



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

NÍVEA MARIA MAFRA RODRIGUES

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO MANEJO FLORESTAL
SUSTENTÁVEL EM UMA ÁREA SOB CONCESSÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA
ORIENTAL**

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2021

NÍVEA MARIA MAFRA RODRIGUES

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO MANEJO FLORESTAL
SUSTENTÁVEL EM UMA ÁREA SOB CONCESSÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA
ORIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Orientador: Dr. Gilson Fernandes da Silva

Coorientador: Dr. Evandro Ferreira da Silva

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

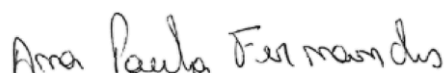
2021

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO MANEJO FLORESTAL
SUSTENTÁVEL EM UMA ÁREA SOB CONCESSÃO NA AMAZÔNIA
ORIENTAL**

Nivea Maria Mafra Rodrigues

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Aprovada em 23 de fevereiro de 2021.



Prof. Dra. Ana Paula Donicht Fernandes (Examinadora externa)
Universidade Federal Rural da Amazônia



Prof. Dr. Adriano Ribeiro de Mendonça (Examinador interno)
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Gilson Fernandes da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Espírito Santo

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema
Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e
elaborada pelo autor

R696v Rodrigues, Nivea Maria Mafra, 1995-
Viabilidade técnica e econômica do manejo florestal
sustentável em uma área sob concessão florestal na
Amazônia oriental / Nivea Maria Mafra Rodrigues. -
2021.
65 f. : il.

Orientador: Gilson Fernandes da Silva.
Coorientador: Evandro Ferreira da Silva.
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)

-
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de
Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Manejo florestal. 2. Exploração florestal. I. Silva,
Gilson Fernandes da. II. Silva, Evandro Ferreira da. III.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de
Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 630

Dedico

A Deus, por me conceder a capacidade e determinação para finalizar este trabalho.

A minha família, pelo apoio incondicional e o constante incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela dádiva da vida e por todas as oportunidades concedidas.

Aos meus familiares, em especial às minhas rainhas, Maria de Nazaré Mafra e Maria Edwiges Sousa Mafra, por serem meu alicerce, por todo o incentivo e apoio.

Ao meu orientador Gilson Fernandes, pela orientação, sugestões e ensinamentos.

Ao meu coorientador Evandro Ferreira, pela amizade, pelos valiosos ensinamentos profissionais e pessoais.

Aos componentes da banca Dra. Ana Paula Donicht Fernandes e Dr. Adriano Ribeiro de Mendonça pela prontidão em participar da banca e pelas sugestões.

Agradeço também ao Programa de pós-graduação em Ciências Florestais, pelo comprometimento e acolhimento.

Aos amigos de laboratório, Jeferson, Quétilla, Rachel e Quinny, pela companhia, apoio, divertimento e cafezinhos nas horas vagas.

A todos os meus amigos que mesmo longe se fizeram presente me motivando e torcendo por mim.

À CAPES pela disponibilidade da bolsa durante 2 anos de mestrado.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, participaram da minha caminhada e contribuíram para essa conquista.

Muito obrigada.

O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.

Isaac Newton

RESUMO GERAL

RODRIGUES, Nívea Maria Mafrá. **Viabilidade técnica e econômica do manejo florestal sustentável em uma área de manejo sob concessão florestal na Amazônia oriental**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador: Dr. Gilson Fernandes da Silva. Coorientador: Dr. Evandro Ferreira da Silva.

As Florestas Nacionais (Flonas) são unidades de conservação (UC) consideradas de uso sustentável, logo, é permitido o uso múltiplo dos recursos florestais por meio de concessões florestais. As técnicas do manejo florestal sustentável são empregadas nas concessões, sendo fundamental um bom planejamento da exploração. Para um bom planejamento das atividades, é necessário realizar estudos envolvendo a análise técnica e econômica da exploração florestal. O estudo foi dividido em dois capítulos, sendo o primeiro com o objetivo de avaliar as atividades de exploração florestal, por meio do estudo de tempos, em uma Unidade de Manejo Florestal (UMF). O segundo capítulo tem como objetivo avaliar a viabilidade econômica da concessão florestal em uma UMF. O estudo dos dois capítulos foi realizado na Flona de Saracá-Taquera, localizada nos municípios de Faro, Oriximiná e Terra Santa, UMF-II e UMF-1A, Unidade de Produção Anual 3 e 6 (UPA-3 e UPA-6). As informações de custos e receitas foram obtidas por meio de entrevistas realizadas com a equipe técnica responsável, arquivos de controle de compra e produção, e informações coletadas em campo. No capítulo um, os ciclos de corte e arraste de toras foram monitorados e cronometrados, e posteriormente, foi estimado o tempo padrão, tempo normal e pausas para cada etapa do ciclo e para o ciclo operacional. Além disso, foi estimada a eficiência e a produtividade operacional, bem como foi realizada uma análise de regressão da produtividade em função da distância do arraste. O ajuste do modelo foi avaliado com base no coeficiente de determinação (R^2) e o erro padrão relativo (Syx %). Com base nos resultados, foi observado que o erro amostral obtido para o ciclo de corte foi de 14,03% e 5,03% para o ciclo de arraste. Os coeficientes de variação foram altos para ambos os ciclos, indicando tempos irregulares. A eficiência operacional dos ciclos de corte e arraste foram de 96,87% e 96,55%, respectivamente. A distância de arraste teve influência significativa ($p < 0,05$) na produtividade média, explicando 70% da variação na produtividade. No capítulo dois, foi elaborado um fluxo de caixa incluindo todas as atividades de exploração florestal realizadas na UMF-II e as receitas da produção considerando um ciclo de corte de 30 anos. Os métodos utilizados como indicadores econômicos foram o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Razão Receita/Custo (R/C). Os custos mais representativos foram com transporte e arraste de toras, correspondendo a 39,81% do custo total. Foram obtidos VPL positivos para o cenário base e para o cenário de redução em 10% no preço da madeira paga ao Serviço Florestal Brasileiro. Considerando as mudanças no valor da madeira no mercado, o cenário base e com adicional de 10% foram viáveis economicamente, no entanto, o cenário de redução de 10% no valor apresentou VPLs negativos.

Palavras-chave: Estudo de tempos, Custo do manejo florestal, Exploração, Análise econômica

GENERAL ABSTRACT

RODRIGUES, Nívea Maria Mafra. **Technical and economic viability of sustainable forest management in a management area under forest concession in the eastern Amazon**. 2021. Dissertation (Master's degree in Forest Sciences) – Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Advisor:: Dr. Gilson Fernandes da Silva. Co-advisor: Dr. Evandro Ferreira da Silva.

National Forests (Flonas) are conservation units (UC) considered to be of sustainable use, therefore, multiple use of forest resources through forest concessions is allowed. Techniques for sustainable forest management are used in the concessions, and good exploration planning is essential. For a good planning of activities, it is necessary to carry out studies involving the technical and economic analysis of forest exploration. The study was divided into two chapters, the first with the objective of structuring and evaluating forest exploration activities, through the study of times, in a Forest Management Unit (UMF). The second chapter aims to assess the economic viability of the forest concession in an UMF. The study of the two chapters was carried out in Flona de Saracá-Taquera, located in the municipalities of Faro, Oriximiná and Terra Santa, UMF-II and UMF-1A, Annual Production Unit 3 and 6 (UPA-3 and UPA-6). The cost and revenue information was obtained through interviews with the responsible technical team, purchase and production control files, and information collected in the field. In chapter one, log cutting and skidding cycles were monitored and timed, and later, standard time, normal time and breaks were estimated for each stage of the cycle and for the operational cycle. In addition, efficiency and operational productivity were estimated, as well as a regression analysis of productivity as a function of skidding distance. The fit of the model was evaluated based on the coefficient of determination (R^2) and the relative standard error ($Syx\%$). Based on the results, it was observed that the sampling error obtained for the cutting cycle was 14.03% and 5.03% for the skidding cycle. The variation coefficients were high for both cycles, indicating irregular times. The operational efficiency of the cutting and skidding cycles were 96.87% and 96.55%, respectively. The skidding distance had a significant influence ($p < 0.05$) on the average productivity, explaining 70% of the variation in productivity. In chapter two, a cash flow was drawn up including all forestry activities carried out at UMF-II and production revenues considering a 30-year cut cycle. The methods used as economic indicators were the Net Present Value (NPV), the Internal Rate of Return (IRR) and the Revenue / Cost Ratio (R / C). The most representative costs were with transport and dragging of logs, corresponding to 39.81% of the total cost. Positive NPVs were obtained for the base scenario and for the 10% reduction in the price of wood paid to the Brazilian Forest Service. Considering the changes in the value of wood in the market, the base scenario and with an additional 10% were economically viable, however, the scenario of a 10% reduction in value presented negative NPVs.

Keywords: Study of times, Cost of forest management, Amazon, Economic analysis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 Setor madeireiro na Amazônia	13
3.2 Manejo Florestal Sustentável	14
3.3 Concessão florestal na Amazônia	16
3.4 Estudo de tempos e movimentos	17
3.5 Análise econômica no setor florestal	18
4 REFERÊNCIAS	20
CAPÍTULO 1 – ESTUDO DE TEMPOS DA EXPLORAÇÃO EM UMA ÁREA DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA ORIENTAL.....	24
5.1 INTRODUÇÃO.....	26
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	28
5.2.1 Área de estudo.....	28
5.2.2 Obtenção da base de dados	29
5.2.3 Descrição das operações de exploração florestal	29
5.2.4 Análise das operações de exploração florestal.....	30
5.2.4.1 Análise descritiva dos ciclos operacionais.....	30
5.2.4.2 Estudo de tempos	31
5.2.4.3 Desempenho operacional	32
5.2.4.4 Análise da produtividade	32
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.3.1 Análise descritiva	33
5.3.2 Estudo de tempos	35
5.3.3 Desempenho operacional	38
5.3.4 Análise estatística da produtividade	39
5.4 CONCLUSÃO	42
5.5 REFERÊNCIAS	43
6 CAPÍTULO 2 – ANÁLISE ECONÔMICA DAS ATIVIDADES FLORESTAIS EM UMA ÁREA DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA ORIENTAL... 	46

6.1 INTRODUÇÃO.....	48
6.2 MATERIAL E MÉTODOS	49
6.2.1 Área de estudo.....	49
6.2.2 Obtenção da base de dados	49
6.2.3 Composição dos custos	49
6.2.4 Custos da exploração florestal	51
6.2.5 Indicadores econômicos e simulação de cenários.....	52
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
6.3.1 Custos	54
6.3.2 Indicadores econômicos e simulação de cenários.....	55
6.4 CONCLUSÃO	58
6.5 REFERÊNCIAS	59
APÊNDICE 1 – Custos da Concessão florestal na UMF-II localizada na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará	62
APÊNDICE 2 - Fluxo de caixa da concessão florestal na UMF-II, localizada na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, considerando o cenário base*	63

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos cinco países com a maior cobertura florestal, abrigando a maior extensão de floresta tropical (FAO, 2020). Dentre esta extensão, as florestas públicas representam 36,6% do território brasileiro e somente na Amazônia existem 286,18 milhões de hectares de florestas públicas (SFB, 2019).

A Amazônia brasileira é uma das principais regiões produtoras de madeira tropical no mundo (VERÍSSIMO; PEREIRA, 2014), e uma parte dessa produção advém de unidades de conservação de uso sustentável (SFB; MAPA, 2020), como as Florestas Nacionais (Flonas). Estas são unidades de conservação onde é permitido o uso múltiplo dos recursos florestais (BRASIL, 2000) e o potencial produtivo madeireiro das Flonas presentes na Amazônia é de 3.645.580 m³ (SFB; IPAM, 2011).

As concessões florestais permitem a exploração de múltiplos produtos nas Flonas. Além disso, criam uma proteção às Flonas, minimizando invasões e corte indiscriminado (NEPSTAD et al., 2006). O manejo florestal sustentável é empregado nas concessões e os procedimentos adotados garantem a conservação da floresta. As áreas são manejadas em um sistema de rodízio, permitindo uma produção contínua e sustentável de madeira (SFB, 2020).

Uma peça fundamental no manejo florestal sustentável de florestas tropicais é o planejamento da exploração, pois um bom planejamento reduz os custos e pode reduzir os danos à floresta, garantindo explorações futuras (DYKSTRA; HEINRICH, 1995). Para ocorrer um bom planejamento das atividades é necessário realizar estudos envolvendo a análise técnica e econômica da exploração florestal.

Algumas atividades de exploração são complexas e podem ser influenciadas por vários fatores ergonômicos, econômicos, ambientais e técnicos. Deste modo, é necessário ter conhecimento sobre esses fatores para otimizar as operações e as estratégias (MACHADO; LOPES, 2008).

A análise dos aspectos técnicos pode ser realizada por meio do estudo de tempos e movimentos. Este estudo visa a melhoria dos métodos operacionais e condições de trabalho, pois permite a análise do processo produtivo, de atividades e operações em geral (MACHADO, 1984).

A análise econômica de um projeto envolve técnicas de comparação entre custos e receitas, objetivando verificar a viabilidade da implementação do projeto

(REZENDE; OLIVEIRA, 2013). A partir desta análise é possível permitir ao gerente florestal tomadas de decisões mais seguras e lucrativas (SILVA et al., 2005).

Deste modo, as análises econômicas de projetos são importantes para avaliar a rentabilidade do manejo florestal sustentável na Amazônia, visando contemplar os aspectos técnico, econômico, ambiental e social (REZENDE; OLIVEIRA, 2013; CHICHORRO et al., 2010). Porém, análises técnicas e econômicas ainda estão limitadas em projetos demonstrativos na Amazônia, logo, há carência de informações econômicas em escala empresarial (SOUZA, 2002; RODRIGUES et al., 2020), bem como carência de informações técnicas referentes ao estudo de tempos na exploração florestal.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar, economicamente e tecnicamente, as operações de exploração florestal em uma área de manejo florestal sustentável, sob concessão florestal, na Amazônia Oriental.

2.2 Objetivos Específicos

- ☐ Quantificar o tempo de execução das atividades de exploração florestal;
- ☐ Calcular a eficiência operacional das atividades de exploração florestal;
- ☐ Detalhar a produtividade operacional das atividades de exploração florestal;
- ☐ Analisar a viabilidade econômica do manejo florestal em uma Unidade de Manejo Florestal (UMF);
- ☐ Determinar os custos e receitas do manejo florestal;
- ☐ Avaliar o fluxo de caixa do projeto.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Setor madeireiro na Amazônia

Durante muito tempo, a atividade madeireira era restrita às florestas de várzeas, devido a limitação e falta de infraestruturas terrestres. Com as construções de estradas estratégicas na década de 70, a atividade madeireira tornou-se extremamente importante na economia regional. A abertura das estradas permitiu facilidade no acesso à floresta, com isso o custo de obtenção da madeira era baixo, sem restrição e fiscalização ambiental (VERÍSSIMO et al., 1998). Dessa forma, o setor madeireiro expandiu.

Os pólos madeireiros expandiram geograficamente e migraram para novas fronteiras ampliando o número de empregos, com destaque para o arco formado pela BR 163 (LENTINI et al., 2005), atualmente conhecido como o arco do desmatamento (PEREIRA et al., 2010).

O setor madeireiro movimenta de forma direta e indireta a economia de vários municípios da Amazônia (SFB; IMAZON, 2010). Os estados do Pará, Rondônia e Mato Grosso são considerados uns dos maiores produtores de madeira, responsáveis por aproximadamente 182 mil empregos (PEREIRA et al., 2010). Porém, a cadeia de produção de produtos madeireiros de floresta nativa apresentou queda em 2018 e não consta mais entre os 10 principais setores da indústria de transformação (CNI, 2020).

No entanto, o Brasil ainda é um dos principais países produtores de madeira tropical nativa do mundo (ITTO, 2020), com grande participação da região amazônica (ITTO, 2018). Em 2018, cerca de 6,2 milhões de metros cúbicos de produtos madeireiros foram extraídos da Amazônia. Todavia, o mercado de madeira tropical sofreu uma retração nas últimas décadas estimulado por dois motivos principais, sendo estes: produtos alternativos e questões relacionadas à legalidade da madeira (LENTINI; SOBRAL; VIEIRA, 2020).

O setor produtivo de madeira ainda enfrenta dificuldades para tornar os produtos competitivos no mercado global, por exemplo, maquinário defasado, seletividade de espécies e mão-de-obra pouco qualificada (BARBOSA et al., 2001). Desta forma, é necessário inovar em produção, melhorando os processos produtivos de exploração florestal, investindo em equipamentos de qualidade e capacitação dos

funcionários, para, assim, minimizar os impactos na floresta (RAMOS et al., 2017). Nesse sentido, uma prática que tem sido utilizada na Amazônia é o manejo florestal sustentável.

3.2 Manejo Florestal Sustentável

As florestas tropicais estão no foco das discussões e estudos sobre conservação (SLIK et al., 2015), pois as alterações antrópicas nesses ecossistemas têm acarretado a redução da biodiversidade a nível global (GIBSON et al., 2014). Na Amazônia, um dos principais desafios é a exploração sustentável (RIBEIRO; FONSECA; PEREIRA, 2020). Considerando o alto potencial desta região na economia florestal, é possível obter benefícios econômicos, sociais e ambientais com o manejo florestal (CARVALHO et al., 2017).

O manejo florestal trata da utilização de modo racional dos recursos florestais, de modo a manter sua continuidade às gerações futuras. É caracterizado como a atividade cujo principal objetivo é potencializar a qualidade do produto final, atentando-se a sua viabilidade do ponto de vista econômico e ambiental (SCOLFORO, 1998). O Manejo Florestal Sustentável (MFS) pode ser conceituado como a administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando a utilização de múltiplas espécies madeireiras e de produtos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal (BRASIL, 2006).

O MFS é praticado em uma Unidade de Manejo Florestal (UMF), que é uma área que pode ser explorada para a obtenção de produtos e serviços florestais. A UMF é dividida em Unidades de Produção Anual (UPAs), sendo explorada anualmente, e cada UPA é subdividida em Unidades de Trabalho (UTs) (ESPADA et al., 2014).

Para ocorrer a exploração da UMF é necessário elaborar um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS). Nesse PMFS são apresentadas as técnicas utilizadas para extração dos produtos florestais. As técnicas escolhidas visam minimizar os danos ambientais e aumentar os benefícios para a floresta e para a sociedade (ESPADA et al., 2014).

O PMFS baseia-se nas etapas do manejo florestal, sendo estas: i) macroplanejamento da exploração florestal; ii) microplanejamento; iii) exploração de impacto reduzido (EIR), e; iv) atividades pós-exploratórias. A etapa de

macroplanejamento gera informações de viabilidade econômica do MFS para tomada de decisão do gestor florestal, além de auxiliar as demais atividades. De modo geral, esta etapa compreende a seleção das áreas aptas para o manejo, inventários amostrais para quantificar o potencial produtivo da floresta, avaliação da viabilidade econômica do empreendimento, definição das estratégias de gerenciamento da floresta, dimensionamento e definição das UPAs, definição e dimensionamento das infraestruturas gerais, e quantificação e definição de recursos humanos (ESPADA et al., 2014).

Na etapa de microplanejamento, também conhecida como de atividades pré-exploratórias, são realizadas operações anuais. O planejamento ocorre ao nível de UPA, em que são estimados a produção, maquinários, investimentos em períodos anuais e recursos humanos. Esta etapa inclui a delimitação de UTs visando facilitar a execução do manejo, inventário florestal 100% para identificar todas as espécies comerciais e potencialmente comerciais, corte de cipós e planejamento das atividades de exploração. Vale ressaltar que o inventário florestal 100% é de suma importância, pois fornece informações para embasar as decisões do gestor florestal, para o planejamento da exploração e pós-exploração, e para as negociações de comercialização dos produtos (ESPADA et al., 2014; SABOGAL et al., 2009).

A EIR abrange o planejamento prévio para redução de danos ambientais, dos custos e dos acidentes de trabalho. Nesta etapa ocorre o teste do oco para avaliar a existência de oco nas árvores, abertura de caminhos de fugas, o corte direcional das árvores, destopo das árvores cortadas, arraste de toras até o pátio de estocagem e transporte de toras (ESPADA et al., 2014; SABOGAL et al., 2009).

Depois da exploração são realizadas as atividades pós-exploratórias que compreendem a manutenção de estradas, pontes e pátios de estocagem, a avaliação de danos e desperdícios provenientes da extração, o inventário contínuo para acompanhar o crescimento da floresta, os tratamentos silviculturais pós-exploração utilizados para aumentar o crescimento da floresta e medidas de proteção florestal (ESPADA et al., 2014; SABOGAL et al., 2009).

3.3 Concessão florestal na Amazônia

Em 1965 foi estabelecido no Código Florestal a criação de florestas públicas, localizadas nos diversos biomas brasileiros, sob o domínio da União, estados, municípios e Distrito Federal (GODOY, 2006). Até 2019, o Brasil possuía 310.496.737 hectares de florestas públicas, sendo 275.708.033 hectares somente na região norte (SFB; MAPA, 2020).

A Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei 11.284/2006) permite ao poder público conceder à pessoas jurídicas permissão para realizar o manejo florestal sustentável para extrair produtos madeireiros e não madeireiros, além de serviços de ecoturismo, por meio da concessão florestal (SFB, 2020). As florestas públicas podem passar por uma etapa de habilitação para preparação das concessões florestais, visando torná-las aptas para atividades de manejo florestal sustentável (SFB; MAPA, 2020).

De acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (2020), foram identificados 310.496.737 hectares de florestas públicas no País até o final de 2019, sendo 229.747.401 hectares de Florestas Públicas Federais. Dentre as Florestas Públicas Federais, 199.569.654 hectares são de florestas destinadas e 30.177.747 hectares de florestas não destinadas. Apesar da grande quantidade de áreas destinadas, somente 1.050 milhão de hectares de florestas públicas está sob concessão florestal federal, totalizando 18 unidades de manejo florestal localizadas em seis florestas nacionais (Flonas), conforme Tabela 1 (SFB, 2020).

Tabela 1. Contratos de concessão florestal em 2020.

Flona	UMF	Concessionário	Área concedida (ha)
Jamari (RO)	I	Madeflona	17.176,37
	II	Amata S/A	46.184,17
	III	Madeflona	32.294,99
Saracá-Taquera (PA)	II	Ebata	29.769,82
	III	Golf	18.933,62
	IA	Ebata	26.898,00
	IB	Samise	59.408,00
Jacundá (RO)	I	Madeflona	55.014,27
	II	Madeflona	32.757,96
Crepore (PA)	II	Brasá'OC Timber	134.148,31
	III	Brasá'OC Timber	59.863,91
Altamira (PA)	I	RRX	39.072,60
	II	RRX	112.994,27
	III	Patauá Florestal	98.413,59

	IV	Patauá Florestal	111.435,98
Caxiuanã (PA)	I	Benevides Madeiras	37.365,15
	II	Benevides Madeiras	87.067,18
	III	Cemal	52.168,08
	Total		1.050.966,27

Fonte: SFB (2019)

O Serviço Florestal Brasileiro (SFB) é o órgão responsável pelo monitoramento dos contratos de concessão florestal. Os aspectos mais importantes na gestão desses contratos é o cumprimento das obrigações normativas e contratuais de diversas ordens pelos concessionários. Os concessionários possuem obrigações econômicas como o pagamento pelos produtos e serviços objeto da concessão, o cumprimento do Valor Mínimo Anual (VMA) e a manutenção da garantia contratual (SFB; MAPA, 2020).

Para o concessionário, a concessão florestal é uma oportunidade de investimento a longo prazo, porém, com altas incertezas em relação ao preço e volume comercializável (MOREIRA et al., 2000). No entanto, o custo da terra e o risco fundiário é inexistente (AZEVEDO et al., 2006). Logo, o panorama das concessões florestais é desestimulante, pois menos de 2% das áreas passíveis de concessão foram leiloadas (BATISTA, 2016).

3.4 Estudo de tempos e movimentos

Os estudos de tempos e movimentos foram iniciados por Taylor e Gilbreth. O estudo de tempos foi introduzido por Taylor e foi utilizado na determinação de tempo padrão. Já Gilbreth desenvolveu o estudo de movimentos e foi amplamente empregado para melhorar métodos de trabalho. A partir de 1930, estes estudos começaram a ser utilizados de forma conjunta (BARNES, 1977).

Esta metodologia ainda é bastante utilizada, pois é possível identificar os gargalos dos processos produtivos, identificar padrões do sistema de produção e facilitar o planejamento do processo, além de estabelecer padrões para os custos operacionais (MARTINS; LAUGENI, 2005). Para analisar o processo produtivo, é necessário registrar o tempo de cada etapa do processo separadamente, visto que é mais fácil identificar problemas e também proporciona visão detalhada das etapas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Em específico, o estudo de tempos estima o tempo padrão necessário para executar uma tarefa e o método mais comum de medir o trabalho é a cronometragem.

O processo produtivo a ser estudado é dividido em elementos e cada um desses é cronometrado (BARNES, 1977). Geralmente, para estimar o tempo padrão, devem ser realizadas entre 10 a 20 cronometragens, no entanto, isto dependerá do tipo de operação (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Existem três tipos de leituras do cronômetro que podem ser realizadas neste estudo, sendo estas leituras contínuas, repetitivas e acumuladas. Na leitura contínua, o observador começa a cronometragem no início do primeiro elemento e mantém, sem pausas, até o fim da operação. Já na leitura repetitiva, o cronômetro é zerado ao fim de cada elemento. Por fim, na leitura acumulada, são utilizados dois cronômetros, o que permite a leitura direta do tempo de cada elemento (BARNES, 1977).

O estudo de tempos é uma técnica utilizada nas operações florestais (BATISTA, 2008; ANDRADE, 2014; BARBOSA, 2018), porém, as pesquisas nessas áreas ainda são incipientes em florestas amazônicas. A exploração florestal sofre influência de fatores técnicos, ergonômicos, ambientais e econômicos e, por isso, é importante ter conhecimento dessas atividades para realizar um bom planejamento das operações (MACHADO; LOPES, 2008).

3.5 Análise econômica no setor florestal

A análise de viabilidade econômica de investimentos fundamenta-se em verificar se os recursos disponíveis são suficientes para implementação do projeto (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). O objetivo principal é avaliar uma alternativa ou escolher a alternativa mais atrativa entre várias (SANTOS, 2001).

Os métodos de fluxo de caixa descontado são adotados para a análise econômica de investimentos, dentre estes estão o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), o Benefício Periódico Equivalente (BPE) e a Razão Receita/Custo (R/C). Estes métodos não consideram os riscos contidos nos investimentos e consideram o fluxo de caixa estático (BRANDÃO; DYER, 2009, FERNANDES et al., 2011; REZENDE E OLIVEIRA, 2013).

O VPL é estimado a partir dos custos e receitas futuras, descontados à uma taxa mínima de atratividade (GITMAN, 2004; SANT'ANNA; NOGUEIRA, 2010), representando a diferença entre as entradas e saídas de caixa (SANTOS, 2001). Para um projeto ser considerado viável, o VPL deve ser maior que zero (SOUZA NETO et al., 2008) e quanto maior o VPL, mais atrativo será o projeto (REZENDE; OLIVEIRA,

2013). A maioria dos estudos envolvendo concessões utilizam a metodologia do VPL (MOREIRA et al., 2000).

A TIR é a taxa anual de retorno do capital investido, igualando o valor atual das receitas e o valor atual dos custos. Na área florestal, este método também é utilizado na escolha entre projetos de durações diferentes (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). Depois do cálculo da TIR, é necessário verificar se o resultado é maior que a taxa mínima de atratividade (TMA) de outra opção de investimento e caso a TIR seja maior que a TMA, o projeto é lucrativo (SILVA et al., 2005).

A R/C consiste na razão entre o valor atual das receitas e o valor atual dos custos. Se esta razão for maior que 1, o projeto é considerado economicamente viável. Quanto maior for essa relação, maior será a viabilidade econômica do projeto (SCHNEIDER, 2006).

4 REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. S. **Avaliação de operações de supressão em florestas nativas licenciadas**. 2014. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. 2014.

AZEVEDO, T. R.; TOCANTINS, M. A. C. Instrumentos econômicos da nova proposta para a gestão de florestas públicas no Brasil. **Megadiversidade**, v. 2, n. 1-2, p.13-17, 2006.

BARBOSA, A. P.; VIANEZ, B. F.; VAREJÃO, M. de J.; ABREU, R. L. S. de. Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central. **Parcerias estratégicas**, v. 12, p. 42–61, 2001.

BARBOSA, W. M. **Modelagem das operações de extração madeireira em regime de manejo sustentável na Amazônia: estudo de caso de um sistema de exploração**. 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília. 2018.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. Editora Blucher, 1977.

BATISTA, A. F. **O uso de ferramentas de otimização para concessões florestais na Amazônia: uma abordagem econômica**. III Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e Mercado Florestal: concurso de monografias sobre o tema: estudos de economia e mercado florestal: coletânea de monografias premiadas. Brasília: ESAF, 2016.

BATISTA, H. L. dos P. **Estudo de tempo e rendimento da motosserra considerando fatores ergonômicos numa exploração Florestal na Amazônia central**. 2008. 105 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) - INPA/UFAM. 2008.

BRANDÃO, L. E. T.; DYER, J. S. **Projetos de opções reais com incertezas correlacionadas**. Revista de administração e contabilidade da Unisinos, v.6, p. 19-26, 2009.

BRASIL. **Lei Federal Nº 11.284/2006**. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11284.htm>. Acesso em: 16 set. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 21 jul. 2020.

CARVALHO, A. L.; D'OLIVEIRA, M. V. N.; PUTZ, F. E.; OLIVEIRA, L. C. Natural

regeneration of trees in selectively logged forest in western Amazonia. **Forest Ecology and Management**, 2017. v. 392, p. 36–44.

CHICHORRO, J. F.; BAUER, M. O.; ANDRANDE, W. S. P.; SILVA, G. F.; SANTOS, F. R.; SILVA, J. L.; NOGUEIRA, M. A. **Avaliação econômica de projetos florestais**. In: CHICHORRO, J. F.; BAUER, M. O.; GARCIA, G. O.; CALDEIRA, M. V. W. Tópicos especiais em ciências florestais. 1 ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, v. 1, 2010, 231-260p.

CNI. **Produção: indústria de transformação**. 2020. Disponível em: <<https://industriabrasileira.portaldaindustria.com.br/grafico/total/producao/##industria-transformacao>>. Acesso em: 18 set. 2020.

DYKSTRA, D. P.; HEINRICH, R. **FAO Model code of forest harvesting practice**. Rome: FAO, 1995. 85 p.

ESPADA, A. L. V.; PIRES, I. P.; LENTINI, M. A. W.; BITTENCOURT, P. R. G. **As concessões de florestas públicas na Amazônia brasileira: a lei de gestão de florestas públicas e o panorama das concessões florestais na amazônia brasileira**. Instituto Floresta Tropical, v. 2, p. 28, 2014.

FAO. **Global Forest Resources Assessment 2020: Main report**. Rome: Italy. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/en/>. Acesso em: 20 fev. 2021.

FERNANDES, L. H. S.; SILVA, A. S. da; BARROS JÚNIOR, J. P. de. Aplicação de opções reais na valoração de uma patente para diagnosticar a dengue. **Revista Gestão Industrial**, v.7, n.2, p.112-134, 2011.

GIBSON, L.; LEE, T. M.; KOH, L. P.; BROOK, B. W. et al. Corrigendum: Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. **Nature**, v. 505, n. 7485, p. 710, 2014.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 2 ed. Bookman, 610p., 2004.

GODOY, A. M. G. A sugestão sustentável e a concessão das florestas públicas. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 10, n. 3, p. 631-654, 2006.

ITTO. **Biennial review statistics**. 2020. Disponível em: <https://www.itto.int/biennial_review/>. Acesso em: 17 set. 2020.

ITTO. **Reseña bienal y evaluación de la situación mundial de las maderas 2017-2018**. 2018. Disponível em: <https://www.itto.int/es/annual_review/>. Acesso em: 5 set. 2020.

LENTINI, M.; SOBRAL, L.; VIEIRA, R. **Produto gerado no âmbito do projeto Forest legality and transparency in the Brazilian Amazon**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2020.

LENTINI, M.; PEREIRA, D.; CELENTANO, D.; PEREIRA, R. **Fatos florestais da**

Amazônia 2005. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2005.

MACHADO, C. C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal.** Imprensa Universitária. Viçosa, MG: UFV. 1984. 138 p.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S. **Planejamento.** 2008. In: MACHADO, C. C. (Ed.) Colheita florestal. 2ª edição. Viçosa, MG: UFV. 501 p.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção.** 2 ed ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, A. R., REIS, E. J., ROCHA, K., CARVALHO, L. A valoração das concessões nas florestas nacionais da Amazônia: uma abordagem com opções reais. **Pesquisa e planejamento econômico**, v. 30, n. 3, p. 327-354, 2000.

NEPSTAD, D.; SCHWARTZMAN, S.; BAMBERGER, B.; SANTILLI, M.; RAY, D.; SCHLESINGER, P.; LEFEBVRE, P.; ALENCAR, A.; PRINZ, E.; FISKE, G.; ROLLA, A. Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. **Conservation Biology**, v. 20, n. 1, p. 65–73, 2006.

PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Fatos florestais da Amazônia 2010.** Belém, PA: Imazon, 2010.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais.** 2ed. Viçosa: Universidade Federal Viçosa, 2013. 386 p.

RIBEIRO, A. C. F.; FONSECA, L. C. da; PEREIRA, C. M. P. P. O plano de manejo florestal como instrumento de desenvolvimento sustentável na Amazônia. **Direito e desenvolvimento**, v. 11, n. 1, p. 264–276, 2020.

RODRIGUES, M. I.; SOUZA, A. N. de; JOAQUIM, M. S.; LUSTOSA JÚNIOR, I. M.; PEREIRA, R. S. Concessão florestal na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 1299-1308, 2020.

SABOGAL, C.; POKORNY, B.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; ZWEEDE, J.; PUERTA, R. **Diretrizes técnicas de manejo para produção madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazônia brasileira.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental-Documents (INFOTECA-E), 2009.

SANT'ANNA, A. C.; NOGUEIRA, J. M. Valoração econômica dos serviços ambientais de florestas nacionais. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.2, n.1, 2010.

SANTOS, E. O. de. **Administração financeira da pequena e média empresa.** São Paulo: Atlas, 2001.

SCHNEIDER, P. R. **Rentabilidade em investimento florestal.** Santa Maria: FACOS; UFSM, 2006. 153 p.

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, p. 225-229, 1998.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Cadastro nacional de florestas públicas**. 2019. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/cadastro-nacional-de-florestas-publicas/127-informacoes-florestais/cadastro-nacional-de-florestaspublicas-cnfp/1413-cadastro-nacional-de-florestas-publicas-atualizacao-2017>. Acesso em: 20 jul. 2020.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **O que é concessão florestal?**. 2020. Disponível: <https://www.florestal.gov.br/o-que-e-concessao-florestal>. Acesso em: 5 set. 2020.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB); INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **Florestas nativas de produção brasileiras**. Brasília: DF, 2011. 28 p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB); MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Gestão de florestas públicas**: relatório 2019. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/4434-relatorio-de-gestao-de-florestas-publicas-2019/file>. Acesso em: 21 jul. 2020.

SFB; IMAZON. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados**. Belém, PA: Serviço Florestal Brasileiro (SFB); Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), 2010.

SILVA, M. L. da.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 178p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLIK, J. W. F.; ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; AIBA, S-I.; ALVAREZ-LOAYZA, P. et al. An estimate of the number of tropical tree species. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 112, n. 24, p. 7472-7477, 2015.

SOUZA, A. L. P. **Desenvolvimento sustentável, manejo florestal e o uso dos recursos madeireiros na Amazônia: desafios, possibilidades e limites**. Belém: UFPA/NAEA, 2002. 255 p.

SOUZA NETO, J. A. de; BERGAMINI JUNIOR, C.; OLIVEIRA, V. O. de. **Opções Reais**: introdução à teoria e à prática. Qualitymark, Rio de Janeiro, RJ, 2008.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. Produção na Amazônia florestal: características, desafios e oportunidades. **Parc. Estrat.**, v. 19, n. 38, p. 13-44, 2014.

VERÍSSIMO, A.; SOUZA JR, C.; STONE, S.; UHL, C. Zoning of Timber Extraction in the Brazilian Amazon. **Conservation Biology**, v. 12, n. 1, p. 128–136, 1998.

CAPÍTULO 1 – ESTUDO DE TEMPOS DA EXPLORAÇÃO EM UMA ÁREA DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA ORIENTAL

RESUMO

As Florestas Nacionais (Flonas) pertencem à categoria de uso sustentável e nestas áreas é possível implementar as concessões florestais. O manejo florestal sustentável (MFS) é uma das principais práticas adotadas nas concessões florestais, porém, em alguns casos, o processo de exploração florestal por meio do MFS ainda enfrenta dificuldades, por carência de treinamentos, planejamento e equipamentos adequados. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar tecnicamente, a partir do estudo de tempos, as operações de exploração florestal em uma área de MFS, sob concessão florestal, na Amazônia Oriental. A área de estudo está localizada na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, situada no noroeste do estado do Pará. Foram coletados dados das Unidades de Produção Anual 6 e 3 (UPA-6 e UPA-3) das Unidades de Manejo Florestal II e 1A, respectivamente. Os ciclos de corte e arraste de toras foram monitorados e cronometrados, e posteriormente, foi estimado o tempo padrão, tempo normal e pausas para cada etapa do ciclo e para o ciclo operacional. Além disso, foi estimada a eficiência e a produtividade operacional, bem como foi realizada uma análise de regressão da produtividade em função da distância do arraste. O ajuste do modelo foi avaliado com base no coeficiente de determinação (R^2) e o erro padrão relativo (Syx %). O erro amostral obtido para o ciclo de corte foi de 14,03% e 5,03% para o ciclo de arraste. Os coeficientes de variação foram altos para ambos os ciclos, indicando tempos irregulares. O tempo normal total do ciclo de corte e arraste foram 17,33 e 5,92 minutos, respectivamente. Enquanto o tempo padrão total foi de 18,02 para o ciclo de corte e 6,15 minutos para o ciclo de arraste. A eficiência operacional dos ciclos de corte e arraste foram de 96,87% e 96,55%, respectivamente. A produtividade operacional dos ciclos de corte e arraste, considerando o tempo de trabalho efetivo, foi de 20,68 m³ h⁻¹ e 45,62 m³ h⁻¹, respectivamente. De acordo com a análise de regressão, a distância de arraste teve influência significativa ($p < 0,05$) na produtividade média, explicando 70% da variação na produtividade. A produtividade do arraste e os custos de extração foram diretamente afetados pela distância de arraste.

Palavras-chave: Tempo normal, Tempo Padrão, Eficiência operacional, Desempenho operacional, Análise de regressão, Concessão florestal.

CHAPTER 1 – STUDY OF THE TIMES AND MOVEMENTS OF FORESTRY ACTIVITIES IN A SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT AREA IN THE EASTERN AMAZON

RESUMO

National Forests (Flonas) belong to the category of sustainable use and in these areas it is possible to implement forestry concessions. Sustainable forest management (MFS) is one of the main practices adopted in forestry concessions, however, in some cases, the process of forest exploitation through the MFS still faces difficulties, due to a lack of adequate training, planning and equipment. In this context, the objective of this work was to technically evaluate, based on the study of times, the operations of forest exploitation in an area of MFS, under forest concession, in the Eastern Amazon. The study area is located in the Saracá-Taquera National Forest, located in the northwest of the state of Pará. Data were collected from Annual Production Units 6 and 3 (UPA-6 and UPA-3) of Forest Management Units II and 1A, respectively. The log cutting and skidding cycles were monitored and timed, and later, the standard time, normal time and breaks were estimated for each stage of the cycle and for the operational cycle. In addition, efficiency and operational productivity were estimated, as well as a regression analysis of productivity as a function of skidding distance. The fit of the model was evaluated based on the coefficient of determination (R^2) and the relative standard error ($Syx\%$). The sampling error obtained for the cutting cycle was 14.03% and 5.03% for the skidding cycle. The variation coefficients were high for both cycles, indicating irregular times. The total normal cut and skidding cycle time was 17.33 and 5.92 minutes, respectively. While the total standard time was 18.02 for the cutting cycle and 6.15 minutes for the skidding cycle. The operational efficiency of the cutting and skidding cycles were 96.87% and 96.55%, respectively. The operational productivity of the cutting and skidding cycles, considering the effective working time, was 20.68 m³ h⁻¹ and 45.62 m³ h⁻¹, respectively. According to the regression analysis, the skidding distance had a significant influence ($p < 0.05$) on average productivity, explaining 70% of the variation in productivity. Skidding productivity and extraction costs were directly affected by the skidding distance.

Keywords: Normal time, Standard Time, Operational efficiency, Operational performance, Regression analysis, Forest concession.

5.1 INTRODUÇÃO

A Amazônia é um dos maiores biomas do mundo, estando presente em nove países da América do Sul (ICMBio, 2020). O Brasil possui cerca de 60% da Bacia Amazônica e o bioma Amazônia compreende 49% do território nacional (COSTA; ALVES, 2018).

Uma das estratégias do governo para promover a preservação e conservação deste recurso natural foi a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) visando potencializar o papel das Unidades de Conservação (UCs) ao que tange suas funções ecológicas, econômicas e sociais (BRASIL, 2000).

As UCs dividem-se em dois grupos: Unidades de proteção integral e unidades de uso sustentável. O objetivo das unidades de uso sustentável é conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais (BRASIL, 2000). Com a finalidade de viabilizar a melhor gestão das florestas, surgiu a política pública de implementar concessões florestais (MUNIZ; PINHEIRO, 2019).

Dentro do grupo de unidades de uso sustentável, o governo permitiu concessões de florestas públicas para o manejo florestal sustentável (MFS) que começaram a partir da Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006). Esta Lei autoriza os órgãos gestores dessas UC's a promoverem o uso sustentável e econômico por meio de concessões das florestas para as empresas de manejo florestal.

O MFS é uma das ferramentas principais para o uso sustentável das florestas, pois viabiliza a adoção de métodos e práticas que reduzem os impactos da exploração florestal, além de proporcionar benefícios econômicos e sociais (BRASIL, 2006). A exploração de impacto reduzido (EIR) é uma alternativa à exploração convencional e atua como parte fundamental na estrutura de planejamento do MFS. Na EIR é realizado o planejamento detalhado para reduzir os danos à floresta e incrementar rendimentos na exploração, além de prever tratamentos silviculturais (BOLTZ; HOLMES; CARTER, 2003; SABOGAL et al., 2000).

Em alguns casos, o processo de exploração florestal por meio do MFS ainda enfrenta dificuldades devido a carência de treinamentos e equipamentos adequados (MACPHERSON et al., 2010; POKORNY et al., 2005). As atividades da exploração florestal são onerosas, e para que a produção sustentável seja viável tecnicamente e economicamente, é necessário analisar todas as operações que o compoem,

particularmente as atividades de exploração florestal, com o objetivo de melhorar a qualidade das operações, diminuir os custos e impactos ambientais. Assim, as práticas devem ser aperfeiçoadas tecnicamente para reduzir os custos de extração e aumentar a produtividade das operações (BOLTZ; HOLMES; CARTER, 2003).

O planejamento e a exploração florestal em florestas nativas da Amazônia sofre influência de fatores como a tipologia florestal, o pacote tecnológico de exploração, qualificação da mão-de-obra, o tipo de solo, gestão da empresa e custos envolvidos (ESPADA et al., 2014). Diante disso, a adoção de estudos de tempos e movimentos pode auxiliar na melhoria do processo produtivo do empreendimento (NASCIMENTO et al., 2014), bem como realizar uma comparação padronizada desses processos (BARNES, 1977).

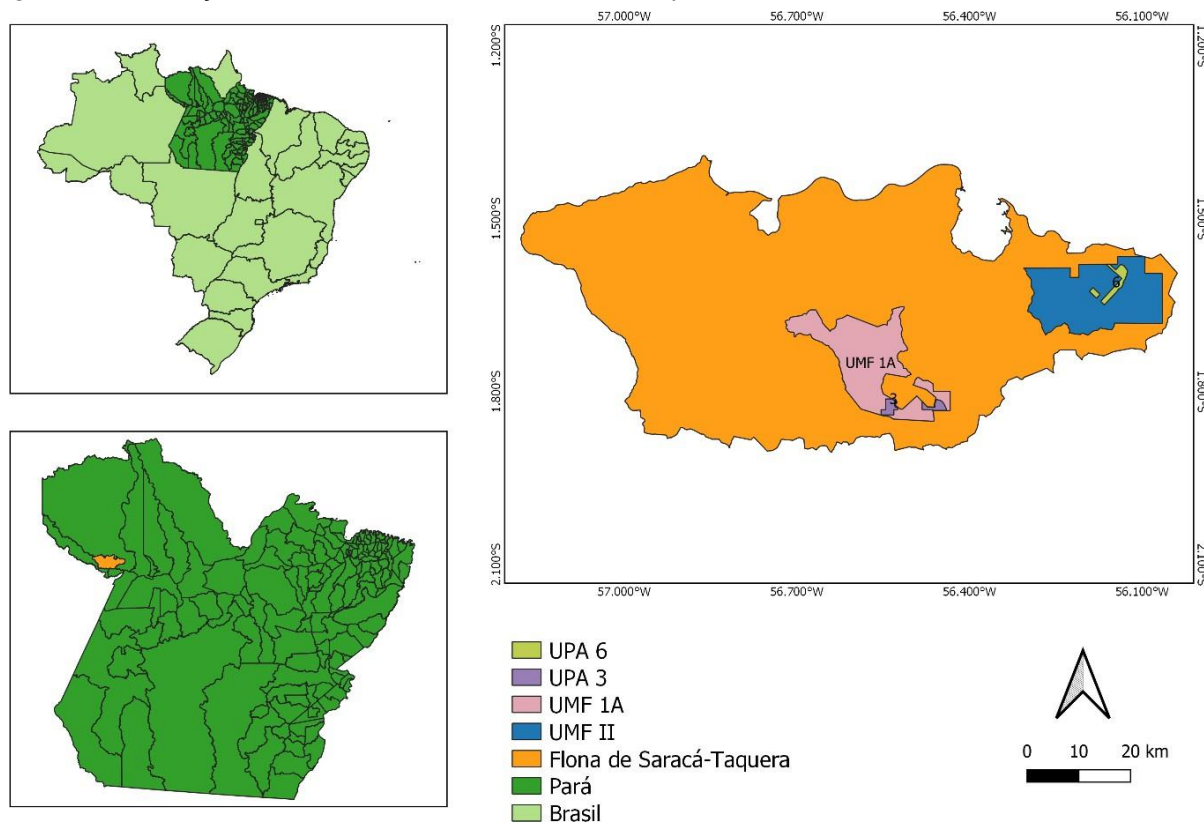
Desse modo, a análise e avaliação das operações do MFS buscam quantificar as atividades para o tomador de decisão gerir melhorias técnicas e consequentemente expandir o potencial econômico das concessões florestais. Diante do exposto, o objetivo deste capítulo foi avaliar tecnicamente as operações de exploração florestal em uma área de manejo florestal sustentável, sob concessão florestal, na Amazônia Oriental.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, situada no noroeste do estado do Pará, entre as coordenadas geográficas 1°20' e 1°55' de latitude Sul e 56°00' e 57°15' de longitude Oeste, abrangendo os municípios de Faro, Oriximiná e Terra Santa (SFB, 2020) (Figura 1).

Figura 1. Localização da Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará, Brasil.



Foram coletados dados em duas Unidades de Manejo Florestal (UMF), sendo estas a UMF-II e a UMF 1A sob concessão da empresa Ebata Produtos Florestais Ltda. A UMF-II está localizada no município de Oriximiná e possui 25.546,00 hectares de área produtiva, dividida em Unidades de Produção Anual (UPA). Em 2017, foram obtidos dados da UPA 6, com área de manejo total de 1.302,18 ha, área de preservação permanente (APP) de 63,34 ha e área efetiva de manejo de 1.238,82 ha. A UPA 6 foi dividida em sete Unidades de Trabalho (UT).

A UMF 1A está localizada no município de Terra Santa e possui área de 26.897,96 ha, também dividida em UPAs. Em 2018 foram obtidos dados da UPA 3,

com área de manejo total de 1.176,17 ha, APP de 75,93 ha e área efetiva de manejo de 1.081,61 ha. Esta UPA também foi dividida em 7 UTs.

5.2.2 Obtenção da base de dados

A coleta de dados foi realizada de três formas: Arquivos de controle de compra e produção, informações adquiridas em campo e entrevistas com a equipe técnica responsável. As informações foram coletadas em 2017 e 2018.

5.2.3 Descrição das operações de exploração florestal

A estrutura do estudo compreendeu o ciclo de corte e arraste de toras, em que cada ciclo foi composto por etapas operacionais (Tabela 2).

Tabela 2. Etapas do ciclo operacional de corte e arraste.

Ciclo de corte		
Nº	Etapas	Descrição
1	Localização das árvores	Localizar as árvores que foram previamente identificadas no inventário florestal e selecionadas para o abate.
2	Limpeza e teste do oco	Realizar o teste do oco para averiguar a possibilidade de exploração da árvore. Caso a árvore esteja apta para a exploração, é realizado o procedimento de limpeza do tronco e abate.
3	Abate	Composto pela avaliação de queda natural, abertura dos caminhos de fuga, corte direcional e corte de abate
4	Preparativos para localizar a próxima árvore	Procedimento de recolher os equipamentos utilizados no abate e definir no mapa a próxima árvore a ser abatida.
Ciclo de arraste		
Nº	Etapas	Descrição
5	Viagem do Skidder vazio	Deslocamento do trator florestal Skidder até a localização da árvore que será arrastada, remoção dos obstáculos pelo caminho e manobras necessárias visando facilitar a viagem de volta.
6	Engate	Consiste em engatar a tora após a etapa de traçamento da árvore, com a pinça hidráulica do trator florestal Skidder. Dependendo das dimensões das toras, podem ser arrastadas mais de uma tora.
7	Viagem do Skidder carregado	Retorno do trator florestal Skidder com a(s) tora(s) até o pátio de estocagem.

Cada atividade foi realizada por uma equipe, que variou de acordo com a atividade florestal. A composição das equipes para cada atividade é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Atividades florestais, funções, número de funcionários, equipamentos e maquinário.

Atividade florestal	Função	Nº de funcionários	Equipamento e maquinário
Abate de árvore	Motosserrista	1	EPIs, sabre de motosserra, corrente de motosserra, motosserra, lápis, borracha, mapa, facão, lima roliça, lima chata, garrafa d'água e bolsa motosserrista
	Auxiliar florestal	1	
Arraste de tora	Operador do trator florestal Skidder	1	EPIs, trator Skidder, trator pá carregadeira e garrafa d'água
	Operador do trator de carregamento	1	

5.2.4 Análise das operações de exploração florestal

Foram monitoradas e cronometradas as atividades de corte e arraste de toras. A metodologia adotada tem como base o estudo de tempos e movimentos e a determinação do desempenho operacional das atividades.

A quantificação dos estudos de tempos e movimentos foi realizada de acordo com a metodologia sugerida por Barnes (1977), em que foi determinado o tempo padrão, o tempo normal, as interrupções para cada elemento e para o ciclo operacional. Os tempos de cada elemento do ciclo operacional foram mensurados com o auxílio de um cronômetro esportivo e as informações registradas em formulários específicos de campo. Para o desempenho operacional, foram consideradas a eficiência e a produtividade efetiva dos ciclos.

5.2.4.1 Análise descritiva dos ciclos operacionais

A estatística amostral foi realizada por meio da média, desvio padrão, erro amostral relativo (Er%) e coeficiente de variação [CV(%)] (Tabela 4). O erro amostral dos números de observações dos ciclos de corte e arraste foi obtido considerando nível de 5% de significância.

Tabela 4: Estatística amostral.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

$$Er = \frac{t s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (3)$$

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (4)$$

Em que: $\bar{x}$ = média dos tempos de cada elemento dos ciclos (minutos); x_i = tempo de cada observação dos elementos (minutos); n = número de observações de cada ciclo; s = desvio padrão amostral; Er = erro amostral relativo; t é o valor de t de Student, no nível de probabilidade desejado e $(n-1)$ graus de liberdade.

5.2.4.2 Estudo de tempos

O tempo de cada elemento dos ciclos foi registrado em campo seguindo o método de cronometragem de leitura contínua (BARNES, 1977). O tempo normal compreendeu o tempo necessário para o operador executar os elementos do ciclo sem qualquer tolerância (BARNES, 1977):

$$TNe = TMe \times Ia \quad (5)$$

Em que: TNe = tempo normal do elemento (minutos); TMe = tempo médio do elemento (minutos); Ia = índice de avaliação igual a 1, indicando ritmo normal.

O tempo padrão compreendeu a duração dos elementos do ciclo considerando todas as tolerâncias necessárias (BARNES, 1977):

$$TPe = TNe \times \left(\frac{1}{1 - Tle} \right) \quad (6)$$

Em que: TPe = tempo padrão do elemento (minutos); TNe = tempo normal do elemento (minutos); Tle = tempo de interrupções ou tolerâncias no elemento (minutos).

As tolerâncias representaram a proporção entre o tempo total do elemento e o tempo de paralisação de cada elemento (EMMERT, 2014):

$$Tle = \frac{TPar}{TTe} \quad (7)$$

Em que: T_{Ie} = tempo de interrupção do elemento (minutos); T_{Par} = soma da paralização do elemento (minutos); T_{Te} = tempo total do elemento (minutos).

A frequência de interrupções compreendeu as paralisações por elemento e por ciclo operacional (EMMERT, 2014):

$$f = \frac{n^{\circ} \text{ de interrupções}}{n^{\circ} \text{ total de observações}} \times 100 \quad (8)$$

Em que: f = frequência de interrupções por elemento ou ciclo operacional (%); n° de interrupções = quantidade de repetições de interrupções por elemento ou ciclo operacional; n° total de observações = número total de observações registradas por elemento ou ciclo.

5.2.4.3 Desempenho operacional

Para obter a eficiência operacional, foram cronometrados os tempos de trabalho efetivo e de interrupções. Foi utilizada a seguinte expressão (BIRRO et al., 2002):

$$EOp = \frac{He}{He + Hi} \times 100 \quad (9)$$

Em que: EOp = eficiência operacional (%); He = tempo de trabalho efetivo (horas); Hi = tempo de interrupções operacionais (horas).

A produtividade foi estimada em metros cúbicos por hora efetiva de trabalho, utilizando a expressão (10), conforme sugerido por Emmert (2014).

$$Prod = \frac{\sum_{i=1}^n Vi}{He} \quad (10)$$

Em que: Prod = produtividade da operação ($m^3 h^{-1}$); i = número de árvores amostradas; Vi = volume individual da tora i (m^3); He = tempo de trabalho efetivo (horas).

5.2.4.4 Análise da produtividade

A análise foi realizada por meio do ajuste do modelo de regressão linear (Equação 11), visando verificar a relação entre a produtividade média (variável dependente) e a distância média de arraste (variável independente). Na avaliação do

ajuste do modelo, foram utilizados o coeficiente de determinação (R^2) e o erro padrão relativo (Syx %) (Tabela 5).

Tabela 5. Modelo de regressão linear e estatísticas para avaliar o desempenho do modelo.

$$P = \beta_0 + \beta_1 DT + \square \quad (11)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (12)$$

$$S_{yx} = \pm \frac{S_{yx}}{\bar{Y}} \cdot 100 \quad (13)$$

Em que: P = produtividade média ($\text{m}^3 \text{he}^{-1}$); DT = distância de arraste (m); β_0 e β_1 = parâmetros do modelo; $\square$ = erros aleatórios; R^2 = coeficiente de determinação; Y_i = variável dependente observada;

$\hat{Y}$ = variável dependente estimada; $\bar{Y}$ = média da variável dependente observada.

As distâncias foram divididas em classes de 25 em 25 m (Tabela 6).

Tabela 6. Classes de distância de arraste e número de observações.

Classes	Distância (m)	Nº de observações
I	0 a 25	2
II	25 a 50	10
III	50 a 75	11
IV	75 a 100	16
V	100 a 125	20
VI	125 a 150	27
VII	150 a 175	29
VIII	175 a 200	28
IX	200 a 225	23
X	225 a 250	25
XI	250 a 275	34
XII	275 a 300	20
XIII	300 a 325	7
XIV	325 a 350	1
XV	350 a 375	0
XVI	375 a 400	1

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Análise descritiva

Os resultados referentes à análise descritiva dos ciclos de corte e arraste estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Análise descritiva dos tempos das operações de corte e arraste.

Estatística amostral*	Corte	Ciclos Arraste
Número de observações	47	262
Tempo médio (min)	17,91	6,14
Desvio padrão (min)	8,56	2,54
Coefficiente de variação (%)	47,79	41,35
Erro amostral (%)	14,03	5,03

* erro admissível de 15%, ao nível de 95% de probabilidade.

O total de número de observações neste trabalho foi de 309, e ambos os ciclos apresentaram erro amostral menor que o erro admissível. No entanto, o número reduzido de observações no ciclo de corte ocorreu devido a dificuldade em acompanhar e cronometrar o ciclo completo de atividades. O erro amostral pode ser reduzido com a escolha adequada do tamanho de amostras. Em uma floresta pública em Rondônia, Emmert (2014) encontrou erro de 25,1% para o ciclo de corte, considerando intensidade amostral com 44 ciclos, e 14,3% para o ciclo de arraste, considerando intensidade amostral com 93 ciclos. Outro trabalho analisando os ciclos de corte e arraste foi realizado por Buchmann (2016), em uma área no segundo ciclo de produção na Floresta Nacional do Tapajós, o autor encontrou erro amostral de 13% para o ciclo de corte, considerando 84 ciclos, e 14,8% para o ciclo de arraste, considerando 107 ciclos. Em floresta privada no Amazonas, Barbosa (2018) verificou erro amostral de 20,40% para o ciclo de arraste, considerando 40 ciclos e

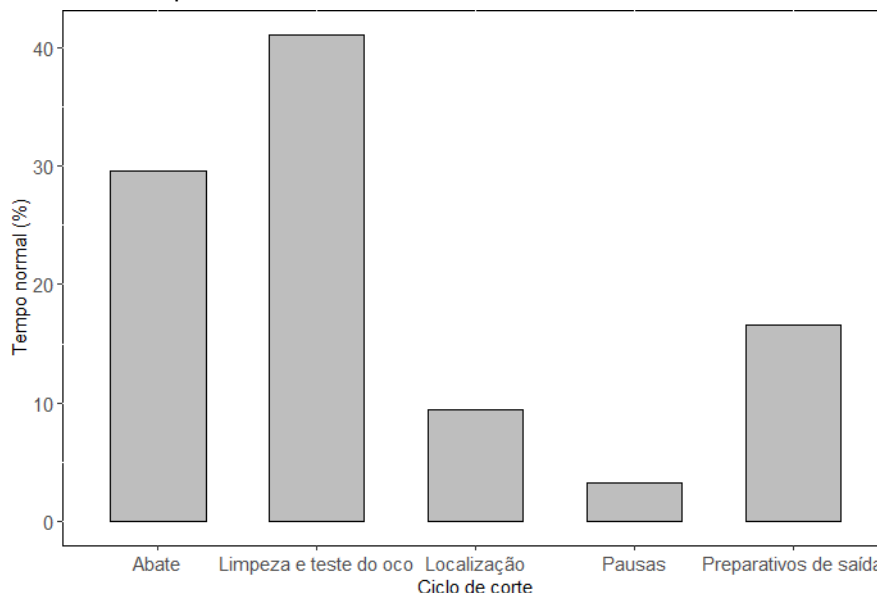
Em relação ao ciclo de arraste, os estudos de Emmert (2014), Buchmann (2016) e Barbosa (2018) consideraram números de observações menores quando comparados aos números amostrais deste trabalho, logo, apresentaram maiores erros amostrais. No ciclo de corte, o número de observações deste trabalho foi menor que o número considerado por Buchmann (2016), deste modo, apresentando maior erro amostral, em que a diferença relativa foi de aproximadamente 1,03%.

Os coeficientes de variação foram altos para ambos os ciclos, indicando tempos irregulares. No ciclo de corte, a atividade que apresentou maior variação de tempo foi a localização das árvores, isto porque algumas árvores estão mais próximas e outras mais distantes da equipe de abate. Já no ciclo de arraste, a atividade com maior variação de tempo foi a viagem do trator florestal Skidder carregado. De acordo com Barbosa (2018), esta variação ocorre devido a heterogeneidade das toras, como o volume e a densidade da madeira.

5.3.2 Estudo de tempos

As participações percentuais dos tempos produtivos e improdutivos do ciclo de corte estão apresentadas na Figura 2.

Figura 2. Percentual do tempo total das atividades, em ordem de ocorrência, do ciclo de corte.



Observou-se que 96,77% da execução das atividades foi de tempo produtivo. A atividade que obteve maior percentual de tempos foi a limpeza e teste do oco. Em uma pesquisa analisando o tempo do ciclo de corte da exploração florestal em uma floresta em Manaus, Batista (2008) também identificou a operação de limpeza como a atividade que mais consumiu tempo. Este maior consumo de tempo está atrelado ao fato de que nesta fase ocorre o teste do oco e a remoção de cipós. Para reduzir o tempo gasto com a atividade de limpeza e teste do oco, é imprescindível realizar treinamento e capacitação dos funcionários.

O abate é a segunda atividade que mais consome tempo no ciclo de corte e isto está relacionado ao diâmetro das árvores selecionadas, em que árvores com maiores diâmetros consomem mais tempo no momento do corte (Tabela 8). Ainda assim, os valores de tempo médio neste estudo variaram em média 1 minuto entre as classes diamétricas

Tabela 8. Classes diamétricas em relação ao tempo médio de abate.

Classes de diâmetro	Tempo médio (min)
Classe 2 = 50 cm < DAP ≤ 60 cm	4,15
Classe 3 = 60 cm < DAP ≤ 70 cm	4,69
Classe 4 = 70 cm < DAP ≤ 80 cm	5,77

Classe 5 = 80 cm < DAP ≤ 90 cm	5,80
Classe 6 = 90 cm < DAP ≤ 100 cm	5,87

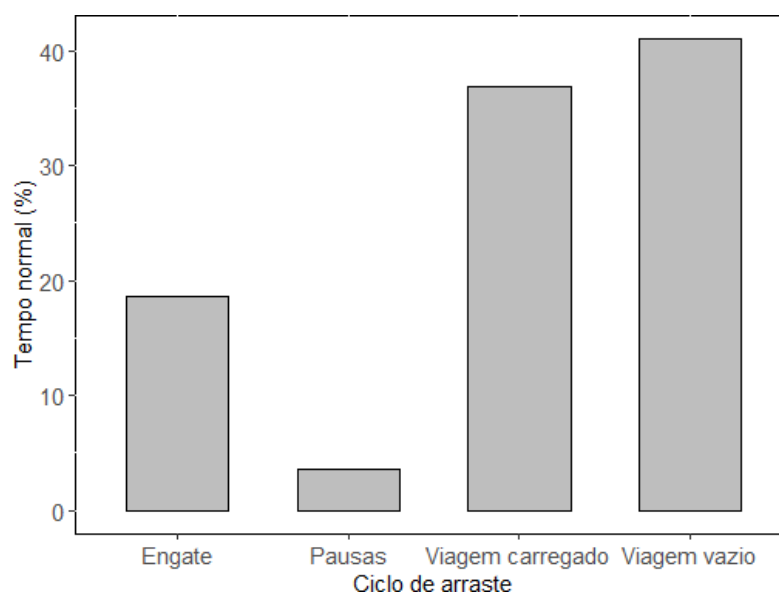
Legenda: DAP é o diâmetro à altura do peito.

Estudos como o de Higuchi et al. (1994) e Cabral (1991) corroboram com a afirmativa sobre a relação direta entre diâmetro e tempo consumido. Por exemplo, em área de várzea no Estado do Amazonas, Higuchi et al. (1994) encontraram um tempo médio de 21,65 minutos para árvores com diâmetro médio de 110 cm. Já Cabral (1991) em estudo na Estação Experimental de Silvicultura Tropical no INPA obteve tempo médio de 7,14 minutos para árvores com DAP médio de 66 cm. Os valores de tempo médio encontrado por Higuchi et al. (1994) e Cabral (1991) são superiores aos valores de tempo médio deste estudo, uma vez que atualmente ocorre maior capacitação e treinamento dos funcionários, proporcionando aperfeiçoamento das técnicas de corte.

Em relação ao tempo improdutivo, as pausas (Figura 3) foram causadas pelas manutenções na motosserra devido a necessidade de troca de corrente. Ainda assim, este percentual foi pequeno porque existe uma sincronia na realização das atividades. Por exemplo, enquanto o motosserrista afia a motosserra, o auxiliar faz a limpeza ao redor do fuste da árvore e limpeza dos caminhos de fuga. Como estas tarefas acontecem de forma simultânea, esses casos não foram caracterizados como pausa.

As participações percentuais dos tempos produtivos e improdutivos do ciclo de arraste estão apresentadas na Figura 3.

Figura 3. Proporção de tempo normal dos elementos do ciclo de arraste.



O tempo produtivo do ciclo de arraste foi de 96,43%, sendo que a atividade com maior percentual foi a viagem vazio do trator florestal (41,02%), seguida da viagem carregado do trator florestal (36,83%) e engate (18,59%). Em uma área de manejo florestal sustentável no Amazonas, Barbosa (2018) constatou que o trator florestal consome mais tempo quando está arrastando a tora (40,52%), devido a heterogeneidade do volume das toras e a variação das distâncias do local da derrubada até o pátio de estocagem.

O tempo gasto no arraste está relacionado com a distância percorrida até o pátio de estocagem. Desta forma, é fundamental que ocorra o planejamento da distância de arraste em função da localização dos pátios, pois quanto maior a distância, maior será o tempo de arraste e o custo de extração por hora efetiva de trabalho. Além disso, Carmo et al. (2013) ressaltam que é importante determinar o ponto ótimo entre a densidade de estradas e a distância de arraste de acordo com a estrutura da floresta e condições do terreno visando melhorar a eficiência operacional.

O tempo gasto com o engate teve forte influência na composição do percentual total. Esta atividade é afetada pela experiência do operador. Este resultado enfatiza a necessidade de treinamento e capacitação da equipe para diminuir o tempo e consequentemente aumentar o rendimento da operação. De acordo com D'Oliveira e Braz (1998), a carga tem forte influência no tempo de engate das toras indicando também necessidade de ser treinar a equipe para otimizar a operação.

Na Tabela 9 é possível observar os valores de tempos normal e padrão das atividades e dos ciclos operacionais.

Tabela 9. Tempos médios, em minutos, dos ciclos de corte e arraste.

Ciclos Atividades	Corte				Arraste		
	LOC	LIMP	AB	PA	VV	ENG	VC
Tempo normal (min)	1,69	7,36	5,30	2,98	2,52	1,14	2,26
Tempo padrão (min)	2,15	7,59	-	-	2,63	1,26	-
Tempo normal total do ciclo (min)		17,33				5,92	
Tempo padrão total do ciclo (min)		18,02				6,15	
Tempo normal agregado (min)				23,25			
Tempo padrão agregado (min)				24,17			

Em que: Loc = localização das árvores; Limp = limpeza e teste do oco; AB = abate; PA = preparativo para localizar a próxima árvore; VV = viagem vazio do trator florestal skidder; ENG = engate das toras; VC = viagem carregado do trator florestal skidder.

O tempo normal total do ciclo de corte e arraste foram 17,33 e 5,92 minutos, respectivamente. Enquanto o tempo padrão total foi de 18,02 para o ciclo de corte e

6,15 minutos para o ciclo de arraste. Vale ressaltar que o tempo padrão considera as pausas durante as operações da exploração florestal e neste estudo apenas foram consideradas as pausas operacionais, isto é, interrupções relacionadas diretamente com as atividades.

De modo geral, as pausas nos ciclos de corte e arraste foram mínimas. Isto demonstra um equilíbrio entre as atividades e treinamento adequado das equipes responsáveis. Todavia, é importante enfatizar que o planejamento é o pilar da exploração florestal sustentável, pois com o planejamento adequado é possível reduzir o dispêndio de tempo e consequentemente os custos por meio da otimização das atividades, capacitação dos trabalhadores e investimentos em equipamentos de qualidade.

De acordo com Barbosa (2008), é difícil padronizar os tempos de arraste em floresta nativa, pois há uma grande heterogeneidade dos volumes explorados das espécies e também da distância de arraste. Por isso, há necessidade de mais estudos aprofundados nessa área, visando eliminar ou minimizar as dificuldades do manejo florestal sustentável, buscando cada vez mais um desempenho ótimo.

5.3.3 Desempenho operacional

A eficiência operacional dos ciclos de corte e arraste foram de 96,87% e 96,55%, respectivamente, isto porque ocorreram poucas interrupções durante as operações, o que demonstra um planejamento adequado. Em ambos os ciclos, a frequência de interrupções foi menor que 10%. Batista (2008), analisando o ciclo de corte, constatou 16,63% de interrupções. Esta diferença pode ser justificada porque em seu estudo foram consideradas as interrupções operacionais e não operacionais. Já Barbosa (2018) verificou eficiência operacional de 91,83% no ciclo de arraste em floresta privada no Amazonas.

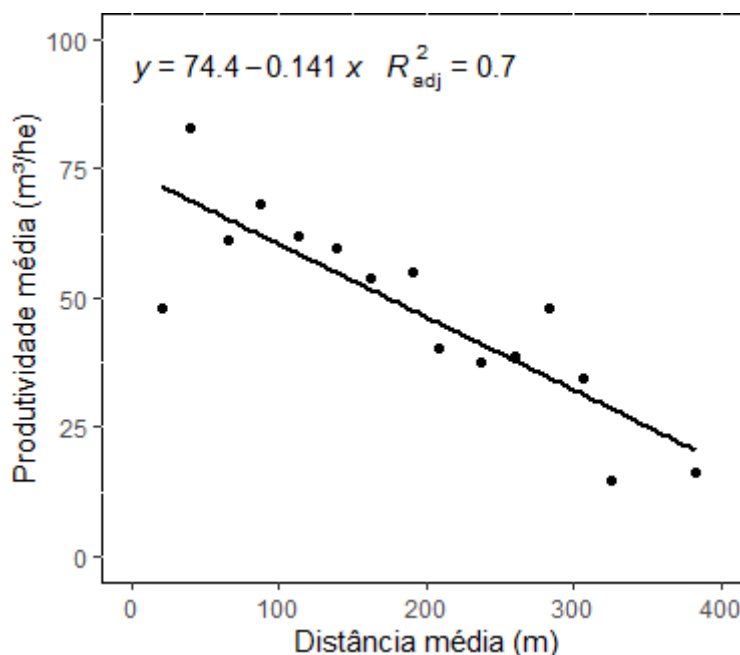
Os resultados encontrados para a eficiência neste estudo reafirmam a qualificação e capacitação das equipes empregadas na exploração florestal. Em vista disso, Espada et al. (2014) reforçam a necessidade do treinamento e aperfeiçoamento dos funcionários objetivando adquirir habilidades fundamentais para um bom manejo.

A produtividade operacional dos ciclos de corte e arraste, considerando o tempo de trabalho efetivo, foi de $20,68 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ e $45,62 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, respectivamente. Estudos como o de Barbosa (2018); Buchmann (2016); Holmes et al. (2002) e Barreto et al. (1998) também analisaram a produtividade do ciclo de arraste. É possível constatar que a produtividade operacional encontrada neste estudo é superior aos outros trabalhos, sendo diretamente relacionada com o volume total explorado, a espécie explorada e as horas efetivamente trabalhadas.

5.3.4 Análise estatística da produtividade

A produtividade média do arraste variou de 14 a $83 \text{ m}^3 \text{ he}^{-1}$. O volume médio das toras variou de 3 a 6 m^3 e a distância média apresentou variação de 20 a 383 m, considerando as diferentes classes de distância. O modelo ajustado possibilitou a estimação da produtividade média em função da distância média de arraste (Figura 4).

Figura 4. Estimativas da produtividade média em função da distância média de arraste.



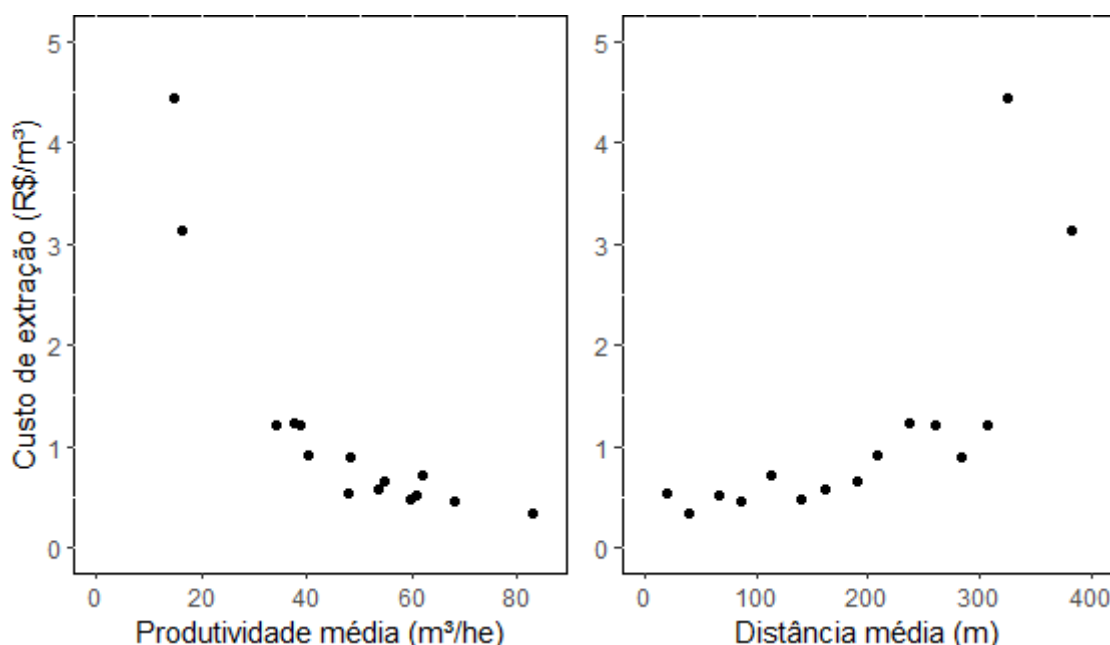
A distância de arraste teve influência significativa ($p < 0,05$) na produtividade média, explicando 70% da variação na produtividade. Há uma relação inversamente proporcional entre as variáveis, isto é, quanto maior for a distância, menor será a produtividade. Santos et al. (2013) estimaram a produtividade do clambunk skidder em função da distância e obtiveram coeficiente de determinação de 71,45%, valor bem próximo ao encontrado neste estudo. Em estudo sobre índices de exploração para

florestas naturais em Mato Grosso, Braz et al. (2017) também verificaram que a produtividade diminui com o aumento da distância média de arraste, variando de 31,36 $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ para distância média de 95 m até 21,03 $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ para distância média de 250 m.

A distância é uma das variáveis mais importantes e influencia diretamente o tempo efetivo do ciclo operacional de arraste, a produtividade e os custos de extração. Deste modo, o planejamento de extração das toras deve buscar a otimização desse sistema. O estudo de Silva et al. (2020), em uma área de manejo florestal sustentável na Amazônia, constatou que o planejamento florestal otimizado reduziu a distância de arraste em 17,16%, aumentou a produtividade e reduziu os custos de arraste de toras em 25,76%.

Na exploração de florestas nativas da Amazônia, os principais custos envolvem as operações de construção de estradas e arraste de toras até o pátio de estocagem (BRAZ et al., 2017). O custo de extração das toras foi influenciado pela produtividade e pela distância de arraste (Figura 5). O comportamento dos resultados corroboram com os resultados apresentados por Oliveira et al. (2006) que encontraram menor custo de extração de toras na classe de distância de 0 a 50 m.

Figura 5. Comportamento do custo de extração de toras em função da produtividade e da distância de arraste.



A distância média de arraste tem influência sobre os custos e sobre a produtividade. Diante disso, a organização e o planejamento das atividades é extremamente importante para reduzir os custos, aumentar a produtividade, diminuir

os riscos de acidentes e interrupções desnecessárias. De acordo com Seixas (2002), o melhor desempenho da extração de madeira está atrelado ao conhecimento do volume da floresta e do planejamento criterioso das operações florestais, proporcionando maior produtividade da mão-de-obra, menores custos e menor ociosidade dos trabalhadores.

5.4 CONCLUSÃO

Os tempos dos elementos dos ciclos operacionais de corte e arraste apresentaram bons resultados quando comparado com outros estudos, bem como a eficiência e a produtividade operacional.

A produtividade do arraste e os custos de extração foram diretamente afetados pela distância de arraste, em que distâncias maiores apresentaram menor produtividade e maior custo de extração. Deste modo, a distância é uma variável importante para ser considerada no planejamento do manejo florestal sustentável.

5.5 REFERÊNCIAS

- BARBOSA, W. M. **Modelagem das operações de extração madeireira em regime de manejo sustentável na Amazônia: estudo de caso de um sistema de exploração**. 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília. 2018.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. Editora Blucher, 1977.
- BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; UHL, C. **Custos e Benefícios do Manejo Florestal para Produção de Madeira na Amazônia Oriental**. Série Amazônia N°10 - Belém: Imazon, 1998.
- BATISTA, H. L. dos P. **Estudo de tempo e rendimento da motosserra considerando fatores ergonômicos numa exploração Florestal na Amazônia central**. 2008. 105 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) - INPA/UFAM. 2008.
- BIRRO, M. H. B.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P. de.; MINETTI, L. J. Avaliação técnica e econômica da extração de madeira de eucalipto com “track-skidder” em região montanhosa. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 525-532, 2002.
- BOLTZ, F.; HOLMES, T. P.; CARTER, D. R. Economic and environmental impacts of conventional and reduced-impact logging in Tropical South America: a comparative review. **Forest Policy and Economics**, v. 5, n. 1, p. 69–81, 2003.
- BRASIL. **Lei Federal N° 11.284/2006**. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11284.htm>. Acesso em: 16 set. 2020.
- BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 21 jul. 2020.
- BRAZ, E. M.; BASSO, R. O.; SILVA, J. P.; MATTOS, P. P. de. **Índices de exploração para florestas naturais da microrregião de Sinop, MT**. Embrapa Florestas- Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2017.
- BUCHMANN, H. M. **Exploração florestal e seus impactos em áreas de primeiro e segundo ciclo de corte do manejo florestal na Amazônia Oriental, Brasil**. 2016. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2016.
- CABRAL, J. C. **Estudo do trabalho em exploração florestal mecanizada da florestal tropical úmida de terra-firme**. 1991. 70 p. Dissertação de mestrado - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 1991.

CARMO, F. C. de A.; FIEDLER, N. C.; LOPES, E. da S.; PEREIRA, D. P.; MARIN, H. B.; SILVA, E. N. da. Análise da densidade ótima de estradas florestais em propriedades rurais. **Cerne**, v. 19, n. 3, p. 451-459, 2013.

COSTA, J. F. V. Da; ALVES, N. S. M. Os recursos estratégicos da Amazônia brasileira e a cobiça internacional. **Revista Perspectiva**, v. 11, n. 20, p. 65–86, 2018.

D'OLIVEIRA, M. V. N.; BRAZ, E. M. **Manejo florestal em regime de rendimento sustentado, aplicado à floresta do Campo Experimental da Embrapa-CPAF/AC**. Embrapa Acre-Séries anteriores (INFOTECA-E), 1998.

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

ESPADA, A. L. V.; PIRES, I. P.; LENTINI, M. A. W.; BITTENCOURT, P. R. G. **As concessões de florestas públicas na Amazônia Brasileira: a lei de gestão de florestas públicas e o panorama das concessões florestais na amazônia brasileira**. Instituto Floresta Tropical, v. 2, p. 28, 2014.

HIGUCHI, N.; HUMMEL, A.C.; FREITAS, J.V. de; MALINOVSKI, J.R.; STOKES, B.J. **Exploração florestal nas várzeas do Estado do Amazonas: seleção de árvores, derrubada e transporte**. 1994. In: MALINOVSKI, J.R.; CARNEIRO, J.G.A.; SOARES, R.V.; SEITZ, R.A.; ROSOT, N.C. (Eds). VIII Seminário de Atualização sobre Sistemas de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba, Paraná. p. 168-193.

HOLMES, T. P.; BLATE, G. M.; ZWEEDE, J. C.; PEREIRA JR., R.; BARRETO, P.; BOLTZ, F. **Custos e benefícios financeiros da exploração florestal de impacto reduzido em comparação à exploração florestal convencional na Amazônia Oriental**. Belém: Fundação Floresta Tropical, 2002.

ICMBio. **Amazônia**. 2020. Disponível: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomasbrasileiros/amazonia#:~:text=V%C3%ADdeos,Amaz%C3%B4nia,%2C%20Guiana%20Francesa%20e%20Suriname>. Acesso em: 5 set. 2020.

MACPHERSON, A. J.; SCHULZE, M. D.; CARTER, D. R.; VIDAL, E. A Model for comparing reduced impact logging with conventional logging for an Eastern Amazonian Forest. **Forest Ecology and Management**, v. 260, n. 11, p. 2002–2011, 2010.

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

NASCIMENTO, L. S.; NASCIMENTO, P. F. P.; PEREIRA, K. I. de A.; SOUZA, M. C. L. de. Estudo de tempos e movimentos no processo produtivo de uma organização do ramo alimentício. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 2, n. 3, p. 121–132, 2014.

POKORNY, B.; SABOGAL, C.; SILVA, J. N. M.; BERNARDO, P.; SOUZA, J.; SWEED, J. Compliance with reduced-impact harvesting guidelines by timber enterprises in terra firme forests of the Brazilian Amazon. **International Forestry Review**, v. 7, n. 1, p. 9–20, 2005.

SABOGAL, C.; SILVA, J. N. M.; ZWEEDE, J.; PEREIRA JR., R.; BARRETO, P.; GUERREIRO, C. A. **Diretrizes técnicas para a exploração de impacto reduzido em operações florestais de Terra Firme na Amazônia Brasileira**. Embrapa Amazônia Oriental-Documents (INFOTEC-E), 2000.

SANTOS, P. H. A. dos; SOUZA, A. P. de; MARZANO, F. L. da C.; MINETTE, L. J. Produtividade e custos de extração de madeira de eucalipto com clambunk skidder. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. 511-518, 2013.

SEIXAS, F. **Extração**. In: MACHADO, C. C. (Org.). Colheita florestal. Viçosa: UFV, p. 89-128, 2002.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **O que é concessão florestal?**. 2020. Disponível: <https://www.florestal.gov.br/o-que-e-concessao-florestal>. Acesso em: 5 set. 2020.

SILVA, E. F. da; SILVA, G. F. da; FIGUEIREDO, E. O.; MENDONÇA, A. R. de; SANTANA, C. J. de O.; FIEDLER, N. C.; SILVA, J. P. M.; AGUIAR, M. O.; SANTOS, J. S. Optimized forest planning: allocation of log storage yards in the Amazonian sustainable forest management area. **Forest Ecology and Management**, v. 472, 2020.

6 CAPÍTULO 2 – ANÁLISE ECONÔMICA DAS ATIVIDADES FLORESTAIS EM UMA ÁREA DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA ORIENTAL

RESUMO

A exploração de madeiras tropicais está entre as principais atividades econômicas da região amazônica. Entretanto, a exploração e o comércio ilegal de madeira na Amazônia compete com a extração legal advinda de planos de manejo sustentável (PMS). A competição com a exploração ilegal madeireira é um dos fatores que desestimulam os investimentos em concessão florestal. Comprovar a viabilidade econômica das concessões florestais poderá contribuir para maximizar o lucro da empresa. Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar economicamente as operações de exploração florestal em uma área de Manejo Florestal Sustentável (MFS), sob concessão florestal, na Amazônia Oriental. A área de estudo está localizada na Floresta Nacional (Flona) de Saracá-Taquera, situada no noroeste do estado do Pará. Os dados coletados são referentes à Unidade de Manejo Florestal II (UMF-II). Foi elaborado um fluxo de caixa incluindo todas as atividades de exploração florestal realizadas na UMF-II e as receitas da produção considerando um ciclo de corte de 30 anos. Os métodos utilizados como indicadores econômicos foram o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Razão Receita/Custo (R/C). Os custos mais representativos foram com transporte até a serraria, arraste de toras, equipe de apoio e equipe técnica, correspondendo a 23,07%, 16,75%, 13,23% e 10,83%, respectivamente. O custo total da exploração foi de 130,06 R\$.m³, em valores reais, e as duas atividades consideradas mais onerosas foram o transporte de toras até a serraria e o arraste de toras com valores equivalentes à 30,00 R\$.m³ e 21,78 R\$.m³, respectivamente. Foram obtidos VPL positivos para dois cenários considerando o preço da madeira paga ao SFB. Logo, um aumento de 10% no preço cobrado ocasiona retorno econômico negativo. Considerando as mudanças no valor da madeira no mercado, o cenário base e com adicional de 10% foram viáveis economicamente, no entanto, o cenário de redução no valor apresentou VPLs negativos. A TIR do investimento para o cenário base foi de 8% e a R/C foi de 1,01. A concessão florestal na UMF-II foi economicamente viável em quatro dos seis cenários analisados. Os cenários que foram considerados inviáveis ocorreram com a redução em 10% do preço da madeira no mercado e com o aumento em 10% no preço da madeira pago ao Serviço Florestal Brasileiro, o que impossibilitaria a implementação do manejo florestal.

Palavras-chave: Valor presente líquido, Razão receita/custo, Taxa interna de retorno, Concessão florestal, Floresta nacional.

CHAPTER 2 – ECONOMIC ANALYSIS OF FOREST ACTIVITIES IN A SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT AREA IN THE EASTERN AMAZON

ABSTRACT

The exploitation of tropical woods is among the main economic activities in the Amazon region. However, illegal logging and trade in the Amazon competes with legal logging from sustainable management plans (PMS). Competition with illegal logging is one of the factors that discourage investments in forest concession. Proving the economic viability of forestry concessions can help to maximize the company's profit. In this context, the objective of the study was to economically evaluate forest exploration operations in a Sustainable Forest Management (MFS) area, under forest concession, in the Eastern Amazon. The study area is located in the National Forest (Flona) of Saracá-Taquera, located in the northwest of the state of Pará. The data collected refer to the Forest Management Unit II (UMF-II). A cash flow was prepared including all forestry activities carried out at UMF-II and the production revenues considering a 30-year cut cycle. The methods used as economic indicators were the Net Present Value (NPV), the Internal Rate of Return (IRR) and the Revenue / Cost Ratio (R / C). The most representative costs were transportation to the sawmill, logging, support staff and technical staff, corresponding to 23.07%, 16.75%, 13.23% and 10.83%, respectively. The total cost of exploration was 130.06 R \$.m³, in real values, and the two activities considered most costly were the transport of logs to the sawmill and the skidding of logs with values equivalent to 30.00 R \$.m³ and 21.78 R \$.m³, respectively. Positive NPVs were obtained for two scenarios considering the price of wood paid to SFB. Therefore, a 10% increase in the price charged causes a negative economic return. Considering the changes in the value of wood in the market, the base scenario and with an additional 10% were economically viable, however, the scenario of reduction in value presented negative NPVs. The investment IRR for the base scenario was 8% and the R / C was 1.01. The forestry concession at UMF-II was economically viable in four of the six scenarios analyzed. The scenarios that were considered unfeasible occurred with a 10% reduction in the price of wood on the market and a 10% increase in the price of wood paid to the Brazilian Forest Service, which would make it impossible to implement forest management.

Keywords: Net present value, Revenue/cost ratio, Internal Rate of Return, Forest concession, National Forest.

6.1 INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica é importante do ponto de vista econômico, porém, é necessário ser manejada de modo sustentável para que ocorra o mínimo de danos ao ecossistema natural. Devido a sua grande biodiversidade, esta floresta tornou-se alvo de pressões nacionais e internacionais envolvendo a sua conservação (BONA et al., 2015).

A exploração de madeiras tropicais está entre as principais atividades econômicas da região amazônica (VERÍSSIMO et al., 2006). Atualmente, o manejo florestal sustentável (MFS) é um método adequado que é utilizado para obter recursos florestais. O MFS considera um sistema policíclico, com ciclo de corte máximo de 35 anos e intensidade de corte máxima de $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, incluindo a qualidade da floresta e a proteção do solo (BRASIL, 2006).

Em 2017 foram extraídos $12.232.762 \text{ m}^3$ de madeira de florestas naturais, sendo $6.283.255 \text{ m}^3$ transformadas em madeira serrada (SFB, 2020). Entretanto, a exploração e o comércio ilegal de madeira na Amazônia compete com a extração legal advinda de planos de manejo sustentável (PMS). O preço da madeira ilegal é menor comparado ao preço da madeira proveniente de PMS, logo, este fator pode inviabilizar possíveis investimentos em PMS (ANGELO; PRADO; BRASIL, 2004).

A competição com a exploração ilegal madeireira é um dos fatores que desestimulam os investimentos em concessão florestal. Por isso que das áreas destinadas de floresta pública federal, somente 0,53% estão sob concessão florestal (SFB, 2020). Deste modo, existe uma grande área disponível para concessão florestal, entretanto, a incerteza sobre a viabilidade econômica impede mais investimentos neste setor. Por isso, é imprescindível realizar uma análise econômica para comprovar a existência de viabilidade, pois assim proporcionará segurança e confiança para novos investidores.

Comprovar a viabilidade econômica das concessões florestais poderá contribuir para maximizar o lucro da empresa e minimizar o impacto ambiental da agricultura e pecuária (SANTANA et al., 2012). A análise econômica visa determinar a possibilidade de prosseguir com o projeto, identificando sua viabilidade (ARAÚJO, 2010). Antes de ocorrer a implementação do projeto, é necessário realizar um teste

de viabilidade econômica para verificar se as receitas superam os custos necessários (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

Os métodos de fluxo descontado são os mais utilizados em análise de investimentos, por exemplo, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Benefício Periódico Equivalente (BPE) e Razão Benefício/custo (B/C) (REZENDE E OLIVEIRA, 2013). Todos esses métodos consideram a variação do capital no tempo (SILVA E FONTES, 2005).

Portanto, é necessário conhecer os custos da exploração e a viabilidade do projeto. Assim, o objetivo deste capítulo foi avaliar a viabilidade econômica de uma concessão florestal na Floresta Nacional de Saracá-Taquera.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada na Floresta Nacional (Flona) de Saracá-Taquera, situada no noroeste do estado do Pará, entre as coordenadas geográficas 1°20' e 1°55' de latitude Sul e 56°00' e 57°15' de longitude Oeste, abrangendo os municípios de Faro, Oriximiná e Terra Santa (SFB, 2020).

Foram coletados dados na Unidade de Manejo Florestal II (UMF-II), sob concessão da empresa Ebata Produtos Florestais Ltda. A UMF-II está localizada no município de Oriximiná e possui 25.546,00 hectares de área produtiva, dividida em 30 Unidades de Produção Anual (UPAs).

6.2.2 Obtenção da base de dados

A base de dados foi obtida de três formas: arquivos de controle de compra e produção, informações adquiridas em campo e entrevistas com a equipe técnica responsável. As informações foram coletadas em 2017 e 2018.

6.2.3 Composição dos custos

As atividades que formaram os custos do manejo florestal sustentável foram divididas em três fases: pré-exploratória, exploratória e custo do projeto. A fase pré-exploratória foi composta pela atividade de delimitação da UT, abertura de picada interna da UT, plaqueteamento de picada de delimitação e interna da UT e inventário

censitário. A fase exploratória foi composta pelo planejamento de estrada florestal e pátio de estocagem de madeira, abertura de estrada florestal e pátio de estocagem de madeira, abate de árvore, traçamento de árvore, planejamento de arraste de toras, arraste de toras e identificação/mensuração das toras. A fase de custo do projeto englobou a equipe técnica, mecânica e almoxarifado, transporte das equipes de campo da exploração, equipe de apoio, estrutura geral e energia.

Além disso, também foram utilizados os custos com certificação florestal, plano de manejo florestal sustentável, plano operacional anual, custo do edital de licitação da UMF, custo do contrato entre a concessionária e o Serviço Florestal Brasileiro, Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) de 15%, entre outros (Apêndice 1).

Cada atividade desenvolvida na UPA-2017 contou com equipes, equipamentos e maquinários diversificados (Tabela 10).

Tabela 10. Atividades desenvolvidas na UPA-2017 na UMF-II.

Fase	Atividade florestal	Função	Nº de funcionários	Equipamento e maquinário
Pré-exploratória	Delimitação da UT	Operador de bússola	1	EPIs, trena, mapas, facão, lima chata, bússola, gps e garrafa d'água
		Auxiliar florestal	2	
	Abertura de picada interna da UT	Auxiliar florestal	6	EPIs, facão, lima chata, garrafa d'água
	Plaqueteamento de picada de delimitação e interna da UT	Auxiliar florestal	2	EPIs, plaqueta de picada, martelo, prego, facão, lima chata e garrafa d'água
	Inventário censitário	Identificador botânico	1	EPIs, GPS, placa de inventário, prego, martelo, prancheta, ficha de inventário, lápis, borracha e garrafa d'água
Anotador		1		
		Plaqueteador	1	
		Auxiliar florestal	2	
Exploratória	Planejamento de estrada florestal e pátio de estocagem de madeira	Auxiliar técnico	1	EPIs, mapa, tecido TNT, facão, lima chata, fita, bússola e garrafa d'água
		Auxiliar florestal	1	
	Abertura de estrada florestal e pátio de estocagem de madeira	Operador de trator	1	EPIs, trator de esteira D6, sabre de motosserra, corrente de motosserra, motosserra, lápis, borracha, facão, lima roliça, lima chata, garrafa d'água e bolsa motosserrista
		Motosserrista	1	
		Auxiliar florestal	1	
Abate de árvore	Motosserrista	1	EPIs, sabre de motosserra, corrente de motosserra, motosserra, lápis, mapa, facão, lima roliça, lima chata, garrafa d'água e bolsa motosserrista	
	Auxiliar florestal	1		

Fase	Atividade florestal	Função	Nº de funcionários	Equipamento e maquinário
Exploratória	Traçamento de árvore	Motosserrista	1	EPIs, sabre de motosserra, corrente de motosserra, motosserra, prancheta, lápis, facão, lima roliça, lima chata, garrafa d'água e bolsa motosserrista
		Auxiliar florestal	1	
	Planejamento de arraste de tora	Auxiliar técnico	1	EPIs, trena, tecido TNT, prancheta, lápis, facão, lima chata, mapa
		Auxiliar florestal	1	
	Arraste de tora	Operador de trator Skidder	1	EPIs, trator Skidder, trator pá carregadeira e garrafa d'água
		Operador de pá mecânica	1	
Custo do projeto	Identificação/mensuração das toras	Medidor	1	EPIs, placa romaneio, lápis, borracha, impressão de planilha, prancheta, grampo, pistola de grampo, trena, giz de cera, tinta, pincel, motosserra, marcador industrial, lima roliça, lima chata, facão e bolsa motosserrista
		Anotador	1	
		Motosserrista	1	
		Pintor	1	
		Plaqueteador	1	
		Auxiliar florestal	1	
	Equipe Técnica	Engenheiro florestal	1	EPIs e material de escritório em geral
		Gerente de campo	1	
		Técnico florestal	1	
		Auxiliar administrativo	2	
	Mecânica e almoxarifado	Mecânico	1	EPIs e equipamentos de mecânica e almoxarifado em geral
		Borracheiro	1	
		Almoxarife	1	
	Transporte das equipes de campo da exploração	Motorista	1	EPIs, ônibus, caminhonete, caminhão de abastecimento
	Equipe de apoio	Porteiro/vigilante		EPIs, utensílios de cozinha, barco, material ambulatorio e material de escritório em geral
		Cozinheira		
		Auxiliar de cozinha	1	
		Carpinteiro	1	
		Piloto fluvial	1	
		Técnica de enfermagem	1	
		Tecnólogo em	1	
		Gestão	1	
		Ambiental	1	
		Assistente de Meio Ambiente		

6.2.4 Custos da exploração florestal

Os custos foram divididos em fixos e variáveis, sendo todos expressos na moeda corrente brasileira. Os custos fixos são referentes aos maquinários,

equipamentos, manutenção periódica, infraestrutura do acampamento e mão de obra. Já os custos variáveis foram compostos por combustível, peças e materiais de trabalho e obtidos por meio de arquivos de controle, notas fiscais de compra e índices de consumo calculados em função do tempo de uso. O custo total foi obtido por meio da soma dos custos fixos e variáveis, sendo considerado para uma equipe em cada atividade mensal.

Foi utilizada a depreciação linear para obter os valores mensais de custos fixos das máquinas utilizadas nas operações, conforme expressão:

$$Dp = \frac{va - vr}{N} \quad (14)$$

Em que: Dp é a depreciação (R\$ mês⁻¹); va é o valor de aquisição do equipamento (R\$); vr é o valor residual do equipamento (R\$); N é a vida útil do equipamento (meses).

6.2.5 Indicadores econômicos e simulação de cenários

O fluxo de caixa compreende as estimativas de entrada e saídas de recursos monetários ao longo do tempo em determinado projeto (SANTOS; PAIVA, 2002). Foi elaborado um fluxo de caixa incluindo todas as atividades de exploração florestal realizadas na UMF-II e as receitas da produção considerando um ciclo de corte de 30 anos (Apêndice 2).

Os indicadores avaliados encontram-se na Tabela 11. Os métodos selecionados consideram o valor do capital no tempo, sendo os mais indicados para análises de projetos florestais (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). Os custos foram capitalizados por meio dos valores de Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Adotou-se a média do IPCA do primeiro ano do horizonte de planejamento (2017) até o ano de 2025 – pois o Banco Central apenas disponibiliza projeções até 2025 –, posteriormente, o IPCA de 2025 foi utilizado no restante do horizonte de planejamento. Os mesmos valores de IPCA foram utilizados para capitalizar o preço da tora e do torete ao longo do horizonte de planejamento.

Tabela 11. Indicadores econômicos utilizados para análise da viabilidade econômica do manejo florestal sustentável na UPA-2017 na Flona de Saraca-Taquera.

Indicadores econômicos	Fórmula
VPL	$VPL = \sum_{j=0}^n Rj(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n Cj(1+i)^{-j}$
TIR	$TIR = \sum_{j=0}^n Rj(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n Cj(1+i)^{-j} = 0$
R/C	$RC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i (1+i)^n}{\sum_{i=1}^n C_i (1+i)^n}$

Onde: Rj = receitas do período de tempo j considerado; Cj = custos do período de tempo j considerado; n = duração do projeto em anos; i = taxa anual de juro; RC = razão receita custo; Ri = somatório das receitas; Ci = somatório do custo; TIR = taxa interna de retorno.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2014), o concessionário deve pagar uma quantia ao Serviço Florestal Brasileiro (SFB) por unidade volumétrica produzida (m³) de toras e de produtos florestais não madeireiros. Por isso, as simulações foram estruturadas considerando possíveis modificações em relação à taxa de juros, ao preço da madeira pago ao SFB e ao valor de venda da tora no mercado.

Com base em valores mencionados em literatura consultada, foi adotado o valor médio de venda da tora de 410,00 R\$.m³ (GUIMARÃES, 2010) e 72,00 R\$.m³ para toretes, considerados como valor base neste trabalho. Esses valores foram multiplicados pelo volume médio anual da madeira em tora (20.000 m³) e pelo volume médio anual da madeira em torete (1.500 m³). O preço da madeira pago ao SFB foi de 135,66 R\$.m³ para toras e de 8,86 R\$.m³ para toretes, sendo que o preço das toras é uma média do preço dos grupos de valor 1 e 2 (MMA; SFB, 2012). Estes preços também foram multiplicados pelo volume médio anual da madeira em tora e pelo volume médio anual da madeira em torete, posteriormente foram capitalizados com base nos valores de IPCA.

Para o VPL foram avaliados três cenários variando o preço da madeira paga ao SFB (preço base, redução de 10% e adicional de 10%), considerando taxas anuais diferentes (2%, 4%, 6%), e três cenários variando o valor de venda da madeira (valor base, redução de 10% e adicional de 10%), considerando as mesmas taxas anteriores. Para a TIR e R/C foram considerados somente os cenários bases.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1 Custos

Os custos mais representativos foram com transporte até a serraria, arraste de toras, equipe de apoio e equipe técnica, correspondendo a 23,07%, 16,75%, 13,23% e 10,83%, respectivamente. Estas quatro atividades corresponderam juntas a 63,87%

dos custos totais, considerando 20 atividades. No estudo de Batista (2016), desenvolvido na Flona Jamari, o arraste de toras também esteve presente entre os custos mais representativos, totalizando 10% do custo total. Vale ressaltar que o custo do manejo florestal varia de acordo com a tipologia da floresta (AMARAL et al., 1998).

O custo total da exploração foi de 130,06 R\$.m³, em valores reais, e as duas atividades consideradas mais onerosas foram o transporte de toras até a serraria e o arraste de toras com valores equivalentes à 30,00 R\$.m³ e 21,78 R\$.m³, respectivamente (Tabela 12). O Centro de estudos em sustentabilidade Getúlio Vargas (2015) realizou uma análise sobre os custos do manejo em concessões florestais, e constatou que o arraste de toras é uma das atividades mais onerosas (30,00 R\$.m³) ficando atrás somente do transporte de toras. Leite (2017) analisando a exploração florestal no Acre, encontrou um preço médio de arraste de 25,36 R\$.m³, sendo considerada a atividade mais custosa. Desta forma, é imprescindível que ocorra um planejamento minucioso desta atividade, visando a otimização e consequentemente a redução dos custos.

Tabela 12. Custos da exploração madeireira, em valores nominais, na UMF-II na Flona de Saracá-Taquera.

Custos de produção	R\$ m³ de madeira em tora e torete
Delimitação de UT	1,21
Abertura de picada interna da UT	2,14
Plaqueteamento de picada de delimitação e interna da UT	0,79
Inventário censitário	2,54
Planejamento de estrada florestal e pátio de estocagem de madeira	0,52
Abertura de estrada florestal e pátio de estocagem de madeira	8,96
Abate de árvore	1,42
Traçamento de árvore	1,37
Planejamento de arraste de tora	1,08
Arraste de tora	21,78
Identificação/mensuração das toras	3,97
Equipe técnica	14,08
Mecânica e almoxarifado	6,54

Veículos de transporte e apoio das equipes de campo da exploração	5,42
Equipe de Apoio	17,21
Estrutura Geral	1,25
Energia (Motor)	3,36
Custos do projeto (adversos 1%)	0,47
Tratos silviculturais	5,95
Transporte até a serraria	30,00

6.3.2 Indicadores econômicos e simulação de cenários

Considerando o preço da madeira paga ao SFB, foram obtidos VPLs positivos para o cenário base e para o cenário com redução de 10% (Tabela 13), isto é, os dois cenários foram viáveis economicamente mesmo com a variação da taxa. No entanto, com um aumento de 10% no preço cobrado, o investimento não apresenta retorno econômico positivo. Os maiores retornos econômicos ocorreram no cenário com redução de 10% no preço da madeira pago ao SFB e quanto menor a taxa, maior foi o retorno econômico.

Tabela 13. Valor presente líquido (VPL) em função da variação do preço da madeira pago ao SFB.

Indicador econômico	Taxa (a.a)	Preço da madeira pago ao SFB (R\$ m³)		
		Redução de 10%	Preço base	Adicional de 10%
VPL	2%	R\$ 11.185.849,59	R\$ 1.283.764,81	R\$ - 4.615.826,94
	4%	R\$ 8.411.720,43	R\$ 1.100.372,51	R\$ - 6.210.975,41
	6%	R\$ 6.544.766,50	R\$ 964.469,78	R\$ - 8.618.319,98

Estes resultados demonstram que a precificação proposta pelo SFB deve ser benéfica tanto para o SFB quanto para o concessionário, pois o investimento em concessão florestal deve ser atrativo para os investidores. De acordo com o SFB (2016), há um aprimoramento da precificação visando atingir um preço que seja atrativo para o mercado e que represente o estoque de madeira em pé aptas para manejo. Para que este preço reflita a realidade do mercado, o SFB busca realizar pesquisa de mercado nos polos madeireiros locais, além de utilizar a precificação reversa e análise de viabilidade econômica dos preços estimados.

Considerando as mudanças no valor da madeira no mercado, o cenário base e com adicional de 10% foram viáveis economicamente, no entanto, o cenário de redução no valor apresentou VPLs negativos (Tabela 14).

Tabela 14. Valor presente líquido (VPL) em função da variação do preço da madeira no mercado.

Indicador econômico	Taxa (a.a)	Valor da madeira no mercado (R\$ m³)		
		Redução de 10%	Preço base	Adicional de 10%
VPL	2%	R\$ - 13.484.331,94	R\$ 1.283.764,81	R\$ 26.922.770,56
	4%	R\$ - 17.830.559,26	R\$ 1.100.372,51	R\$ 20.031.304,27
	6%	R\$ - 24.355.240,94	R\$ 964.469,78	R\$ 15.413.271,50

A viabilidade econômica é sensível ao preço da madeira no mercado, ou seja, uma redução a partir de 10% nesse valor inviabilizaria o manejo florestal em concessões. Uma variável que influencia no preço é a comercialização ilegal de madeira, pois força a redução deste preço no mercado. Além disso, a oferta de produtos substitutos também afetam o preço no mercado. Rodrigues et al. (2020) reiteram que a produção madeireira proveniente de concessão florestal está crescendo, porém, é necessário combater a comercialização ilegal de madeira para consolidar a política de concessão, visto que a madeira advinda de manejo florestal não consegue competir com o produto ilegal.

A TIR encontrada para o cenário base foi de 8%. Comparando a TIR com as taxas utilizadas neste trabalho (2%, 4% e 6%) é possível constatar que a concessão florestal é economicamente atrativa, pois a TIR excede as outras taxas mínimas, e quanto maior o valor da TIR mais rentável será o projeto. A R/C do investimento para o cenário base foi de 1,01. Logo, o manejo florestal na UMF-II é rentável.

Apesar da escassez de estudos que analisem economicamente as concessões florestais, alguns autores que avaliaram o manejo florestal no âmbito econômico foram Bacha e Rodriguez (2007), Batista (2016) e Lima (2020).

Bacha e Rodriguez (2007) avaliaram a exploração de impacto reduzido na Flona do Tapajós e encontraram VPL de aproximadamente R\$ 1.462.160,00 considerando uma taxa de 6% ao ano e obtiveram TIR de 35,79%. Em contrapartida, Batista (2016) analisou o manejo florestal na Flona do Jamari, considerando taxa de 14% ao ano e ciclo de corte de 25 anos, resultando em um VPL negativo de R\$ 1.421.369,04. Percebe-se que a definição da taxa mínima de atratividade influencia diretamente a lucratividade do projeto. Os resultados encontrados neste trabalho, considerando a taxa de 6% ao ano e o cenário base, foram semelhantes aos resultados de Bacha e Rodriguez (2007). Lima (2020) também encontraram resultados positivos, com VPL de R\$ 8.788.056,63 e TIR de 9,7%. Este resultado para

o VPL encontrado por Lima (2020) reflete o processo de verticalização da produção da concessionária, logo, o produto comercializado apresenta maior valor agregado.

As simulações são bastante sensíveis à variação do preço da madeira no mercado e podem aumentar significativamente a receita do empreendimento. Outro fator que prejudica a entrada de outros investidores no âmbito das concessões florestais são as taxas pagas ao SFB. Somente no ano de 2020, o SFB arrecadou uma receita de R\$ 22.174.740,56 com concessões florestais.

Esses empecilhos afastam os investidores e deixam a atividade pouco atrativa. De acordo com Batista (2016), é necessário analisar os custos de oportunidade, formular métodos para atrair mais empresas para esse âmbito do setor florestal, conceder mais áreas e diminuir as taxas de concessões.

6.4 CONCLUSÃO

O transporte e o arraste de toras foram os custos mais representativos da exploração florestal, correspondendo à 39,81% do total. O custo total da exploração foi de 130,06 R\$.m³. Desta forma, o planejamento destas duas atividades deve ser realizado com cautela e qualidade visando reduzir os custos de exploração.

A concessão florestal na UMF-II foi economicamente viável em quatro dos seis cenários analisados. Os cenários que foram considerados inviáveis ocorreram com a redução do preço da madeira no mercado e com o aumento do preço da madeira pago ao Serviço Florestal Brasileiro, o que impossibilitaria a implementação do manejo florestal.

6.5 REFERÊNCIAS

BONA, D. A. O. de; SILVA, D. A. S. da; PINHEIRO, L. L.; SILVA, E. F. da; CHICHORRO, J. F.; BASSO, M. Receita/custo da atividade de exploração florestal em um plano de manejo florestal sustentável na Amazônia – estudo de caso. **Nativa**, v. 3, n. 1, p. 50-55, 2015.

BRASIL. **Lei Federal Nº 11.284/2006**. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11284.htm>. Acesso em: 16 set. 2020.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **O que é concessão florestal?**. 2020. Disponível: <https://www.florestal.gov.br/o-que-e-concessao-florestal>. Acesso em: 5 set. 2020.

ANGELO, H.; PRADO, A. C.; BRASIL, A. A. Influência do manejo florestal e do desmatamento na oferta de madeiras tropicais na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 103-109, 2004.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB); MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Gestão de florestas públicas: relatório 2019**. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/4434-relatorio-de-gestao-de-florestas-publicas-2019/file>. Acesso em: 21 jul. 2020.

SANTANA, A. C.; SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A. L.; YARED, J. A. G. O valor econômico da extração manejada de madeira no baixo Amazonas, estado do Pará. **Revista Árvore**, v.36, n.3, p.527-536, 2012.

ARAÚJO, H. B. **Avaliação econômica de eucalipto irrigado em diferentes cenários**. 2010. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu – SP, 2010.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. 2ed. Viçosa: Universidade Federal Viçosa, 2013. 386 p.

SILVA, M. L., FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Valor Esperado da Terra (VET). **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 931-936, 2005.

SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: estudo de caso. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 1, p. 135-141, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Resolução nº 25, de 02 de abril de 2014**. Estabelece os parâmetros do regime econômico-financeiro dos editais e dos contratos de concessão florestal, define o potencial volumétrico de referência, regulamenta os procedimentos para a cobrança dos preços dos produtos florestais e dá outras

providências. 2014. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/documentos/concessoes-florestais/concessoes-florestais-florestas-sob-concessao/flona-de-caxiuana/legislacao-aplicacao-edital-de-caxiuana/1204-resolucao-sfb-n-25-de-02-de-abril-de-2014-altera-resolucao-n-02-2011-e-17-2012/file>. Acesso em: 16 set. 2020.

GUIMARÃES, J.; CHIACCHIO, M.; SANTOS, D.; FRANCO, E.; RODRIGUES, J.; SOZINHO, T.; **Pereira, D. Boletim de Preços de Madeira em Tora na Amazônia (Julho de 2010)**. Belém: Imazon, n. 10, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Processo nº 02080.000437/2010-14**. 2012. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/documentos/concessoes-florestais/concessoesflorestais-florestas-sob-concessao/flona-de-saraca-taquera/contratos-eaditivos/correcao-depreco-1/699-divulgacao-dos-precos-contratuais-2012-flona-saraca-taquera-1/file>. Acesso em: 30 set. 2020.

BATISTA, A. F. **O uso de ferramentas de otimização para concessões florestais na Amazônia: uma abordagem econômica**. III Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e Mercado Florestal: concurso de monografias sobre o tema: estudos de economia e mercado florestal: coletânea de monografias premiadas. Brasília: ESAF, 2016.

AMARAL, P.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; VIDAL, E. **Floresta para Sempre: um Manual para Produção de Madeira na Amazônia**. Belém: Imazon, p. 130, 1998.

CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE EM GETÚLIO VARGAS. **Contribuições para a análise de viabilidade econômica das propostas referentes à decuplicação da área de manejo florestal sustentável**. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas. São Paulo, p. 65. 2015.

LEITE, C. C. C. **Custo de produção de madeira em tora e definição ótima de unidades de produção anual em florestas nativas na Amazônia**. 2017. 200 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro – ES, 2017.

BACHA, C. J. C.; RODRIGUEZ, L. C. E. Profitability and social impacts of reduced impact logging in the Tapajos National Forest, Brazil—A case study. **Ecological Economics**, v. 63, n. 1, p. 70–77, 2007.

LIMA, F. B. de. **Determinantes da viabilidade financeira no investimento em concessões florestais**. 2020. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Cadastro nacional de florestas públicas – atualização 2018**. 2018. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/cadastro-nacional-de-florestas-publicas/127-informacoes-florestais/cadastro-nacional-de-florestas-publicas-cnfp/1670-cadastro-nacional-de-florestas-publicas-atualizacao-2018>. Acesso em: 30 set. 2020.

VERÍSSIMO, A.; SOUZA JR., C.; CELENTANO, D.; SALOMÃO, R.; PEREIRA, D.; BALIEIRO, C. **Áreas para produção florestal manejada: detalhamento do macrozoneamento ecológico econômico do estado do Pará. Relatório para o Governo do Estado do Pará.** 2006.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. **Parcerias Estratégicas**, v. 19, n. 38, p. 13-44, 2015.

APÊNDICE 1 – Custos da Concessão florestal na UMF-II localizada na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará.

Custos da Concessão florestal		
Atividades	Unidade	Preço
Delimitação de UT	R\$ m ³	1,21
Abertura de picada interna da UT	R\$ m ³	2,14
Plaqueteamento de picada de delimitação e interna da UT	R\$ m ³	0,79
Inventário censitário	R\$ m ³	2,54
Planejamento de estrada florestal e pátio de estocagem de madeira	R\$ m ³	0,52
Abertura de estrada florestal e pátio de estocagem de madeira	R\$ m ³	8,96
Abate de árvore	R\$ m ³	1,42
Taçamento de árvore	R\$ m ³	1,37
Planejamento de arraste de tora	R\$ m ³	1,08
Arraste de tora	R\$ m ³	21,78
Identificação/mensuração das toras	R\$ m ³	3,97
Equipe técnica	R\$ m ³	14,08
Mecânica e almoxarifado	R\$ m ³	6,54
Veículos de transporte e apoio das equipes de campo da exploração	R\$ m ³	5,42
Equipe de Apoio	R\$ m ³	17,21
Estrutura Geral	R\$ m ³	1,25
Energia (Motor)	R\$ m ³	3,36
Custos do projeto (adversos 1%)	R\$ m ³	0,47
Tratos silviculturais	R\$ m ³	5,95
Transporte até a serraria	R\$ m ³	30
Elaboração do PMFS	R\$.proj	213.483,4
POA	R\$ ano	32.729,693
Custo do edital	R\$ ano	219.337,52
VMA	R\$ ano	84.777,86498
Certificação florestal	R\$/5 anos	216.712,8355
Valor do contrato	R\$ ano	1.864.285,511
ICMS	%	15

APÊNDICE 2 - Fluxo de caixa da concessão florestal na UMF-II, localizada na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, considerando o cenário base*.

Ano	Custos (R\$)	Receitas (R\$)	Saldo (R\$)
0	432820,92	0	-432820,92
1	7258102,35	7319353,539	61251,1888
2	7809100,073	7651913,509	-157186,56
3	7830320,464	7892528,888	62208,424
4	7952641,8	8014982,434	62340,6348
5	8484727,558	8547347,121	62619,563
6	8603620,449	8666236,591	62616,1422
7	8819239,58	8881788,338	62548,7584
8	9044343,454	9106737,794	62394,3395
9	9322420,842	9384505,994	62085,152
10	9624146,833	9685748,636	61601,8034
11	9935719,757	9996661,168	60941,4105
12	10257466,24	10317553,99	60087,7535
13	10589724,07	10648747,47	59023,4047
14	10932842,62	10990572,27	57729,6449
15	11287183,26	11343369,64	56186,374
16	11653119,79	11707491,8	54372,0161
17	12031038,87	12083302,29	52263,4175
18	12421340,55	12471176,29	49835,7388
19	12824438,71	12871501,05	47062,339
20	13240761,58	13284676,24	43914,6522
21	13670752,29	13711114,34	40362,0561
22	14114869,38	14151241,11	36371,7316
23	14573587,44	14605495,95	31908,5132
24	15047397,64	15074332,37	26934,7294
25	15536808,41	15558218,44	21410,032
26	16042346,04	16057637,26	15291,215
27	16564555,39	16573087,41	8532,02071
28	17104000,58	17105083,52	1082,93302
29	17661265,74	17654156,7	-7109,0426
30	18236955,74	18220855,13	-16100,614

*O cenário base considera o preço de venda da tora e torete correspondentes à R\$ 420,00 e R\$ 72,00, respectivamente. E também considera o preço do m³ da tora e torete pago ao Serviço Florestal Brasileiro de R\$ 135,66 e R\$ 8,86, respectivamente.