização que investiga delitos ambientais, apresentou em Lima em abril deste ano um relatório chamado “A Máquina Lavadora”, um relato devastador dos níveis aos quais chegou a exploração ilegal de madeira no Peru. Dois dias depois do lançamento da publicação, autoridades peruanas resolveram reagir oficialmente, de acordo com Julio Urrunaga, um dos pesquisadores. Declarou-se, ali, o registro de mais de 100 carregamentos com madeira de origem ilegal exportados do Peru para os Estados Unidos entre janeiro de 2008 e maio de 2010, o correspondente a 35% das licenças de exportação entregues no período. (ESCOBAR, 2012,p.1)

Segundo Finer et al. (2014), o sistema legal de concessão de madeira do Peru vem favorecendo a extração ilegal de madeira por meio de documentos elaborados para assegurar a exploração madeireira sustentável. Cerca de 68,3% das concessões supervisionadas pelas autoridades foram consideradas suspeitas de grandes violações, sendo que, das 609 concessões verificadas, 30% foram canceladas por esse mesmo motivo.

Além disso, a natureza das violações indica que as licenças associadas às concessões legais são usadas para colher árvores em áreas não autorizadas, ameaçando, assim, todas as áreas florestais. Muitas violações se referem à extração ilegal de espécies madeireiras listadas na Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens Ameaçadas de Extinção - CITES e fora das áreas autorizadas (FINER et al., 2014).

A madeira mais valiosa da bacia amazônica é o mogno (*Sweitenia macrophylla*), uma madeira altamente valorizada pela sua cor e qualidade. Uma única árvore pode ser vendida por mais milhares de dólares em um mercado norte-americano, e os EUA têm sido tradicionalmente o maior mercado de mogno. Em 2001, o Brasil proibiu o comércio de mogno após alegações de atividades ilegais (YALE UNIVERSITY, 2018).

Em 2007-2008, o Peru assinou um acordo de livre comércio com os Estados Unidos, e as estipulações do tratado comercial apoiaram o aumento da aplicação do comércio de mogno e outras espécies de madeira listadas pela CITES (YALE UNIVERSITY, 2018).

A figura 6 ilustra o transporte de troncos de madeira na Amazônia Peruana:



Figura 6 - Amazônia Peruana: troncos de madeira frequentemente transportados pelo rio.  
Fonte: Yale University, 2018.

A madeira peruana é considerada pelas autoridades americanas como de alto risco, com investigações conduzidas pelo Despacho Aduaneiro peruano revelando taxas de ilegalidade nas exportações para os EUA de 95%, por isso os importadores evitam a compra. Em 2016, as exportações da madeira peruana para os EUA foram de apenas US\$ 23,7 milhões, representando apenas 0,37% do total das importações de madeira dos EUA (ISEAL ALLIANCE, 2018).

O aumento da extração ilegal de madeira é especialmente prejudicial à conservação das terras florestais dentro da Amazônia peruana. Atividades de extrativismo florestal sancionadas, aquelas que são formais e regulamentadas, mostram menos desmatamento do que a extração de madeira não gerenciada. Limitar a exploração madeireira às áreas de colheita anuais autorizadas também promove a sustentabilidade a longo prazo, protegendo os volumes de madeira, a biodiversidade e processos ecológicos em áreas não exploradas). Empresas de extração de madeira e conservação teriam sucesso se o governo aumentasse o esforço para promover o manejo florestal de longo prazo (DAMAN, 2013).

Outra iniciativa que está beneficiando a indústria madeireira é o uso da floresta de múltipla colheita. A colheita florestal de uso múltiplo integra o

gerenciamento de diversos produtos, tais como madeira, produtos florestais não-madeireiros e serviços ambientais. A colheita florestal de uso múltiplo visa incentivar os proprietários de terras a proteger as florestas em pé em suas terras, permitindo-lhes usar métodos de colheita benéficos e lucrar com várias atividades. Um exemplo bem sucedido disso é a combinação de colheita de castanha do Brasil e extração seletiva de madeira. O registro não tem efeito sobre a castanha-do-pará e as densidades das espécies arbóreas aumentam com a exploração madeireira. Este método de incentivar os proprietários de terra a conservar florestas também apresenta problemas, assim como ocorre na mineração e colheita, exigindo mudanças nas políticas fundiárias (DAMAN, 2013).

Sob a lei peruana, as florestas fazem parte do patrimônio da nação, sendo que cabe ao Estado a responsabilidade de garantir o manejo florestal responsável. Proteger a floresta tropical tem sido uma grande prioridade para os governos peruanos desde os anos 80. O governo introduziu concessões florestais e planos de gestão obrigatória, através da Lei das Florestas e da Fauna, em 2011 (ISEAL ALLIANCE, 2018).

O Peru lançou uma reforma abrangente da política florestal, com nova legislação para melhor acomodar a descentralização administrativa do país e para responder a um pedido de inclusão social nos processos de governança florestal. Em 2013, o Peru aprovou a Política Nacional de Florestas e Fauna Bravia para servir como diretriz para o manejo de florestas e animais selvagens em todos os níveis de governo (DS n.09-2013-MINAGRI). O pilar central da política era a lei florestal de 2011 (Lei n. 29763), cujo desenvolvimento foi guiado por princípios de inclusão social e equidade em relação ao acesso a recursos florestais (SEARS et al., 2017).

Ainda, segundo Sears et al. (2017), a política florestal estabeleceu que o Estado deveria apoiar os sistemas agrofloresta florestal e produtiva entre diferentes grupos de atores em diferentes níveis de governança, incluindo pequenos produtores. Esta foi a primeira lei no Peru a ser desenvolvida de acordo com a nova exigência de “consulta prévia” com grupos indígenas (Lei nº. 29785), e medidas adicionais foram tomadas para abrir a participação a uma gama mais ampla de partes interessadas. A lei florestal entrou em vigor em 2015, quando os regulamentos florestais associados a ela foram aprovados.

O aumento da pressão dos países importadores de madeira para reduzir a

ilegalidade a extração de madeira levou a uma revisão da Lei de Florestas e Fauna (2011), estabelecendo regulamentos mais rigorosos sobre governança florestal. Além de combater o desmatamento ilegal, a nova estrutura do governo visa ampliar o manejo florestal sustentável. Os detentores de concessões florestais podem reduzir o pagamento anual de locação em até 70% através da adoção de diversos tipos de práticas sustentáveis, que incluem o estabelecimento de áreas de conservação voluntárias, implementar padrões privados confiáveis como o manejo florestal do FSC (FM) padrão (ISEAL ALLIANCE, 2018).

Fundado em 1994, o Forest Stewardship Council - FSC (Conselho de Manejo Florestal) é um padrão mundialmente reconhecido para madeira e seus produtos originados de florestas bem gerenciadas. O Manejo florestal do FSC garante certificação de que a madeira vem de forma legal e sustentável, em florestas gerenciadas. Além disso, todos os negócios ao longo de uma cadeia de suprimentos certificada devem possuir certificação de cadeia de custódia, que permite que a madeira certificada seja rastreada da Unidade de Manejo Florestal (UMF) até o usuário final. Os detentores da cadeia de custódia são obrigados a ter procedimentos em vigor para garantir cumprir todas as leis comerciais e alfandegárias aplicáveis (ISEAL ALLIANCE, 2018).

Ainda de acordo com a Iseal Alliance (2018), a certificação FSC, portanto, dá aos governos, empresas e consumidores garantia de que os produtos são legalmente e de forma responsável. Isto é particularmente importante em mercados estabelecidos como os EUA e a UE, onde os importadores são legalmente obrigados a exercer a devida diligência para verificar não lidar com madeira de fontes ilegais. Também tem importância para emergentes economias como a China, onde há um crescente interesse por fontes sustentáveis a madeira está impulsionando as mudanças do mercado e a adoção de padrões de sustentabilidade.

A conservação de florestas trata-se de um problema emergencial, que exige ação rápida, muitas vezes com recursos limitados, exigindo, ainda, a identificação do potencial das variáveis socioeconômicas para prever os valores de uso da floresta. Se o uso de recursos naturais for previsto a partir de dados socioeconômicos. Por meio do planejamento de manuseio da floresta podem ser rapidamente identificados e focalizados os programas de conservação mais adequados aos diferentes setores das populações locais que mais intensamente utilizam a flora e a fauna daquele

ambiente (GAVIN; ANDERSON, 2007).

Gavin e Anderson (2007) realizaram estudos envolvendo famílias de três comunidades no norte da Amazônia peruana durante um período de 6 meses. Famílias em Vista Alegre, a comunidade com a maior densidade de pessoas e menores propriedades por domicílio, extraíram o maior valor de produtos florestais por hectare. Quanto mais tempo uma família permanecia em qualquer comunidade, maior o valor dos bens florestais que eles extraíam. Se as famílias que viviam em uma área mais longa fossem os extratores mais intensivos de produtos florestais, elas deveriam ser um foco importante para a programação de conservação. (GAVIN; ANDERSON, 2007).

Além disso, o maior valor dos produtos extraídos das florestas por algumas famílias pode torná-los mais abertos a estratégias que buscam proteger a viabilidade a longo prazo dos recursos que utilizam. Assim sendo, a importância do tempo de residência também indica que os planejadores precisam levar em conta mudanças nos padrões de uso de recursos das partes interessadas ao longo do tempo. (GAVIN; ANDERSON, 2007).

Pequenos agricultores de todo o mundo gerenciam paisagens de produção diversificadas, complexas e dinâmicas e, em muitos casos, integram a produção de madeira em seus sistemas agrícolas. Nestes sistemas endógenos de produção e conservação florestal, os pequenos agricultores produzem madeira empregando um espectro diversificado de práticas interligadas, incluindo silvicultura<sup>15</sup>, agrossilvicultura, sistemas agropastoris e agro-silvo-pastoris. Esses sistemas de "silvicultura doméstica", ou silvicultura agrícola, distinguem-se da silvicultura convencional na medida em que integram a madeira em uma paisagem de produção diversificada. Esse tipo de produção também é diferente da extração de madeira de florestas naturais ou remanescentes florestais. (SEARS et al., 2017).

A agrossilvicultura mantém uma diversidade estrutural que imita a floresta nativa de melhor maneira que as pastagens convencionais, plantios em fileiras e plantações de monoculturas. A madeira proveniente de sistemas agroflorestais

---

<sup>15</sup> "Silvicultura é a arte e a ciência que estuda as maneiras naturais e artificiais de restaurar e melhorar o povoamento nas florestas, para atender às exigências do mercado. Este estudo pode ser aplicado na manutenção, no aproveitamento e no uso consciente das florestas." (BARROS, 2018, p.1).

raramente é vendida nos mercados internacionais, portanto, não são incluídas nesse tipo de gerenciamento. Existem muitas maneiras diferentes pelas quais sistemas agroflorestais podem ser implementados (tais como sistemas agrossilvipastoris, plantio em fileiras ou cultivo em parceria), e isso também pode ter efeitos diferentes sobre a biodiversidade (CHAUDHARY et al., 2016).

## 4 FORMAS DE MANEJO ATUAIS: A MODEFLORA E OUTROS MÉTODOS

Segundo a CENIBRA<sup>16</sup> (2017), o uso eficiente, a conservação e o manejo dos recursos florestais exigem o conhecimento de características quantitativas e qualitativas das florestas, bem como o acompanhamento contínuo da sua produtividade (m<sup>3</sup>/ha/ano), por meio de inventários florestais, que emprega dados relativos a parte da população (amostras) que produzem estimativas referentes a todo o povoamento florestal.

A capacidade produtiva do setor florestal e os números relativos a cada unidade de produção são disponibilizados no Relatório Anual de Inventário Florestal Contínuo e no Relatório de Terras e Florestas, pela Coordenação de Planejamento e Controle Florestal.

Ainda de acordo com a Cenibra:

O suprimento de 100% da madeira de eucalipto é realizado com o sistema de corte raso da floresta em rotações médias de 7 (sete) anos, com posterior reforma ou condução da regeneração por mais uma rotação. As atividades de colheita são realizadas de forma mecanizada em 91% das áreas da Empresa. Para a colheita mecanizada são utilizados Harvesters e Forwarders em áreas consideradas de “colheita padrão”, cuja declividade chega a até 27°. Para as áreas com declividade entre 27° e 35°, são utilizados Harvesters e Forwarders, ambos operando com Guincho-Work (GW) acoplado. O remanescente de eucalipto colhido de forma semimecanizada que ainda ocorre nas áreas representa uma parcela inferior a 9% do total de madeira colhida na Empresa, sendo oriunda quase totalmente de áreas de ocorrência de quebra por vento ou onde o microrrelevo do talhão apresenta grande irregularidade. (CENIBRA, 2017,p.17)

Quanto ao impacto ambiental, a CENIBRA realiza o monitoramento de suas atividades no meio ambiente, nas comunidades em que atua, como por exemplo, a melhoria e “enriquecimento de reservas nativas e recuperação ambiental de áreas” (CENIBRA, 2017, p. 28).

Segundo Braz (2005), o planejamento de etapas relativas à exploração legal emprega métodos sistemáticos para ordenar a produção, sem considerar a heterogeneidade local da floresta tropical.

---

<sup>16</sup> Celulose Nipo Brasileira S.A. – CENIBRA.



Tais práticas provocam modificações no planejamento e execução em campo, aumentando os custos e o tempo de trabalho. Os fatores ambientais e operacionais também contribuem para as diferenças entre a produção programada e a realizada (FIGUEIREDO; BRAZ; OLIVEIRA., 2007).

O MODEFLORA é uma inovação tecnológica para manejo florestal sustentável, que integra o Sistema de Posicionamento Global - GPS, o Sistema de Informação Geográfica - SIG e o Sensoriamento Remoto - SR, visando o planejamento, a execução e o monitoramento das atividades de manejo com alta precisão (RURAL CENTRO, 2016).

O emprego do MODEFLORA permite a definição de sítios homogêneos em florestas nativas, sendo uma estratégia de intervenção florestal para o modelo silvicultural utilizado no plano de diversidade biológica e variabilidade espacial. (FIGUEIREDO; BRAZ; OLIVEIRA., 2007).

A utilização dessa tecnologia possibilita identificar, através do computador, as características espaciais da área florestal, obtendo dados sobre a localização das árvores, nascentes, igarapés, curvas de nível, relevo, dentre outros dados relevantes para a elaboração de um plano de manejo.

O MODEFLORA gera um relatório de microzoneamento referente à determinada área de manejo florestal com escala de até 1:15 metros, facilitando a elaboração de um planejamento prévio que considere os aspectos ambientais do talhão florestal, mediante a utilização de técnicas exploratórias de baixo impacto e com custos reduzidos. Este sistema funciona a partir de imagens obtidas por radar (SRTM e ASTER), que geram dados topográficos que realizam o levantamento do relevo e hidrografia da unidade de produção anual. O GPS realiza o georreferenciamento de rios e igarapés. Em um segundo passo, pode-se mensurar a área de preservação permanente (APP), que tem precisão de até 98,7%. Desse modo, as árvores inventariadas são localizadas por meio de coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) provenientes de dados coletados pelo receptor GPS com alta sensibilidade (RURAL CENTRO, 2016).

O inventário florestal digital permite a visualização virtual das picadas, que são linhas disponibilizadas no microcartão do aparelho, que são utilizadas para orientar a navegação dos operadores no decorrer do levantamento florestal. A

abertura das picadas em campo é realizada apenas para que os trabalhadores possam se movimentar pela floresta. Os operadores realizam o planejamento florestal pré-exploratório por meio do computador, a partir dos dados coletados e organizados em um banco de dados georreferenciado. As informações são dispostas em camadas para que seja possível determinar as áreas de pátios, estradas e trilhas para arraste, de acordo com as características do relevo, localização do APP e da distância das árvores mais frondosas (RURAL CENTRO, 2016).

Papa et al. (2017a) observam que, a segunda geração da tecnologia MODEFLORA é composta por um sistema de sensoriamento remoto ativo de escaneamento a laser (denominado como LiDAR – Light Detection and Ranging, que emite radiação eletromagnética de determinado comprimento de onda, com uma taxa de frequência de repetição que permite a detecção de objetos, como explicam os autores:

Ao ser atingido pelo laser, o alvo reflete a radiação e o equipamento LiDAR detecta o retorno do sinal refletido. Por meio das propriedades da luz refletida no objeto é possível fazer o cálculo da distância, entre o emissor e o objeto que refletiu o pulso, e dessa forma obter o posicionamento geográfico do alvo. Esse cálculo pode ser feito com base na diferença de tempo, a partir da velocidade da luz, entre a emissão de um pulso laser e a detecção do sinal refletido ou pela mudança da fase da onda (*phase shift*) quando o pulso retorna ao emissor. (PAPA et al., 2017, p. 2)

Durante a exploração florestal, quando se realiza a abertura de passagens, áreas de abate e arraste de árvores, as informações relativas ao planejamento são gravadas em um microcartão do receptor GPS. Dessa maneira, os motoristas e operadores em campo, podem executar com precisão o trabalho projetado. A movimentação das equipes também é registrada pelos receptores, que passam a monitorar e gerir a produção florestal em tempo real (RURAL CENTRO, 2016).

Em relação a utilização do LiDAR na área florestal, afirmam Papa et al. (2017a, p.2):

Os principais métodos de uso do LiDAR na área florestal são o TLS (*Terrestrial Laser Scanning*) utilizado no solo e o ALS (*Aerial Laser Scanning*) embarcado em uma aeronave. O perfilhamento a laser aerotransportado tem como principais características a cobertura de grandes áreas, acurácia em levantamento planialtimétrico, alta densidade amostral, capacidade de penetrar na vegetação, sensibilidade a pequenas variações na superfície e grande quantidade de informações em intervalos curtos de tempo. O funcionamento do ALS depende do sistema de navegação global por satélite integrado à unidade de movimento inercial (GNSS/IMU), sistema de navegação inercial (INS) e unidade de emissão e recebimento do pulso laser. (PAPA et al., 2017, p. 2)

Conforme Papa (2018), o escaneamento a laser através do LiDAR aerotransportado produz grande volume de informações de precisão centimétrica, favorecendo a realização do planejamento da exploração por unidades de gestão diferenciada, dentre as quais se encontram: mapeamento do terreno; rede hidrográfica; topografia; estrutura vertical e horizontal da vegetação; delimitação de Área de Preservação Permanente - APP; cálculo de biomassa; área de impacto; monitoramento da exploração; contagem de árvores e volume individual de árvores emergentes, conforme ilustração 7, a seguir:

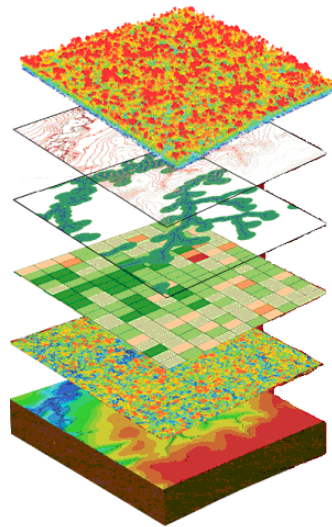


Figura 7 – Produtos gerados a partir da tecnologia LiDAR para uso no planejamento florestal  
Fonte: PAPA et al., 2017, p. 2.

Papa et al. (2017a, p.2) pontuam definições importantes:

**Topografia do terreno** – consiste nas curvas de nível e declividade da área de manejo. O mapeamento topográfico de alta precisão é importante para o planejamento e construção de estradas florestais, delimitação de áreas de acesso restrito e APPs por declividade.

**Área de preservação permanente (APP)** – faixa que delimita as margens de rios, nascentes, topo de morro e encostas com declividades superiores a 45°C. As APPs são geradas a partir do microzoneamento da hidrografia e da topografia do terreno com precisão centimétrica.

**Microzoneamento da hidrografia** – consiste na determinação e ordenamento dos cursos de água perenes e intermitentes, nascentes e corpos d'água presentes na área de manejo.

**Modelo de biomassa da vegetação** – gerado por meio das estatísticas de densidade e elevação dos pulsos laser juntamente com dados de inventário amostral da vegetação escaneada. Esse método é importante para estimativas do volume, área basal e biomassa da floresta em grandes porções de área.

**Modelo digital de superfície (MDS)** – composto pelos retornos da parte superior dos objetos sobrevoados. Na floresta, o MDS representa o contorno do dossel da vegetação. A partir da modelagem do dossel normalizado é possível determinar a altura das árvores e fazer comparações

multitemporais da cobertura vegetal da floresta.

**Modelo de densidade relativa (MDR)** – representa a densidade reativa da vegetação em uma camada pré-definida do estrato florestal. Quando a densidade relativa da vegetação é próxima de zero, pode significar uma área alterada por operações florestais ou causas naturais.

**Modelo digital do terreno (MDT)** – consiste em uma representação do relevo desnudo, sem vegetação. É obtido a partir dos pulsos laser que tocaram o solo, processados via métodos de filtragem, com algoritmos e ferramentas de softwares específicos.

Todos estes aspectos podem ser processados pelo LiDAR, gerando dados e informações que otimizam o gerenciamento ambiental.

Segundo Matthews (2017), o LiDAR contribuiu para a maior proteção de cursos d'água e estimativas de volume de madeira mais precisas, considerando-se um processo de seis meses, para capturar dados florestais sofisticados em todas as plantações estatais em Tumut e Tumberumba, na Austrália. Os dados gerados pelo projeto melhoraram tanto o gerenciamento ambiental quanto o fluxo de madeira para as usinas locais durante a colheita de madeira em toda a região. Os dados do LiDAR são capturados usando um sensor incrivelmente preciso montado em um avião que emite e recebe milhões de pulsos de laser em toda a paisagem. Toda vez que um pulso de laser atinge um objeto, ele retorna um sinal para o sensor, que pode então registrar com precisão a localização tridimensional desse objeto.

Ainda conforme Matthews (2017), os pulsos de laser podem até penetrar no dossel das árvores e registrar o perfil do solo da floresta. Como resultado, pode-se criar uma imagem tridimensional do dossel da floresta, o chão da floresta e as árvores individuais em pé na floresta. Os dados do LiDAR são muito mais precisos do que os mapas atualmente usados para identificar riachos, rios e declividade nessas operações onde são identificadas árvores com até 50 anos de idade, de modo que agora tornou-se possível identificar exatamente onde os sistemas de drenagem do solo estão precisamente.

Conforme Coldewey (2017), a utilização de ferramentas digitais, como os *tablets* têm ajudado os trabalhadores na marcação das árvores, sem a necessidade de marca-las manualmente com tinta. Assim, os trabalhadores observam a localização das árvores de forma individual ou em grupos, a partir de coordenadas enviadas por GPS. Assim, podem ser obtidas informações detalhadas sobre a área, permitindo a elaboração de um polígono no mapa do *tablet*, com dados que podem ser ajustados, arquivados ou enviados para outros trabalhadores, como ilustra a

figura 8, a seguir.

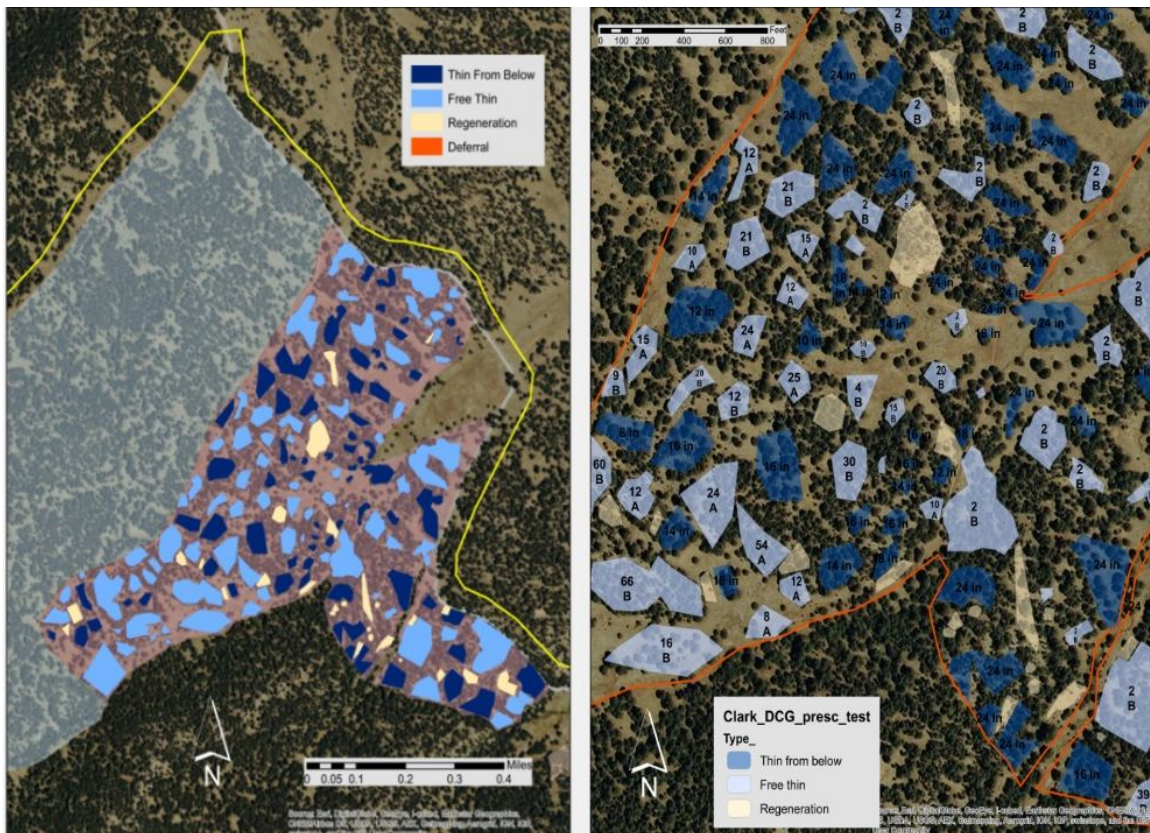


Figura 8 – Aplicativo para manejo florestal  
Fonte: COLDEWEY, 2017, p.1.

Desse modo, os trabalhadores recebem instruções mais específicas, pois o *tablet* também registra a localização exata, o tempo e o diâmetro (entre outras coisas) das árvores derrubadas. Isso economiza tempo e muito menos burocracia, permitindo que o acompanhamento e o progresso do manejo. Tal função é muito importante porque o manejo florestal tem diretrizes mais complexas sobre restauração e colheita, mais do que autoridades municipais, que têm florestas relativamente pequenas e homogêneas para gerenciar (COLDEWEY, 2017).

O declive do solo tem uma forte influência na forma como se administra cada seção da floresta, particularmente em áreas mais íngremes, onde até mesmo uma pequena variação de declive pode levar a mudar a maneira como o trabalho deve ser realizado para garantir que as hidrovias sejam protegidas da erosão. Também é possível estimar com precisão o número e a altura de árvores individuais em pé na floresta, em vez de confiar em estimativas extraídas de pequenas parcelas de amostragem, o que significa que os dados são claros quanto a quantidade de madeira

disponível em cada seção da floresta antes do início da colheita. Deste modo, o LiDAR traz enormes benefícios para a indústria local de forma mais ampla, pois permite que os processadores saibam o volume de quais produtos sairão de cada operação de colheita e garante a manutenção de um fornecimento consistente de madeira e produtos de madeira para a indústria local (MATTHEUS, 2017).

Uma implantação piloto em 327 acres descobriu que, em comparação com a pintura direta de árvores, o método de prescrição digital custava menos da metade e era cinco ou seis vezes mais rápido. A produtividade era semelhante aos antigos métodos de prescrição. A floresta é muito mais exigente, algo que influencia os pontos fortes da prescrição digital. E isso não leva em conta os benefícios consideráveis do fluxo de trabalho no rastreamento e na facilidade de uso (COLDEWEY, 2017), como se observa na figura 9, a seguir:

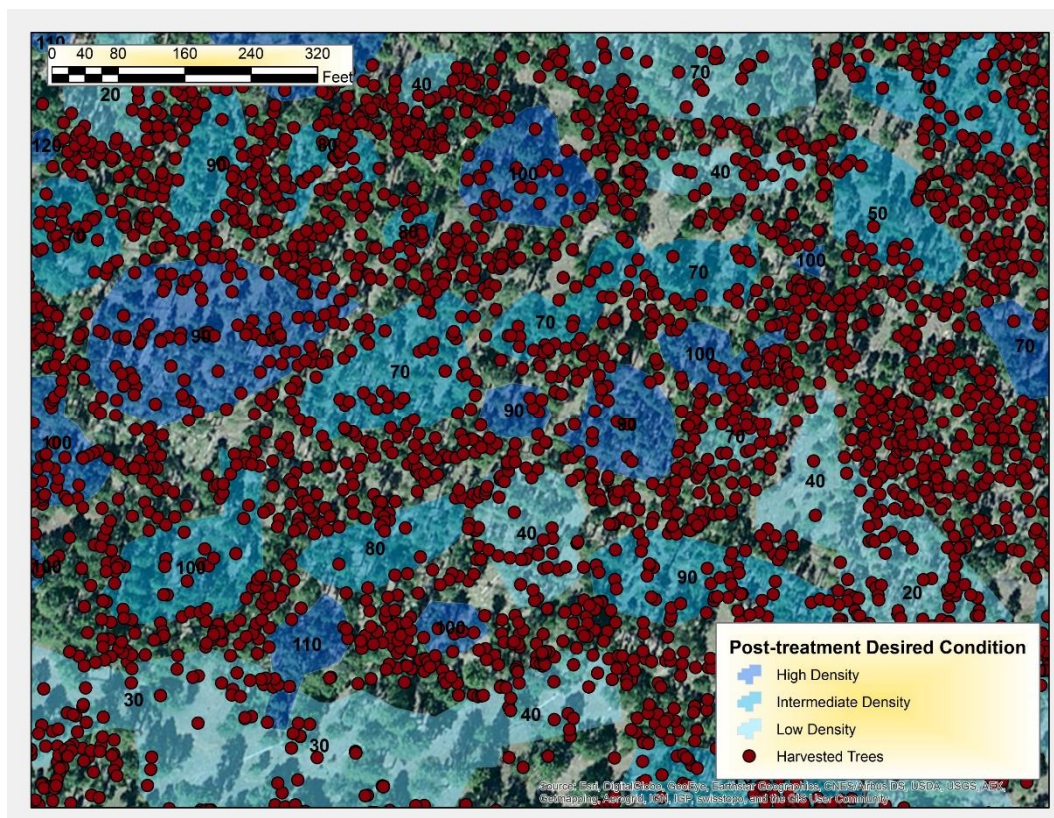


Figura 9 – Imagem após marcação  
Fonte: COLDEWEY, 2017, p.1.

Segundo Coldewey (2017), após a marcação, a equipe pode calcular o tamanho, o espaço entre as árvores, os números das árvores, sem a necessidade de sair para colher amostras. Outros aplicativos estão surgindo, inclusive com a utilização de drones, nos estágios de planejamento e monitoramento, que fornecem

imagens 3D que permitem analisar o tempo necessário, o tipo de solo etc. Outra tecnologia interessante para o manejo de florestas tropicais empregada na etapa de planejamento é o mapeamento por radar, porém ainda tem custo bastante alto.

A Noruega também utiliza uma tecnologia interessante, que é um equipamento que funciona como *scanner* a laser no ar, que fornece detalhes das copas das árvores, que, combinados com o conhecimento do tipo de floresta, permite a elaboração de cálculos precisos dos volumes totais de biomassa. O diretor administrativo Erik Lahnstein, da Associação dos Proprietários Florestais da Noruega, vê o desenvolvimento da nova tecnologia de planejamento com grande interesse, pois entende que, se a visão da floresta pode contribuir para um planejamento florestal mais econômico, então esta se trata de uma ferramenta valiosa nesta atividade (KJELLER, 2016).

Dentre as possíveis aplicações se encontra a identificação de uma sequência de eventos como tempestades envolvendo extensa destruição de árvores. O acesso rápido aos dados do radar permitirá a obtenção de uma visão geral da situação. Em última análise, no entanto, tudo depende do preço, disponibilidade e uma avaliação de custo-benefício. Outra aplicação para a qual esta tecnologia pode ser de grande benefício é o monitoramento de florestas tropicais (KJELLER, 2016).

#### 4.1 ORDENAMENTO DA EXPLORAÇÃO ATRAVÉS DA MODEFLORA

Conforme Figueiredo; Braz; Oliveira (2007), o planejamento do manejo florestal com a utilização de novas tecnologias – geotecnologias – é algo bastante novo, mas que favorece a conciliação de inventários florestais pré-exploratórios, modelagem altimétrica da área, estatística espacial e exploração florestal, contando com o auxílio de navegadores e GPS. O planejamento florestal digital proposto pela Embrapa – o MODEFLORA permite precisão das informações de campo, bem como procedimentos de modelagem da realidade que facilitam a elaboração de uma grande base de dados georreferenciada, favorecendo a aplicação do conceito de manejo de preciso em florestas naturais.

A figura 10, a seguir, apresenta uma comparação entre o Sistema Tradicional e o MODEFLORA:



Figura 10 – Sistema Tradicional e Modelflora  
 Fonte: FIGUEIREDO; BRAZ e OLIVEIRA, 2010, p.17.

Ainda, segundo Figueiredo; Braz; Oliveira (2007, p. 27), o MODEFLORA favorece a redução de custos de planejamento, controle e monitoramento; agilização das operações de demarcação das áreas de exploração florestal; inventário florestal censitário por meio de GPS; modelagem da hidrografia com imagens de radar e auxílio de barômetro; Identificação das áreas de risco ambiental e zonas de relevância ecológica (nascentes e matas ciliares); redução de impactos ambientais; digitalização e rastreamento das operações de localização das árvores; rastreabilidade por meio do inventário censitário georreferenciado; agilidade nas avaliações de tempo e racionalização do trabalho; melhor controle e facilidade de monitoramento pós-exploratório aos órgãos de licenciamento da unidade de produção manejada, dentre outros.

#### 4.2 MANEJO CONSIDERANDO DIÂMETRO ÓTIMO DE CORTE

O manejo necessita considerar o ciclo de corte de cada espécie de árvore, que se



refere ao período de tempo (anos) que se deve aguardar para haver uma segunda exploração.

No modelo convencional, uma nova exploração é realizada na mesma floresta sempre que uma nova espécie florestal desperte o interesse comercial, diferentemente do manejo. O ciclo de corte requer uma área de manejo com tamanho grande o suficiente para que cada unidade produtiva (ou UPA<sup>17</sup>) seja explorada em um mesmo ano, o que somente poderá ser novamente realizado depois do término do ciclo de corte. Deste modo, o processo de sucessão florestal acontece nas clareiras de exploração, para que as espécies exploradas se recuperem antes da próxima intervenção (ESPADA et al., 2014).

Desta maneira, o ciclo de corte depende da capacidade de recuperação da floresta, da intensidade da exploração, ou seja, a quantidade em metros cúbicos ou quantas árvores serão extraídas em cada unidade de área florestal, bem como do grau de danos causados pela exploração da floresta (ESPADA et al., 2014).

No entanto, é tarefa bastante complexa a identificação do ciclo de corte de cada floresta, uma vez que isso exige muitos anos de acompanhamento e estudos para verificar seu comportamento. Quando não é possível identificar esses dados, a legislação brasileira (Resolução CONAMA 406/2009) estabelece que:

(...) deve ser considerada uma relação máxima entre a intensidade máxima de corte e o ciclo de corte igual a 0,865. Este seria o caso de uma intensidade máxima de corte de 25 m<sup>3</sup>/ha em um ciclo de 30 anos, por exemplo. É possível então aumentar o ciclo de corte (até 35 anos) e a intensidade de exploração de uma forma proporcional a esta relação. No outro extremo, se o empreendimento optar por um ciclo de corte de 25 anos, ciclo de corte mínimo para a exploração com o uso de máquinas, o mesmo poderá explorar até 21,5 metros cúbicos de madeira em tora por hectare de floresta (ESPADA, 2014, p. 11).

Quanto ao diâmetro mínimo de corte, explicam Espada et al.:

É o diâmetro mínimo de uma árvore, medido a 1,3 metro de altura a partir do solo, para que seja possível explorá-la. Nos livros técnicos sobre o tema, esta unidade de mensuração do tronco da árvore a 1,3 metros do solo é comumente chamada de DAP, ou diâmetro à altura do peito. Pelas normas brasileiras (Resolução CONAMA 406/2009), o diâmetro mínimo em florestas da Amazônia é de 50 centímetros. (ESPADA, 2014, p. 12).

Em relação à intensidade máxima de corte, observam Espada et al.:

É o máximo de volume de madeira de espécies comerciais (árvores acima de 50 cm de DAP) que pode ser extraído em toras em cada hectare de floresta a ser manejada. Quanto maior a intensidade a ser adotada, maior

---

<sup>17</sup> Unidade de Produção Anual.

deve ser o ciclo de corte, de forma a propiciar que a floresta tenha tempo para se recuperar até a próxima exploração. (ESPADA, 2014, p. 12).

O ciclo e taxa de corte são definidos pela instrução normativa nº 05 de 05/12/2006, do Ministério do Meio Ambiente, que estabelece como de 35 anos e 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para toda a Amazônia, sem especificação das características de sítios (BRASIL, 2006b).

Para os produtores de madeira, o estabelecimento de tais valores, sem considerar as características das regiões, pode trazer problemas, uma vez que, para algumas áreas, este valor pode ser bastante alto, enquanto para outras ser considerado baixo.

Desse modo, tais normas inviabilizam a prática de manejo das florestas naturais, como a Amazônia, pois não permite a gestão da estrutura da floresta e a realização de tratamentos silviculturais específicos, de acordo com o crescimento e estoque diferenciados, por exemplo. A solução seria a regionalização das informações, favorecendo a criação de normas de manejo distintas para a Amazônia (BRAZ et al., 2013).

A microrregião de Sinop, MT, onde está localizado o Município de Santa Carmem, 24,84% das indústrias do setor madeireiro do norte do Mato Grosso se encontram nessa microrregião. (...)O setor madeireiro na microrregião de Sinop, no Mato Grosso é uma região que atua tradicionalmente no manejo florestal, em áreas de Floresta Ombrófila Densa. Em floresta tropical, um plano de manejo sustentável apresenta dificuldades que devem ser consideradas em sua elaboração, como a grande diversidade de espécies arbóreas que, por sua vez, apresentam idades e diâmetros diferentes. A questão sustentabilidade, apesar de bastante debatida, ainda não recebeu as respostas necessárias e básicas sobre, por exemplo, como compreender e compatibilizar os padrões de crescimento das árvores de espécies diferentes (RIBAS et al., 2017, p. 1).

As florestas do Mato Grosso possuem um estoque de árvores comerciais com diâmetros a 1,30 m do solo (DAP) acima de 45 cm (diâmetro de corte usado quando haviam serrarias, hoje aumentado para 50 cm) de 65,66 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Na região de Sinop há cerca de 25 espécies comerciais, sem contar as espécies ainda comercializadas pelas madeireiras (BRAZ et al., 2013).

Segundo Oliveira et al.:

O Estado do Mato Grosso é um importante produtor de madeira em tora, correspondendo a 97% da região Centro-Oeste, 21% da Amazônia Legal e 13,4% do total nacional. A participação ativa do Mato Grosso no PIB brasileiro vem aumentando com um desempenho cada vez mais favorável em relação à média nacional (...). A receita bruta do setor madeireiro do estado, de R\$1.598,36 milhões, é a segunda maior da região Amazônica,

estando abaixo apenas do estado do Pará e sendo correspondente a um terço da produção total de madeira da Amazônia (...).(OLIVEIRA et al., 2015,p.1).

Dentre as espécies madeireiras manejadas no Estado de Mato Grosso, destaca-se a cupiúba (*Goupia glabra*), cujo índice de valor de importância (IVI) se encontra em 9,0% entre 38 espécies, que a coloca em quarto lugar. Trata-se de uma espécie semidecídua, comumente encontrada na mata pluvial Amazônica de Terra Firme, mas com dispersão descontínua e irregular. É comum encontrar esta espécie do Panamá à Amazônia brasileira, bem como no Pará e arredores de Manaus, no Maranhão, Rondônia e Mato Grosso (OLIVEIRA et al., 2015b).

Conforme Ribas et al.:

O manejo de florestas naturais carece de informações sobre séries de crescimento longas. Em geral, as séries disponíveis são curtas e oriundas de parcelas permanentes (VANCLAY, 1994). A dendrocronologia passa a ser uma ferramenta atrativa pela agilidade e precisão para a recuperação de dados de crescimento, sendo crescente o seu uso em ambientes tropicais.(RIBAS et al.,2017,p.2)

A legislação florestal brasileira estabelece o diâmetro mínimo de corte igual ou maior a 50 cm (BRASIL, 2006), para todas as espécies, o que favorece a exploração em excesso daqueles que têm crescimento mais lento, e reduzido para as espécies de rápido crescimento (OLIVEIRA et al., 2015b).

No mesmo sentido, afirmam Borges et al.:

(...) espécies com padrão de crescimento lento podem estar sendo exploradas em demasia e espécies de rápido não terem todo seu potencial madeireiro aproveitado. Desta forma, a sustentabilidade do manejo reside no conhecimento da estrutura diamétrica da floresta antes e após a exploração, assim como a determinação adequada do crescimento para aferição da prognose da produção e conseqüentemente na taxa de extração por espécie ou grupo de espécies similares. (BORGES et al., 2018,p.2-3)

A sustentabilidade do manejo requer conhecimento sobre a estrutura diamétrica da floresta antes e após a exploração, bem como a determinação adequada do crescimento para realização de um prognóstico para a produção e verificação do potencial de extração por espécie ou grupo de espécies similares. Além disso, a indústria madeireira trabalha com uma população arbórea de 12 a 24 espécies com potencial econômico, de modo que a complexidade inicial se reduz ao conhecimento das principais espécies manejadas que são de interesse do mercado., sendo que “Uma das espécies madeireiras mais importantes do estado é o cedrinho (*Erisma uncinatum* Warm), vigorando entre as quatro mais comercializadas no

período de 2004 a 2010, totalizando cerca de 973 mil m<sup>3</sup> em sete anos” (BORGES et al., 2018, p. 3).

O cedrinho é uma das espécies mais comumente encontradas, porém o padrão de crescimento da espécie ainda não é conhecido, dificultando a realização de prognósticos da produção madeireira, tendo-se em vista a sustentabilidade econômica do manejo florestal nos próximos ciclos. A dificuldade existente para a obtenção de "séries de crescimento longas em florestas tropicais, mediante inventários florestais contínuos, o estudo com anéis de crescimento é uma alternativa eficiente para a obtenção dessas séries” (BORGES et al., 2018, p. 3).

#### 4.3 EXPLORAÇÃO DE IMPACTO REDUZIDO

Técnicas de Exploração de Impacto Reduzido – EIR têm sido propostas na tentativa de manejar as florestas tropicais para madeira de forma mais sustentável, reduzindo os danos ao solo, às futuras árvores de colheita, aos talhões residuais e aos trabalhadores.

O EIR inclui a preparação de planos detalhados de colheita, educação dos trabalhadores, treinamento e supervisão, demarcação de rotas de extração de madeira, corte direcional para reduzir danos colaterais às árvores e copas circundantes e proteção das áreas ribeirinhas (CHAUDHARY et al., 2016).

A EIR foi concebida para alcançar um nível sustentável de colheita, mas também para melhorar a sustentabilidade em termos de biodiversidade, retenção de carbono e serviços ecossistêmicos. Mesmo que as técnicas de EIR possam ser praticadas em qualquer lugar e dentro de outros regimes de manejo, incluindo plantações, este trabalho limita-se apenas a estudos que relatam a riqueza de espécies em florestas tropicais naturais manejadas utilizando corte seletivo de impacto reduzido.

Conforme Espada et al. (2014):

Na EIR, os principais objetivos referentes ao corte são o controle da direção de queda – o que permite que as árvores sejam tombadas em uma direção que provoque o mínimo dano a outras árvores – e o aproveitamento máximo do volume do fuste – cortando a árvores rente ao solo e evitando árvores ocadas, que possuem baixo aproveitamento. (ESPADA et al. 2014, p. 19).

Segundo Figueiredo, Braz, Oliveira (2007), nas últimas décadas houve

avanços nas pesquisas a respeito da regeneração e dinâmica de recuperação das florestas pós-exploração, reduzindo os impactos sobre a floresta remanescente, por meio de técnicas de exploração de impacto reduzido - EIR. Porém, ainda há desafios a serem vencidos em relação ao planejamento do manejo das florestas naturais, especialmente quanto à extração de toras. A floresta tropical é heterogênea na distribuição de suas espécies arbóreas, tipologias florestais, relevo, hidrografia e solo, dificultando a modelagem do ecossistema e o planejamento das operações com precisão.

Comparando-se os efeitos da EIR à exploração convencional, destaca-se o planejamento aprimorado e a maior produtividade da EIR, pois, segundo Espada et al., no modelo convencional:

(...) os operadores não sabem exatamente o local em que as árvores foram cortadas (uma vez que não foram usados mapas detalhados), passando várias vezes pelo mesmo local ou fazendo voltas desnecessárias dentro da floresta, aumentando os custos e os impactos provocados pelo arraste. (ESPADA et al. 2014, p. 19).

Na tabela a seguir, apresentam-se alguns dados comparativos entre o modelo de EC e a EIR:

Tabela 1 – Volume de madeira desperdiçada (em metros cúbicos por hectare) durante o abate de árvores em uma exploração convencional e em operações florestais usando EIR

<b>Fator de desperdício no corte de árvores</b>	<b>Exploração convencional</b>	<b>Exploração de impacto reduzido</b>
Toras não aproveitadas pela indústria	1,97	0,85
Desperdícios por rachaduras nas toras	0,87	0,31
Desperdício por corte alto	0,28	0,10
Árvores inutilizadas nos pátios de estocagem	1,97	0,60

Fonte: ESPADA et al., 2014, p. 19.

Destaca-se, assim, a importância da adoção da EIR, especialmente pelo crescimento das plantações madeireiras, que estão se tornando cada vez mais populares em algumas regiões como uma alternativa à extração de madeira de flores-

tas naturais.

Conforme Emmert (2015 apud COSTA, 2015, p.1), para manter a floresta e a produção de madeira, torna-se necessário controlar o impacto e aperfeiçoar as técnicas de manejo, mesmo que os custos sejam mais altos, bem como “entender a dinâmica e o comportamento da floresta em função de ações antrópicas e dos fenômenos climáticos”.

Considerando que algumas espécies de madeira são mais facilmente cultivadas em plantações, outras têm uma taxa de sobrevivência muito baixa em plantações (por exemplo, mogno, jacarandá). Existem diferenças importantes provavelmente, em termos de biodiversidade, entre monocultura e plantações de madeira misturadas, plantações de nativo vs. espécies exóticas e na maneira como a madeira é colhida (corte raso, corte seletivo). Desta forma, observa-se que, atualmente há um número insuficiente de estudos para distinguir entre esses efeitos, e pouco se sabe sobre a dinâmica do crescimento da madeira tropical nas plantações (CHAUDHARY et al., 2016).

O planejamento das atividades de exploração, assumindo técnicas de impacto reduzido, tanto em atividades de campo e planejamento de infraestrutura, tem sido considerado crucial nas áreas de gestão nas florestas tropicais, porque permite maior segurança das operações e uma redução nos impactos, que são inestimáveis ao longo do tempo. Entre as atividades de exploração madeireira, depósitos de madeira, a extração de troncos e a construção de estradas florestais são de suma importância, à luz dos impactos ambientais causados principalmente pela necessidade de remoção da cobertura florestal ao abrir estradas e pátios de armazenamento de madeira. Além dos impactos ambientais, os custos relacionados à abertura de estradas e a extração de toras são as mais significativas no manejo florestal. Deste modo, a otimização da operação resultará em uma maior eficiência da cadeia de produção, proporcionando ganhos econômicos (SILVA et al., 2018).

A maneira como é realizado o corte das árvores geram impacto no planejamento e na operação de arraste, sendo a primeira atividade exploratória na Exploração de Impacto Reduzido (EIR). Por isso, os trabalhadores que executam essa tarefa devem receber capacitação adequada, inclusive por se tratar de uma atividade de alto risco (NOGUEIRA et al., 2011).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O MODEFLORA demonstra-se eficiente para solucionar problemas comuns no manejo florestal, ou seja, conhecimento eficiente da área a ser inventariada e inventários de longo prazo. Além disso, o sensoriamento remoto (SR) permite maior precisão das informações necessárias para o planejamento.

Por sua vez, o LiDAR tem a vantagem de trabalhar com varredura a laser, que não depende da luz visível refletida, possibilita a realização de controle remotamente, cálculo das coordenadas por triangulação, com dados bastante detalhados, além de exigir apenas um operador para isso. Trata-se de um sistema com grande potencial para a área florestal.

Ambos os sistemas ainda estão em desenvolvimento, carecendo de aprimorando em suas rotinas para se adaptarem à realidade das florestas de diferentes climas. Porém, esses sistemas já são fundamentais para o manejo florestal, complementando-se. Porém, o modelo LiDAR tem apresentado novos recursos, como o uso de drones, que favorecem a melhoria na coleta de dados cruciais para a efetividade do manejo de florestas de maneira sustentável.

Por fim, as novas tecnologias representam grandes avanços em direção a sustentabilidade no manejo florestal.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, P.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; VIDAL, E.. **Floresta para sempre**. Imazon, 1998. 97p.

ANDERSON, A.B. & POSEY, D.A. **Reflorestamento indígena**. *Ciência Hoje*, 6(31): 44-50, 1987.

BACHA, C. J. C.. **The market of Forest products in Brazil**. CEPEA/ESALQ USP, 2017. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/en/opinion/the-market-of-forest-products-in-brazil.aspx+&cd=8&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 23 ago. 2018.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002. 82p.

BARROS, T. D.. **Silvicultura**. AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica 2018. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fmcqbqwh02wyiv80kxlb36vbkge01.html>. Acesso em: 16 nov. 2018.

BIAZATTI, M. **Promoção do manejo florestal madeireiro de pequena escala no Estado do Amazonas**. Projeto Floresta Viva. Setembro de 2009.

BORGES, A. D.; MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M.; CANETTI, A.; BASSO, R. O. **Padrão de crescimento de cedrinho em condições de floresta natural no município de Santa Carmem, microregião de Sinop, MT**. Colombo: Embrapa Florestas, 2018. 11 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 415).

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **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. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato20072010/2009/Decreto/D6874.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2009/Decreto/D6874.htm). Acesso em: 07 set. 2018.

BRASIL. **Instrução normativa nº 4, de 11 de dezembro de 2006a**. Dispõe sobre a Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável - APAT, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mprs.mp.br/ambiente/legislacao/id4866.htm>. Acesso em: 07 set. 2018.



BRASIL. **Instrução Normativa nº 5 de 11 de dezembro de 2006b**. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável-PMFS nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, ano 143, n. 238, p. 155-9, 13 dez. 2006.

BRASIL. **Lei n. 6.938 de 31.08.1981**. Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>. Acesso em: 13 mar. 2019.

BRASIL. **Lei nº 11.284, de 02 de março de 2006**. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/11284.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11284.htm). Acesso em: 16 nov. 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. Disponível: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20112014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 07 set. 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. Disponível em: <[http://www.lex.com.br/doc\\_1123291\\_NORMA\\_DE\\_EXECUCAO\\_N\\_1\\_DE\\_24\\_DE\\_ABRIL\\_DE\\_2007.aspx](http://www.lex.com.br/doc_1123291_NORMA_DE_EXECUCAO_N_1_DE_24_DE_ABRIL_DE_2007.aspx)>. Acesso em: 07 set. 2018.

BRASIL. **Resolução n. 406, de 02 de fevereiro de 2009a**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=597>. Acesso em: 13 mar. 2019.

BRAZ, E. M.; BASSO, R. O.; ABREU, M. S. S.; MATTOS, P. P. de; OLIVEIRA, M. F. de; ZACHOW, R. **Manejo florestal no Mato Grosso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2013. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 329).

BRAZ, E.M. **Planejamento da exploração em florestas naturais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2005 (Embrapa Florestas, Documentos, 118).

BRAZ, E.M.; D'OLIVEIRA, M.V.N. **Planejamento da extração madeireira dentro de critérios econômicos e ambientais**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001 (Circular Técnica).

BRAZ, E.M.; D'OLIVEIRA, M.V.N.; ARAÚJO, H.J.B. de; MIRANDA, E.M. **Plano de exploração sob critérios de manejo florestal de baixo impacto**. Rio Branco: Embrapa-CPAF-AC, 1998 (Circular Técnica 27).

BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de; FIGUEIREDO, E. O.. **Manejo de precisão em florestas naturais**. EMBRAPA, janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/274251781>. Acesso em: 10 jul. 2018.

BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de. **Manejo de produção em florestas naturais da Amazônia: mitos e verdades**. Nativa, Sinop, v. 03, n. 04, p. 292-295, out./dez. 2015. Pesquisas Agrárias e Ambientais. Disponível em: <http://www.ufmt.br/nativa>. Acesso em: 20 jul. 2018.

BROWN, L.. **Mudança Climática deixa o Mundo em Perigo**. 2009. EPI – Earth Policy Institute – Univ. Livre da Mata Atlântica. Disponível em: <http://www.wiiuma.org.br/artigos/009.html>. Acesso em: 15 nov. 2018.

BROZA, K. T.; GARRASTAZU, M.C.; BRAZ, E.; MATTOS, P.V.; ROSOT, M.A.D. **Etapas do planejamento do projeto modelflora em SIG livre**. X Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal. p. 7, 2012.

BRUNORO, G.. **10 passos para escolha de um sistema de gestão florestal**. 19.02.2018. disponível em: <https://www.inflor.com.br/10-passos-para-escolha-de-um-sistema-de-gestao-florestal/>. Acesso em: 25 jan. 2019.

BUONGIONO, J.; GILLESS, K.. **Forest Management and Economics: a primer in quantitative methods**. New York: Macmillan Publishing, 1987

CELULOSE ON LINE. **Manejo Florestal Madeireiro: ciência e tecnologia a favor da floresta**. 28.03.2016. Disponível em: <https://www.celuloseonline.com.br/manejo-florestal-madeireiro-ciencia-e-tecnologia-favor-da-floresta/>. Acesso em: 21 dez. 2018.

CENIBRA. **Plano de Manejo Florestal**. Resumo Público 2017. Disponível em: <https://www.cenibra.com.br/wp-content/uploads/2017/06/2017PLANO-DE-MANEJO-FLORESTAL-3.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.

CHASSOT, T.; FLEIG, F. D.; FINGER, C. A. G.; LONGHI, S. J. **Modelos de crescimento em diâmetro de árvores individuais de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze em Floresta Ombrófila Mista**. Ciência Florestal, Santa Maria, RS, v. 21, n. 2, p. 303-313, 2011.

CHAUDHARY, A.; BURIVALOVA, Z. KOH, L. P.; HELLWEG, S.. **Impact of Forest Management on Species Richness: Global Meta-Analysis and Economic Trade Offs**. Scientific Reports 6, n. 23.954, 2016.

COLDEWEY, D.. **Nature conservancy gives forest management a digital makeover**. Techcrunch, 2017. Disponível em: <https://techcrunch.com/2017/04/19/nature-conservancy-gives-forest-management-a-digital-makeover/>. Acesso em: 08 set. 2018.

COLLYNS, D.. **Illegal loggers remain hidden in Peru's forest but timber finds global buyers.** The Guardian, 14.10.2014. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2014/oct/14/illegal-logging-peru-amazon-deforestation>. Acesso em: 23 ago. 2018.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. 1992, Rio de Janeiro. **Declaração do Rio sobre meio ambiente e desenvolvimento**, 1992. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2016.

COSTA, E. A.; FINGER, C. A. G.; FLEIG, F. D.. **Influência da posição social nas relações morfométricas de Araucária augustifolia.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 225-235, jan.-mar., 2016.

COSTA, H.. **Manejo inteligente pode garantir sustentabilidade da Amazônia.** UnB Ciência, 2015. Disponível em: <https://www.unbciencia.unb.br/biologicas/34-engenharia-florestal/371-manejo-inteligente-pode-garantir-sustentabilidade-da-amazonia>. Acesso em: 08 mar. 2019.

COUTO, E. P.; ALVES, A. M. da S.. **O manejo florestal no Brasil.** 2012. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/12/08O397.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.

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

DAMAN, S. W. **Promoting Forest conservation in the Peruvian Amazon: a stakeholder analysis of incentive mechanisms.** Research paper in partial fulfillment of FOR 4994: Undergraduate Research in the Department of Forest Resources & Environmental Conservation. Blacksburg, Virginia, 2013.

DEMERS, C.; LONG, A.; CLAUSEN, R.. **What is in a natural resource management plan?** UF IFAS Extension. University of Florida, 2016. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FR/FR12600.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2018.

DEUS, E. de. In: **Manejo Florestal Madeireiro: ciência e tecnologia a favor da floresta.** Celulose On-line, 28.03.2016. Disponível em: <https://www.celuloseonline.com.br/manejo-florestal-madeireiro-ciencia-e-tecnologia-favor-da-floresta/>. Acesso em: 21 dez.2018.

DICIONÁRIO AMBIENTAL O ECO. **O que é a Amazônia Legal.** Dicionário Ambiental. **((o))eco**, Rio de Janeiro, nov. 2014. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28783-o-que-e-a-amazonia-legal/>>. Acesso em: 28 jan.2019.

DUBOIS, J.C.L. **Uses of wood and non-wood Forest products by amazon Forest dwellers**. Unasyuva, n. 186 – Forest – dependent people. Vol. 47, Unasyuva, 1996/3.

DUBOIS, J.C.L. **Animal and vegetal extractivism** (extractive exploitation of animal and vegetal natural resources) in the Amazon. In: *Amazonia: facts, problems and solutions. Proc. Workshop*, p. 49-53. University of Sao Paulo. São Paulo, Brazil, 31 July-2 August 1989.

ESCOBAR, R.. **Extração ilegal diminui cedro e mogno no Peru**. O Eco, 13.06.2012. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/reportagens/26104-extracao-illegal-diminui-cedro-e-mogno-no-peru/>. Acesso em: 07 set. 2018.

ESPADA, A. L. V.; PIRES, I. P.; LENTINI, M. A.W.; BITTENCOURT, P. R.G. **Manejo florestal e exploração de impacto reduzido em florestas naturais de produção da Amazônia**. Informativo Técnico 1. IFT – Instituto Floresta Tropical, 2014.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **Guidelines for the management of tropical forests 1**. The production of wood (FAO forestry paper 135). Rome, 1998. /disponível em: <http://www.fao.org/3/w8212e/w8212e00.htm#Contents>. Acesso em: 13 Mar.2019.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **Food and fruits-bearing forest species. 3. Examples from Latin America**. Etude FAO Forestry Paper 44/3. Rome, 1986.

FELDMAN, F. (org.). Elementos para políticas em direção a um consumo sustentável. In: **Consumo sustentável/Consumers International**, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento; Tradução de Admond Ben Meir. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente: IDEC: CI, 1998.

FICK, T. A.. **Amostragem para inventário florestal em sistemas silvipastoris**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.35, n.5, p.1033-1038, 2011.

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

FIGUEIREDO, E. O.; BRAZ, E. M.; D'OLIVEIRA, M. V. N.. **Manejo de Precisão em Florestas Tropicais: MODEFLORA – Modelo Digital de Exploração Florestal**. Embrapa Acre. Santarém, maio de 2010.

FINER, M.; CLINTON, N. J.; SKY, M. A. B.; PINE, J.. **Logging concessions enable illegal**. Logging crisis in the Peruvian Amazon. Scientific Reports, article n. 4719(2014). Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep04719>. Acesso em: 07 set. 2018.

FLORES, O. M. M. das; QUEIROZ, W. T. de; PINHEIRO, J. G.; OLIVEIRA, F. A.;

MORAES, A.; VALENTE, M. D. R.. **Comparação de tamanhos e distâncias de subparcelas aplicadas em processo de amostragem por conglomerado**. Acta Amazônica. vol. 42(3) 2012: 345-354.

FLÓRIO, V.. **Amazônia ilegal**. Estudo acusa fraudes no comércio de madeira nobre no Pará. Revista FAPESP, 17.08.2018. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2018/08/17/amazonia-ilegal/>. Acesso em: 13 mar. 2019.

FRANCO, R.M. **Development and management plans for the Amazon region: lessons from the past, proposals for the future**. In M. Clüsenier-Godt et I. Sachs eds. *Brazilian perspectives on sustainable development of the Amazon region*. Man and Biosphere Series, Vol. 1, p. 23-51. Paris, UNESCO-MAB, 1995.

FREDDI, O. S.; FERRAUDO, A. S.; FREDERICO, C. J. **Análise multivariada na compactação de um latossolo vermelho cultivado com milho**. Revista Ciências do Solo, Viçosa: v.32, n. 3, p. 953-961, 2008.

GAVIN, M. C.; ANDERSON, G.. **Socioeconomic predictors of forest use values in Peruvian Amazon: A potential tool for biodiversity conservation**. ScienceDirect, Ecological Economics, volume 60, issue 4, february 2007, p. 752-762.

GIL, A. C.. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HOLMES, T. P. et al. **Financial and ecological indicators of reduced impact logging performance in the eastern Amazon**. v. 163, p. 93–110, 2002.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. **Manejo Florestal Sustentável**. Flora e Madeira, 2016. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/flora-e-madeira/manejo-florestal-sustentavel>. Acesso em: 22 ago. 2018.

IMAZON – INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. **Manejo Florestal**. Revista da Madeira, ed. N° 97, junho de 2006.

ISEAL ALLIANCE. Governments and private sustainability standards: an Iseal case studies series. **Peru and FSC: incentivising responsible timber exports**. February, 2018. Disponível em: [https://www.standardsimpacts.org/sites/default/files/ISEAL\\_FactSheet\\_Peru.pdf](https://www.standardsimpacts.org/sites/default/files/ISEAL_FactSheet_Peru.pdf). Acesso em: 23 ago. 2018.

JEFFERS, J.N.R. **Measurement and characteristics of biodiversity in forest ecosystems**. New methods and models. European Forest Institute, EFI Proceedings, 1996, 6:59-67.

KIERNAN, M.; PERL, M.; McCAFFREY, D.; BUSCHBACHER, R. J.; BATMANIAN, G.. Pilot natural forest management initiatives in Latin America: Lessons and

opportunities. Unasylva, n. 169, vol. 43, 1992/2. In: **Sustainability**. 10th World Forestry Congress. Disponível em: [www.fao.org/docrep/u6010e/u6010e05.htm](http://www.fao.org/docrep/u6010e/u6010e05.htm). Acesso em: 22 ago. 2018.

KJELLER INNOVASJON. **New satellite-based technology for forestry mapping and monitoring**. 18.20.2016. Disponível em: <http://www.kjellerinnovasjon.no/new-satellite-based-technology-for-forestry-mapping-and-monitoring/>. Acesso em: 08 set. 2018.

LACERDA, A. dos S.. **A responsabilidade socioambiental como estratégia de competitividade para as organizações da contemporaneidade**. Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2016. Disponível em: [http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16\\_M\\_08.pdf](http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_M_08.pdf). Acesso em: 06 mar.2019.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996. 115p.

LUND, H.G. **A primer on integrating resource inventories**. Gen. Tech. Rep. WO-40. United States Department of Agriculture, Forest Service, 1986.

LUND, H.G. **Integrated ecological and resource inventories**. Proceedings of a National Workshop, 12-16. Phoenix, Arizona – USA, abril, 1993.

MARTINS, R. N. (coord..). **Apoio no Gerenciamento da execução do plano de ação do programa de desenvolvimento florestal do Vale do Paraíba (PDFLOR-PI)**. Apostila do Curso de Manejo Florestal SDR, CODEVASF e STCP. Curitiba, 2009.

MATTHEWS, J.. **Cutting edge tecnologia assists forest management**. Foresttech, 2017. Disponível em: <https://foresttech.events/cutting-edge-technology-assists-forest-management/>. Acesso em: 19 dez. 2018.

MILARÉ, É.. **Direito do Ambiente**. A gestão Ambiental em foco. Doutrina. Jurisprudência. Glossário. 5. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: RT, 2007. 145p.

MONGABAY.COM. **O que é o dossel?** Rhett Butler, 2007. Disponível em: <https://world.mongabay.com/brazilian/004.html>. Acesso em: 06 mar. 2019.

NOGUEIRA, M. M.; VIEIRA, V.; SOUZA, A. de; LENTINI, M.. **Manejo de Florestas Naturais da Amazônia**. Corte, traçamento e segurança. Belém, PA: Instituto Floresta Tropical, 2011 – (Manual técnico, 1 - IFT).

OLIVEIRA, M. F.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de; CANETTI, A.; BASSO, R. O.; ROSOT, N. C. **Padrão de crescimento e diâmetro ótimo de corte de cambará no município de Santa Carmem, microrregião de Sinop, MT**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015a. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 364).

OLIVEIRA, M. V. N. d'; BRAZ, E. M.. **Estudo da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Pedro Peixoto na Amazônia Ocidental**. Acta Amazônica, vol.36, n.2, Manaus, 2006.

OLIVEIRA, M. V. D'. In: **Manejo Florestal Madeireiro: ciência e tecnologia a favor da floresta**. Celulose On-line, 28.03.2016. Disponível em: <https://www.celuloseonline.com.br/manejo-florestal-madeireiro-ciencia-e-tecnologia-favor-da-floresta/>. Acesso em: 21 dez.2018.

OLIVEIRA, M. F.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de; CANETTI, A.; BASSO, R. O.; ROSOF, N. C.. **Padrão de crescimento e diâmetro ótimo de corte de cupiúba na microrregião de Sinop**, MT. In: EMBRAPA, Comunicado Técnico. Colombo – PR, dezembro de 2015b.

OLIVER, C.D. **Landscape approach: achieving and maintaining biodiversity and economic productivity**. J. Forest, 90:20-25, 1992.

PAPA, D. de A.. In: **Manejo Florestal Madeireiro: ciência e tecnologia a favor da floresta**. Celulose On-line, 28.03.2016. Disponível em: <https://www.celuloseonline.com.br/manejo-florestal-madeireiro-ciencia-e-tecnologia-favor-da-floresta/>. Acesso em: 21 dez.2018.

PAPA, D. de A.; FIGUEIREDO, E. O.; D'OLIVEIRA, M. V. N.; RODRIGUEZ, L. C. E.; CAMARGO, A. P.; PRATA, G. A.; AMARAL, L. G. de C.; LARANJA, D. C. F. **Uso do LiDAR no Manejo Florestal**. 1ª ed. (outubro/2017a). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1078727/uso-do-lidar-no-manejo-florestal>. Acesso em: 19 jul. 2018.

PAPA, D. de A.; CAMARGO, A. P.; FIGUEIREDO, E. O.; RODRIGUEZ, L. C. E.. **Planejamento de unidades de gestão diferenciada em projeto de manejo florestal sustentável na Amazônia**. XVIII SBR - Simpósio Brasileiro de sensoriamento remoto. 28 a 31 de Maio de 2017b. INPE Santos-SP, Brasil. Disponível em: <https://proceedings.galoa.com.br/sbsr/trabalhos/planejamento-de-unidades-de-gestao-diferenciada-em-projeto-de-manejo-florestal-sustentavel-na?lang=pt-br>. Acesso em: 20 jul. 2018.

PAPA, D.. **Embrapa capacita profissionais para uso de drone no monitoramento florestal**. Embrapa Acre, 01.06.2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/acre/busca-de-noticias/-/noticia/34765904/embrapa-capacita-profissionais-para-o-uso-de-drone-no-monitoramento-florestal>. Acesso em: 27 jan. 2019.

PARODI, J.I. **The use of palms and other native plants in non-conventional, low-cost rural housing in the Peruvian Amazon**. In M.J. Balick, (éd.). *The palm-tree of life: biology, utilization and conservation. Advances in economic botany*, Vol. 6, p. 119-129. New York, New York Botanical Garden, 1988.

PELZ, D.R. **Non-timber variables in forest inventories.** The Monte Verità Conference on Forest Survey designs. "Simplicity versus efficiency" and assessment of non-timber resources, p. 103-109. Birmesdorf, Switzerland, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, 1995.

PIRES, A.. **O desafio de conservar as florestas inundáveis amazônicas no Brasil.** Canal Ciência, 2011. Disponível em: <http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisa/0010-Modelo-comunitario-exploracao-sustentavel-de-madeira-amazonia.html>. Acesso em: 06 mar. 2019.

PNGF – PORTAL NACIONAL DE GESTÃO FLORESTAL. **Manejo florestal.** 19.12.2018. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/pngf/manejo-florestal/apresentacao>. Acesso em: 19 dez. 2018.

POSEY, D.A. **Indigenous management of tropical forest ecosystems:** the case of the Kayapó Indians of the Brazilian Amazon. *Agrofor. Syst.*, 3(2): 139-158. 1985.

POSO, S., WAITE, M.L. & KOIVUNIEMI, J. **Assessment of non-timber functions: remote sensing technologies.** The Monte Verità Conference on Forest Survey designs. "Simplicity versus efficiency" and assessment of non-timber resources, p. 239-245. Birmensdorf, Switzerland, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, 1995.

RIBAS, H. E. R.; SANTOS, A. T. dos; MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M.; CANETTI, A.; BASSO, R. O. **Padrão de crescimento de amescla em Santa Carmem, MT.** Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 7 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 406).

RIBEIRO, B.G. **Os Índios das Águas Pretas.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Companhia das Letras, 1995.

RONDEUX, J. **Forest inventories and biodiversity.** Life Sciences: Agriculture & Agronomy, 1999. Disponível em: <https://orbi.uliege.be/handle/2268/62117>. Acesso em: 17 nov. 2018.

RURAL CENTRO. **Manejo florestal:** modelo digital de exploração florestal (Modeflora). 2016. Disponível em: <http://www.ruralcentro.com.br/analises/manejo-florestal-modelo-digital-de-exploracao-florestal-modeflora-2366>. Acesso em: 21 dez. 2018.

SANTOS, J. H. S. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SOUZA, A. L.; SANTOS, E. S.; MEUNIER, I. M. J. **Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por de técnicas multivariadas.** Revista Árvore, Viçosa: v.28, n. 3, p. 387-396. 2004.

SEARS, R. R.; CRONKETON, P.; VILLANUEVA, F. P.; RUIZ, M. M.; DELARCO, M. P. **Farm-forestry in the Peruvian Amazon and the feasibility of its regulation through forest policy reform.** Science Direct, 2017. Disponível em:



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934117302666>. Acesso em: 07 set. 2018.

SEPÚLVEDA, S.. **Desenvolvimento Sustentável Microrregional**. Métodos para planejamento local. Trad. Dalton Guimarães. Brasília: IICA, Junho, 2005.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. **Florestas do Brasil em resumo - 2013**: dados de 2007-2012. Brasília: SFB, 188 p. 2013.

SILVA, D. A. S.. **Regulação em florestas inequidêneas sob regime de manejo florestal comunitário**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES.

SILVA, É. de L.. **Impactos provocados no meio ambiente pelo uso da madeira na construção civil**. Multidisciplinary Scientific Journal. RC 8579, 21.06.2017. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/madeira-na-construcao-civil>. Acesso em: 16 nov. 2018.

SILVA, E. F. da; SILVA, G. F. da; FIGUEIREDO, E. O.; BINOTI, D. H. B.; MENDONÇA, A. R. de; TORRES, C. M. M. E.; PEZZOPANE, J. E. M.. **Allocation of storage yards in management plants in the Amazon by means of mathematical programming**. Forests, MDPI, 2018.

SMANIO, G. P.. **Tutela Penal dos Interesses Difusos**. São Paulo: Atlas, 2000.

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.

SOUZA, D. R. **Sustentabilidade ambiental e econômica do manejo em floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia Oriental**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 123 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

TASDTP – Tecnologia e Editoração Eletrônica. **FSC Conselho de Manejo Florestal**, 2009. Disponível em: <http://www.tasdtp.com/tas/2009/05/fsc-conselho-de-manejo-florestal/>. Acesso em: 27 jan. 2019.

TOREZZAN, D.. **Porque manejar as florestas naturais amazônicas significa conservá-las**. 13 de Março de 2018. Centro das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Madeira do Estado de Mato Grosso. Disponível em: <https://www.cipem.org.br /noticias>). Acesso em: 20 jul. 2018.

VANCLAY, J. K. **Modeling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests Wallingford**: CAB International, 1994.

VICFORESTS. **Ecologically Sustainable Forest Management Plan**. Working

Plan, december, 2015. Disponível em:  
<http://www.vicforests.com.au/static/uploads/files/ecologically-sustainable-forest-management-plan-v1-0-wfwaimfroygf.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2018.

VITÓRIA, L.. **Novo Código Florestal não garante a sustentabilidade da madeira amazônica**. USP/AUN – Agência Universitária de Notícias, 08.11.2018. Disponível em: <https://paineira.usp.br/aun/index.php/2018/11/08/novo-codigo-florestal-nao-garante-sustentabilidade-da-madeira-amazonica/>. Acesso em: 06 mar. 2019.

WWF. **Deforestation in Peru**. World Wildlife Magazine, 2015. Disponível em: <https://www.worldwildlife.org/magazine/issues/fall-2015/articles/deforestation-in-peru>. Acesso em: 07 set, 2018.

YALE UNIVERSITY. **Amazon Logging: Practice and Policy**. Global Forest Atlas, 2018. Disponível em: <https://globalforestatlas.yale.edu/amazon/forests-and-logging/amazon-logging-practice-and-policy>. Acesso em: 07 set. 2018.

## ANEXO 1 - RESENHA BIBLIOGRÁFICA DO AUTOR

Docente permanente da Universidade Brasil. Mestrando em Ciências Ambientais (UNIVERSIDADE BRASIL), MBA em Qualidade e Produtividade na área de Administração (Uninove), MBA em Logística (Anhanguera), MBA em Comércio Exterior (Uninove), graduado em Tecnologia e Logística, Logística extensão em Picking – UNICAMP. Vasta experiência como Gestor na área de Logística Globalizada, modais, intermodais, multimodais, índices de KPI'S, envolvendo Sistema Just In Time, Croos-Docking, Milk Run, In bound, Armazenagem, Picking, out bound, CRP, ECR, VMI, CPFR, Brainstorming, Benchmarking, Consignação, B2C (Business-to-Consumer), SGQ - ISO 9001. Atuou em empresas nacionais e multinacionais, como Cotia Penske Logistic's, operando nos seguintes clientes: Carrefour Comércio e Indústria Ltda., Ford Motor Company Brasil, HP - Hewlett Packard, Leroy Merlin - Companhia Brasileira de Bricolagem e Sete estradas Logística, desenvolvendo novos projetos com eficácia. Experiência como docente e palestrante nas áreas de Logística, Administração e Comércio Exterior, Economia Política e Economia Internacional.