

FELIPE CORRÊA RIBEIRO

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO MANEJO FLORESTAL
SUSTENTÁVEL: UM ESTUDO DE CASO DA FLONA DE CAXIUANÃ**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Sebastião Renato Valverde

Coorientador: Carlos Moreira M. Eleto Torres

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

R484a
2021
Ribeiro, Felipe Corrêa, 1995-
Análise da viabilidade econômica do manejo florestal sustentável: um estudo de caso da FLONA de Caxiuanã / Felipe Corrêa Ribeiro. – Viçosa, MG, 2021.
1 dissertação eletrônica (74 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Sebastião Renato Valverde.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 60-68.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2021.059>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Florestas - Administração - Amazônia. 2. Madeira - Exploração - Amazônia. 3. Política florestal - Amazônia. 4. Florestas - Conservação - Amazônia. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal. II. Título.

CDO adapt. CDD 634.993

Bibliotecário(a) responsável: Renata de Fátima
Alves CRB6/2578

FELIPE CORRÊA RIBEIRO

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO MANEJO FLORESTAL
SUSTENTÁVEL: UM ESTUDO DE CASO DA FLONA DE CAXIUANÃ**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de julho de 2021.

Assentimento:



Felipe Corrêa Ribeiro
Autor



Sebastião Renato Valverde
Chefe do Depto. de Engenharia Florestal
Sebastião Renato Valverde
Orientador

A todos os mestres e doutores que me ensinaram tanto em tão pouco tempo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo o dom da vida e a liberdade de poder fazer nossas escolhas.

À minha família, meu pai, uma pessoa de muita determinação, vontade e que passa toda esta energia para mim. À minha mãe, que sempre incentivou minhas conquistas e desejos profissionais. Ao meu irmão, que sempre foi meu companheiro e ombro amigo nos momentos mais oportunos.

Aos meus familiares que sempre estão torcendo por mim e felizes com meu sucesso. Em especial, meu tio Gilmar que sempre foi um exemplo de profissional e apaixonado pela área ambiental. Às minhas tias Adriana, Patricia, Pi e Cidinha que são apoio constante não só meu, quanto de toda a minha família.

À minha namorada, Deborah, por todo incentivo, carinho e boas energias nesses anos, principalmente durante grande parte do *home office*.

Ao meu orientador, professor e estimado “chefe” Sebastião Renato Valverde, por todos os ensinamentos, apoio, auxílio e condução deste trabalho que foi idealizado em conjunto e me deixou tão orgulhoso.

Ao meu coorientador e amigo Carlos Torres, por ser um exemplo de profissional e pesquisador, além de dar todo o suporte aos seus orientados.

Ao professor Paulo, pela disponibilidade e interesse em participar da banca e contribuir para a construção deste trabalho.

A Paula Xavier, Gerson Barbosa e Larissa Pires que são companheiros da graduação e pós-graduação e por estarmos sempre nos incentivando mutuamente nesta vida acadêmica.

A todos os professores do departamento pela orientação e contribuição para conclusão deste trabalho. A Universidade Federal de Viçosa, por nos proporcionar melhores condições de ensino, pesquisa e extensão, sempre com excelência e cuidado com sua comunidade acadêmica. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) por fornecer todo o apoio e financiamento para esse projeto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal pela oportunidade de desenvolver esse trabalho, e em especial ao Alexandre pela disponibilidade e atenção ao longo desses anos.

A todos os participantes do grupo GEEA e Política e Gestão, que auxiliam e contribuem constantemente com a formação dos seus participantes. Aos demais pós-graduandos da Ciência Florestal que impactam e contribuem com os outros trabalhos do programa, em especial ao Bruno Schiettini que auxiliou diretamente neste trabalho.

A todos da empresa CEMAL que se dispuseram a participar da nossa pesquisa e não mediram esforços para a execução da mesma. Em especial a Jéssica Dalmasso e o Rodrigo, profissionais da empresa que foram chaves para a compreensão e execução de todos os contatos neste tempo de pandemia.

Aos amigos de São Geraldo, que vivenciaram momentos de alegria e tristeza e sempre são pontos de apoio e confiança, em especial ao meu amigo Gabriel Benhami, um dos meus maiores incentivadores deste trabalho.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que obtivesse êxito.

O meu agradecimento eterno!

BIOGRAFIA

Filho de Cláudio Luiz Ribeiro e Denise Corrêa da Silva Ribeiro, natural de São Geraldo, MG. Começou na área florestal em 2011 ao iniciar o curso técnico em Florestas no Instituto Federal Campus – Rio Pomba, concluindo-o em 2013. Em 2014, ingressou no Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), concluindo-o em julho de 2019. Em agosto de 2019, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da UFV, em nível de Mestrado, submetendo-se à defesa de dissertação em julho de 2021.

*“Geralmente quando os problema aparece
A gente tá desprevenido né não?
Errado
É você que perdeu o controle da situação, sangue-bom
Perdeu a capacidade de controlar os desafios
Principalmente quando a gente foge das lição
Que a vida coloca na nossa frente, eu sei, 'tá ligado'?
Você se acha, você se acha sempre incapaz de resolver
Se acovarda morô?
O pensamento é a força criadora, irmão
O amanhã é ilusório
O hoje é real
É a realidade que você pode interferir
As oportunidades de mudança
Tá no presente
Não espere o futuro mudar sua vida
Porque o futuro será a consequência do presente
Parasita hoje
Um coitado amanhã
Corrida hoje
Vitória amanhã
Nunca esqueça disso, irmão
Acreditar e sonhar”.*

(Pedro Paulo Soares Pereira – Racionais Mc's)

RESUMO

RIBEIRO, Felipe Corrêa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2021. **Análise da viabilidade econômica do Manejo Florestal Sustentável: um estudo de caso da FLONA de Caxiuanã.** Orientador: Sebastião Renato Valverde. Coorientador: Carlos Moreira Miquelino Eleto Torres.

Conhecida mundialmente pela sua biodiversidade, a Floresta Amazônica pode fornecer uma gama de produtos por meio do Manejo Florestal Sustentável (MFS). Tal possibilidade faz o uso consciente da floresta, gera renda e emprego para população do entorno, sendo o melhor caminho para a sua preservação. Seguindo este interesse foi criado as concessões florestais, com foco em ampliar o MFS na região Amazônica, dando uso a grande parte das florestas públicas que comumente são desmatadas. Ainda assim, a concorrência com projetos de menor risco para a região como a soja e o gado bovino e a falta de conhecimento sobre os reais custos e a viabilidade do MFS afastam os atores florestais dessa possibilidade. Dessa forma, objetivou-se com o trabalho analisar a viabilidade econômica do manejo florestal sustentável em área de concessão com foco na exploração de madeira em tora na FLONA de Caxiuanã - Pará, identificando os principais parâmetros que interferem na viabilidade do empreendimento. A área de estudo foi a FLONA de Caxiuanã, mais precisamente a UMF III, sob concessão da CEMAL desde 2016. Possui uma área efetiva de manejo de 49.182,48 hectares e um ciclo de corte de 30 anos, indicando Unidades de Produção Anual de 1.640 hectares, em média. Os dados de custos e receitas utilizados são referentes ao ano de 2020 e permitiu criar um fluxo de caixa para o horizonte de 40 anos da concessão, além da determinação da viabilidade econômica por meio do Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE), Custo médio de Produção (CMP), Razão Benefício/Custo (B/C) e *Payback*. Para determinar a sensibilidade dos parâmetros que impactam a viabilidade foi utilizado o software *@Risk*, que cria simulações por meio de variações dos parâmetros escolhidos. Entre os resultados obtidos estão a caracterização dos custos com destaque para o de exploração e de concessão que alcançaram mais de 71% dos custos totais, sendo que ao contabilizar os custos separadamente pode-se destacar o custo de concessão como de maior impacto, sendo mais que o dobro do segundo custo, o de transporte. Por meio do fluxo de caixa foi possível concluir a viabilidade econômica positiva da concessão, com um VAE de R\$ 802.206,83, ou R\$ 34,01 por metro cúbico produzido

e uma razão benefício/custo (B/C) de 1,08 para a produtividade média de 14,39 m³.ha⁻¹. A análise de sensibilidade apontou que o preço de mercado e o fator franco para a venda da madeira possuem os maiores impactos na sensibilidade do MFS, podendo representar até a inviabilidade do projeto. Os parâmetros área explorada, produtividade média, custo de exploração e custo de concessão também impactam a viabilidade do projeto, mas não tanto a ponto de torná-lo negativo.

Palavras-chave: Análise de sensibilidade. Concessão florestal. Política florestal. Unidades de Conservação.

ABSTRACT

RIBEIRO, Felipe Corrêa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2021. **Analysis of the economic viability of Sustainable Forest Management: a case study of the Caxiuanã National Forest.** Adviser: Sebastião Renato Valverde. Co-adviser: Carlos Moreira Miquelino Eleto Torres.

Known worldwide for its biodiversity, the Amazon Forest can provide a range of products through Sustainable Forest Management (SFM). Such possibility makes the conscious use of the forest, generates income and employment for the surrounding population, being the best way for its preservation. Following this interest, the forest concessions were created, with a focus on expanding SFM in the Amazon region, making use of a large part of the public forests that are commonly deforested. Still, competition with projects of less risk to the region, such as soy and cattle, and the lack of knowledge about the real costs and viability of SFM keep forest actors away from this possibility. Thus, the objective of this study was to analyze the economic viability of sustainable forest management in concession areas with a focus on logging in the Caxiuanã National Forest - Pará, identifying the main parameters that interfere with the viability of the enterprise. The study area was the Caxiuanã National Forest, more precisely the FMU III, under concession from CEMAL since 2016. It has an effective management area of 49,182.48 hectares and a cutting cycle of 30 years, indicating Annual Production Units of 1,640 hectares, on average. The cost and revenue data used refer to the year 2020 and allowed creating a cash flow for the 40-year horizon of the concession, in addition to determining the economic viability through Net Present Value (NPV), Annual Equivalent Value (EAV), Average Production Cost (APC), Benefit/Cost Ratio (B/C) and Payback. To determine the sensitivity of the parameters that impact viability, the @Risk software was used, which creates simulations through variations of the chosen parameters. Among the results obtained are the characterization of the costs, especially the exploration and concession costs, which reached more than 71% of the total costs, and when accounting separately for the costs, the concession cost can be highlighted as having the greatest impact, being more than double the second cost, transportation. Through the cash flow it was possible to conclude the positive economic viability of the concession, with an EAV of R\$ 802,206.83, or R\$ 34.01 per cubic meter produced and a benefit/cost ratio (B/C) of 1.08 for an average productivity of 14.39 m³.ha⁻¹. The sensitivity analysis indicated

that the market price and the franc factor for the sale of wood have the greatest impacts on the sensitivity of the MFS, and may even represent the unfeasibility of the project. The parameters area explored, average productivity, exploration cost and concession cost also impact the viability of the project, but not so much as to make it negative.

Keywords: Sensitivity Analysis. Forest Concession. Forestry Policy. Conservation Units.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO	15
2.1. Objetivo geral	15
2.1. Objetivos específicos	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Área de estudo	16
3.2. Característica do Manejo Florestal na FLONA de Caxiuanã – UMF III	17
3.3. Banco de dados	18
3.4. Análises econômicas	21
3.5. Análise de sensibilidade	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1. Custos e Receitas	27
4.2. Análise da viabilidade econômica	39
4.3. Análise de sensibilidade	47
5. CONCLUSÕES	59
6. REFÊRENCIAS	60
APÊNDICES	69

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica estende-se por nove países da América do Sul, com uma área total de 6,4 milhões de quilômetros quadrados, sendo o Brasil o mais representativo com 4 milhões de quilômetros quadrados, aproximadamente 63% da área total (PEREIRA et al., 2010). Além disso, é caracterizado pela alta biodiversidade de espécies florestais, com mais de quarenta mil espécies, sendo grande parte delas endêmicas da região, que exemplifica a necessidade da manutenção da floresta em pé (MITTERMEIER et. al., 2003; ANTONI, 2010).

Com esta necessidade em mente foi criado o Manejo Florestal Sustentável (MFS) que, pelo conceito legal, é determinado como: a gestão da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais a partir de produtos madeireiros e não-madeireiros, considerando as limitações do ecossistema e seus mecanismos de sustentação (BRASIL, 2006a). Higuchi et. al. (2004) classifica o manejo florestal sustentável como o aproveitamento de recursos florestais em virtude do que a própria floresta pode produzir, sem afetar as características naturais e estruturais ao longo dos anos. Ambos os conceitos expressam a importância da manutenção da floresta e de suas características para o futuro.

Diante dos benefícios que o manejo florestal pode trazer para preservação da floresta amazônica, o governo federal regulamentou a implantação das concessões no país pela Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei nº 11.284 de 2006). A concessão florestal consiste na abertura de florestas públicas para a exploração de terceiros por processo licitatório. Além disso, tem como objetivo evitar a ocupação desordenada e a extração ilegal nessas áreas, gerar emprego formal e renda para a população local e ampliar o MFS na região Norte do país (BRASIL, 2006b).

Entretanto, a realidade das concessões florestais no Brasil é bem singular. Até 2019 havia uma área total ativa de aproximadamente 1,5 milhões de hectares e produção de 221.000 metros cúbicos por ano, valores bem abaixo do esperado após mais de 10 anos do primeiro contrato assinado no país (AZEVEDO-RAMOS et. al, 2015; BRASIL, 2019b).

Entre os principais motivos pelo não interesse em áreas de concessão estão o alto custo inicial para implantação do MFS nestes locais, a alta burocracia nos processos de licitação pela interação com diferentes órgãos ambientais e,

principalmente, a oferta de madeira ilegal na região que cresce constantemente e cria uma instabilidade no mercado (CANOVA et. al., 2012; ANGELO et. al., 2014; PASSOS et. al., 2020; SIST et. al., 2021).

Existe ainda a dificuldade de algumas áreas de concessão serem fornecedoras de madeira em longo prazo no país, devido a exploração seletiva e baixa recuperação dos indivíduos remanescentes, levando a necessidade do aumento de áreas manejadas (SIST et. al., 2021). Embora esta situação não diminua a importância das concessões para alavancar o manejo florestal sustentável na região Norte, ela exemplifica a necessidade de maiores estudos sobre a recuperação florestal e o conhecimento dos custos, receitas e práticas para uma exploração totalmente sustentável (AZEVEDO-RAMOS et. al., 2015; OLIVEIRA et. al., 2020).

Diversos estudos que apresentam a viabilidade do manejo florestal sustentável para a exploração madeireira, tiveram resultados bem positivos, com retornos maiores que a exploração convencional (HOLMES et. al., 2002; SANTAN et. al., 2012; DE BONA et. al., 2015), porém outros nem tanto (TIMOFEICZYK JÚNIOR et. al., 2008; RODRIGUES et. al., 2019). Entretanto é importante destacar que o MFS possui particularidades específicas para cada situação, necessitando observar e caracterizar quais são os parâmetros de maior impacto e como eles afetam a viabilidade final desse tipo de empreendimento (REZENDE et. al., 2013; BRAZ et. al., 2014a; ANGELO et. al., 2016; HOLMES; 2016).

Ademais, as áreas de concessão e de manejo como um todo podem fornecer outros produtos, como os não-madeireiros, artesanatos, geração de energia por meio dos resíduos ou até mesmo a prestação de serviços ecossistêmicos (RODRIGUES et. al., 2019). Isso tudo representa a grande oportunidade que é manejar a floresta, mesmo que falte ainda conhecimento sobre custos, lucratividade e a volatilidade da exploração madeireira e dos outros produtos florestais possíveis (ANGELO et al., 2014, HUMPHRIES et. al, 2020).

Portanto o estudo tem como objetivo analisar a viabilidade econômica do manejo florestal de madeira em tora na Floresta Amazônica em áreas de concessão, identificando os principais parâmetros que interferem na viabilidade do empreendimento.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar a viabilidade econômica do manejo florestal sustentável em área de concessão com foco na exploração madeireira na Floresta Amazônica, identificando os principais parâmetros que interferem na viabilidade do empreendimento.

2.1. Objetivos específicos

1. Determinar a viabilidade econômica do manejo florestal sustentável em área de concessão;
2. Identificar quais itens de custo mais impactam a viabilidade econômica do manejo florestal sustentável em área de concessão;
3. Levantar quais parâmetros do MFS apresentam maior sensibilidade a sua viabilidade econômica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A Floresta Nacional (FLONA) de Caxiuanã ($01^{\circ}42'30''\text{S}$ e $51^{\circ}31'45''\text{W}$) é uma das Unidades de Conservação (UC) denominada de Uso Sustentável pela Lei Nº 9.985 de 18 de julho de 2000 – SNUC (BRASIL, 2000). De acordo com seu Plano de Manejo (PM) a FLONA possui 322.400,00 hectares. Está localizada no estado do Pará, sendo que 59% do seu território se encontra no município de Portel e os 41% restantes no município de Melgaço. Seu acesso é possível pelos municípios de Portel, Melgaço, Senador José Porfírio, Porto de Moz e Gurupá (CEMAL, 2017).

Para a concessão florestal, a FLONA foi subdividida em 3 Unidades de Manejo Florestal (UMF), sendo que o objeto deste estudo foi a UMF III que possui 52.168,02 hectares geridos pela CEMAL - Comércio Ecológico de Madeiras - Ltda EPP, concessionária que venceu a licitação feita pelo Serviço Florestal Brasileiro - SFB (CEMAL, 2017).

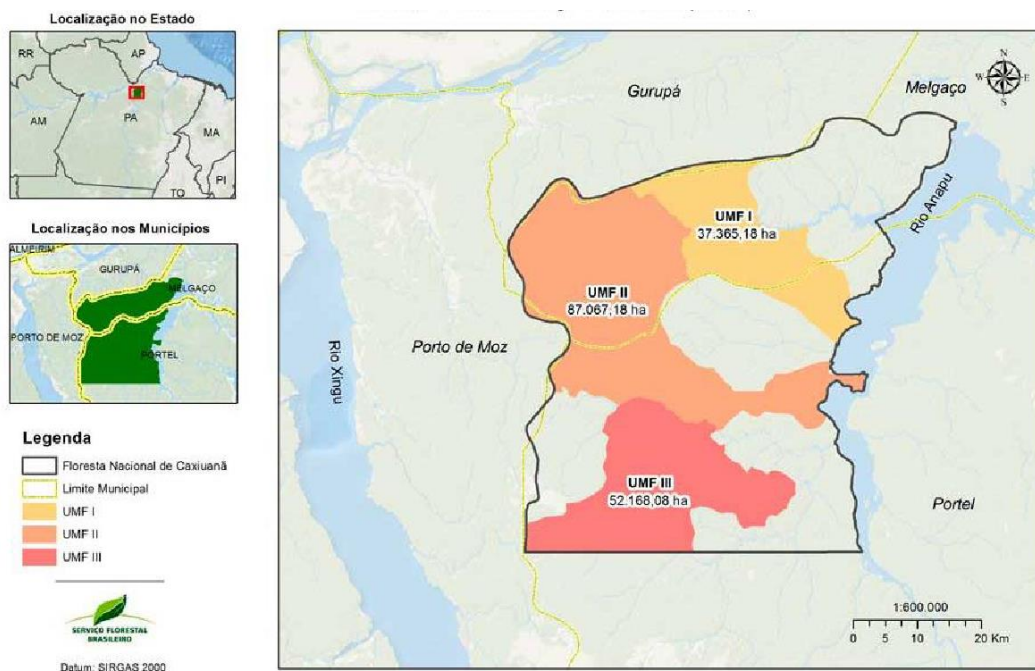


Figura 1. Localização da Floresta Nacional de Caxiuanã e suas Unidades de Manejo Florestal. Fonte: Serviço Florestal Brasileiro, 2019.

A região da FLONA de Caxiuanã se destaca pelas elevadas temperaturas, com uma média de $26,7^{\circ}\text{C}$, oscilando entre 22°C a 32°C (FERREIRA DA COSTA et al., 2003). A região possui ainda uma distribuição regular de chuva durante o ano, com

uma boa definição do período de estiagem e uma precipitação média de 1.960 mm por ano (SOUZA, 2003). O clima da região é do tipo Am pela classificação de Köppen, esta tipologia indica um clima de monção, com precipitação excessiva durante alguns meses e com uma curta estação seca (ALVARES et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2008). Esta característica impacta a logística de atividades no local, onde as principais atividades ocorrem preferencialmente no período menos chuvoso (OLIVEIRA et al., 2008; CEMAL, 2017).

Com base nos mapas do tipo de vegetação da Amazônia Legal, feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram identificados três tipos de vegetação primária de ocorrência na FLONA. A Floresta Ombrófila Densa de terras baixas, denominada de Floresta de terra firme, corresponde a maior área com cerca de 99%. O restante é compreendido por Campinaramas ocupando 0,7% e Floresta Ombrófila Densa aluvial que ocupa 0,2% da área da FLONA de Caxiuanã (CEMAL, 2017; IBGE; 2019a).

3.2. Característica do Manejo Florestal na FLONA de Caxiuanã – UMF III

A empresa CEMAL venceu a licitação da UMF III feita pelo SFB em 2016 e iniciou a exploração em 2018. O contrato aprovado prevê uma concessão da área por 40 anos, a partir da assinatura do contrato. A UMF III possui uma área disponível para exploração de 49.182,48 hectares e um ciclo de corte de 30 anos, isso significa que as Unidades de Produção Anual (UPA) terão, em média, 1.640 hectares aproximadamente, podendo variar para mais ou para menos de acordo com o Plano Operacional Anual (POA) (CEMAL, 2017).

No Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) elaborado pela empresa, relata-se que a extração será limitada a 25,8 m³/ha, indiciando o uso de um incremento médio anual (IMA) de 0,86 m³/ha/ano e ciclo de corte de 30 anos, como recomendado pela legislação (BRASIL, 2006a; CEMAL, 2017).

Como determinado na IN nº5 de 2006, o PMFS do tipo Pleno permite a entrada de máquinas de arraste, além de uma maior quantidade de madeira a ser retirada, necessitando de uma floresta mais densa e diversa (BRASIL, 2006a). Em levantamentos prévios foi observado um volume de 78,90 m³/ha e densidade de 20,75 árvores/ha de espécies acima do DMC de 50 cm. Tais valores são menores para a exploração devido à presença de espécies não-comerciais e critérios de seleção que

devem ser seguidos, como a permanência de espécies matrizes e espécies ninhos, a proteção contra as espécies em extinção listadas pela IUCN e outros critérios.

Ao todo, a CEMAL já comercializou mais de 40 espécies em madeira em tora, sendo hoje uma frequência de 30 espécies por ano com valores de mercado diferentes para cada espécie ou grupo. Os preços encontrados por espécie variam de acordo com o interesse do mercado, afetando a produção anual. A própria CEMAL confirmou que só faz a retirada de determinada espécie florestal quando o valor de mercado se torna compensatório, tornando fundamental determinar este valor mínimo de atratividade.

3.3. Banco de dados

A concessionária faz o levantamento detalhado de todos os custos e receitas anuais relacionados a FLONA de Caxiuanã, a partir da exploração madeireira. Além disso, o MFS necessita de um bom planejamento, construções de infraestrutura e compra de maquinários nos momentos iniciais, dessa forma há uma ausência de receita em um primeiro momento do fluxo de caixa. No caso da UMF III, teve-se dois investimentos iniciais, em infraestrutura, contando com a abertura da área e estradas, construção de alojamento e outras benfeitorias, no primeiro ano e no segundo a compra dos maquinários e demais veículos importantes para o MFS, disponibilizados no Apêndice 2.

Ainda para estes dois anos iniciais existem gastos relacionados ao edital de concessão e o valor mínimo anual (VMA) a ser pago, mesmo sem a exploração durante este período. Estes valores são definidos no edital de concessão e no contrato firmado com o SFB, respectivamente, a cargo do vencedor do edital. O primeiro representa o custo relacionado aos estudos realizados para a abertura da concessão e o segundo, ao pagamento mínimo anual da concessão, mesmo que não aconteça a exploração em um determinado ano. O custo do edital é referente ao ano 1 e o VMA faz referência ao ano 2. Juntamente com estes dados são contabilizados a depreciação e os juros sobre o capital investido, sendo os valores referentes a infraestrutura a partir do ano 1 e o valor do maquinário a partir do ano 2 (SFB, 2016).

O relatório financeiro empresarial do ano de 2020 fornecida pela CEMAL lista todos os custos e receitas para um ano de exploração madeireira na FLONA de Caxiuanã, tendo como referência os valores de 2020. Dessa forma foi possível determinar os custos e receitas anuais de exploração e posteriormente compor todo

o fluxo de caixa, visto que as atividades anuais se repetem ao longo de toda a concessão. Dessa forma, cria-se o fluxo de caixa completo do manejo florestal sustentável para uma área de concessão pública.

Por este relatório os custos foram divididos entre atividades administrativas, tributos/taxas, concessão e de exploração, sendo o último com as seguintes subdivisões: colaboradores, logística e peças/manutenção. Há outros custos que ainda compõe o fluxo anual da empresa, como: a depreciação (do maquinário e da infraestrutura), os juros aplicados ao capital investido e o seguro do maquinário.

A madeira é comercializada por meio da unidade volumétrica francon (Figura 2-B), forma de medição diferente da utilizada pelo SFB na contabilização da volumetria retirada. Dessa forma, é necessário criar um fator francon para correção do volume geométrico (Figura 2-A), sendo importante para definir o fluxo de caixa. Neste trabalho o fator foi definido por meio dos dados de produção volumétrico e francon para o ano de 2020, sendo um fator de 0,816.

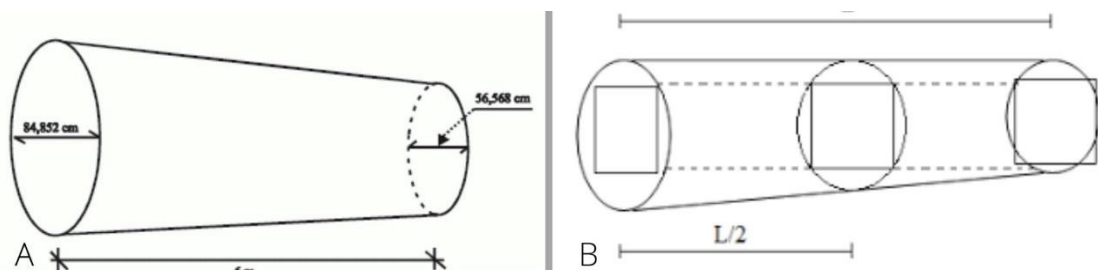


Figura 2-A. Metodologia utilizada para o cálculo do volume geométrico em tora. Figura 2-B. Metodologia utilizada para o cálculo do volume francon. Fonte: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Elaboração: Autor.

Para o cálculo da depreciação de máquinas levantou-se todos os maquinários usados na concessão e os seus valores de aquisição. Foi usado a depreciação linear, com uma vida útil de 10 anos e valor de sucata de 20%, de acordo com a equação abaixo.

$$Da = \frac{Vn - Vr}{N}$$

Onde:

Da= depreciação anual;

Vn= valor do investimento;

Vr= valor de revenda ou sucata;

N= período de depreciação.

O valor da vida útil e da sucata faz referência ao trabalho de Holmes et. al. (2002), que destaca 2.000 horas efetiva de trabalho por ano, com 5 anos de vida útil. Como a empresa CEMAL realiza as atividades de exploração com menos de 1.000 horas efetivas de trabalho por ano, foi determinada uma vida útil de 10 anos.

A depreciação da infraestrutura não conta com um valor de sucata, visto que são benfeitorias que não podem ser vendidas. Dessa forma, deve seguir a seguinte equação, considerando um período de depreciação de 20 anos:

$$Da = \frac{VN}{N}$$

Onde:

Da= depreciação anual;

VN= valor do investimento;

N= período de depreciação.

Com um alto investimento é necessário calcular a remuneração do uso do capital investido, tanto em maquinário quanto em infraestrutura e acrescentá-lo ao fluxo de caixa anual da empresa. Neste trabalho foi usado a fórmula utilizada no trabalho de VIEIRA et. al (2016), onde:

$$J = Va \times i \times f$$

Em que:

J= juros pela remuneração do capital;

Va= valor de total investido;

i= taxa anual de juros do projeto;

f= fator que corrige o valor total em virtude da depreciação (0,6).

O maquinário florestal sempre foi considerado de alto valor, sendo necessário a determinação de valores de seguro para a preservação e segurança do investidor. Neste trabalho foi utilizado o valor de 1% do total investido em maquinário como seguro anual, o mesmo valor usado no trabalho de Holmes et. al. (2002).

Todos os dados, tanto de custos quanto de receitas são convertidos por hectare e por ano para facilitar comparações. Como em 2020 a exploração ocorreu em uma área maior que o tamanho médio das UPAs é necessário a correção para valores médios dos custos e receitas. Outras informações importantes como os grupos e/ou espécies produzidas e o preço de venda da madeira pela concessionária também fazem referência ao ano de 2020. O mesmo foi feito para o valor pago pela madeira no contrato de concessão, além da determinação da não atualização anual,

visto que todos os custos e receitas são também influenciados pelo IPCA, índice usado para a correção dos valores pagos pela madeira na área de concessão.

De posse de todas as informações é confeccionado o fluxo de caixa para os 40 anos de validade do contrato.

3.4. Análises econômicas

As análises econômicas ou análises de investimento permitem avaliar o retorno e a viabilidade de empreendimentos florestais (REZENDE et. al., 2013). Com os dados da empresa CEMAL definiu-se um fluxo de caixa do manejo florestal sustentável na Amazônia para uma área de concessão. Os primeiros anos apresentam somente custos ao manejador, devido a inúmeros documentos e atividades que devem ser iniciadas antes da retirada da madeira. Após este período inicial anualmente a concessionária faz a exploração madeireira, que compõe a receita do MFS.

Deste momento em diante todos os anos possuem as mesmas atividades, todas elas estão listadas no Apêndice 1 e compõem as atividades pré-exploratórias, exploratórias e pós-exploratórias. Este padrão de atividade anual varia de acordo com o tamanho das áreas, provando a necessidade de comparações por hectare. Além disso, como o contrato de concessão é de 40 anos e o ciclo de corte de 30 anos, o horizonte de análise será de 40 anos, com algumas áreas chegando ao segundo ciclo de corte.

Neste trabalho adotou-se 5 critérios de análises econômicas: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE), Custo médio de Produção (CMP), *Payback* e Razão Benefício/Custo (B/C) (REZENDE et. al., 2013), além da determinação da lucratividade anual em anos de exploração. Algumas dessas análises, como o VPL e o VAE, precisam de uma taxa mínima de atratividade (TMA), ou taxa de juros, que indica o mínimo que o investimento deve retornar ao investidor (REZENDE et. al., 2013). Neste trabalho aplicou-se uma taxa de 6% ao ano, como retorno mínimo esperado pelo MFS, condizente com o retorno de investimentos de menor risco para a época de estudo e por ser um valor condizente para projetos florestais.

O Valor Presente Líquido (VPL) é um método de avaliação de investimento de projetos que pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do

fluxo de caixa a ele associado. Dessa forma, é a diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos (SILVA et. al., 2005). Sendo assim:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}$$

Onde:

R_j = valor atual das receitas;

C_j = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

j = período em que as receitas ou os custos ocorrem;

n = número de períodos ou duração do projeto.

O Valor Anual Equivalente (VAE) pode ser dito como um derivado ou correção do VPL, pois consiste basicamente de transforma o valor atual do projeto, seu VPL, em fluxo de receitas ou custos periódicos e contínuos, equivalentes ao valor atual, durante a vida útil do projeto (SILVA et. al., 2005).

Dada uma taxa de juros “ i ” unitária, adotada também para o intervalo entre os fluxos de caixa, o VAE de um projeto pode ser calculado por meio da seguinte fórmula:

$$VAE = \frac{VPL[(1+i)^t - 1]}{1 - (1+i)^{-nt}}$$

Em que:

n = duração do projeto;

t = número de períodos de capitalização;

Os demais termos já são citados na equação (1).

Como o cálculo é para encontrar os valores anuais, pressupõe que $t=1$, logo a fórmula pode ser apresentada dessa forma:

$$VAE = \frac{VPL * i}{[1 - (1+i)^{-n}]}$$

Em ambos, VPL e VAE o projeto será considerado economicamente viável se apresentar valores positivos, indicando que os valores corrigidos de receita são maiores que os de custos. Quanto à seleção de um melhor empreendimento, os dois métodos determinam que o mais rentável é o de maior valor (REZENDE et. al., 2013).

O Custo Médio de Produção (CMP), baseia-se em dividir o valor atual dos custos pela produção total equivalente. Este modelo permite calcular o preço de

produção do produto e identificar o preço de venda de acordo com a margem pretendida. O cálculo pode ser exemplificado pela seguinte fórmula:

$$CMP = \frac{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n P_j (1+i)^{-j}}$$

Onde:

C_j = Custo total atualizado por período;

P_j = Produção total equivalente atualizado por período.

O *Payback – Payback period* ou período de recuperação do investimento é um método de mensurar a viabilidade econômica do projeto pelo período demandado para recuperar o dinheiro total investido. Neste caso, o valor gasto com o maquinário e infraestrutura. Caso o valor seja menor que o período de tempo analisado pode-se dizer que o projeto é viável. Quanto mais rápido ocorrer o retorno, melhor é o projeto (REZENDE et. al., 2013).

A razão Benefício/Custo (B/C) é um modelo de análise que permite observar a relação da receita total com o custo total, sendo estes valores atualizados para o ano 0. O projeto é economicamente viável quando a razão for >1 , e o mais indicado será sempre o de maior razão em momentos de seleção. A fórmula de B/C corresponde:

$$B/C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}}$$

Onde:

R_j = valor total das receitas;

C_j = valor total dos custos;

i = taxa de juros;

j = período em que as receitas ou os custos ocorrem;

n = número de períodos ou duração do projeto.

3.5. Análise de sensibilidade

Com todas as informações técnicas sobre o MFS e todos os custos e receitas envolvidos é possível testar diferentes configurações e valores objetivando analisar a sensibilidade da viabilidade econômica do projeto. Para a determinação da sensibilidade dos parâmetros foi utilizado o Pacote *Decision Tools*, mais precisamente a ferramenta *@Risk*, exclusiva do pacote para análises de sensibilidade.

Apenas um método de determinação de viabilidade foi utilizado para averiguar a sensibilidade da viabilidade por meio do *@Risk*, o VAE, por ser um método que permite um leque maior de comparação entre projetos com prazos e características diferentes. O *software* utilizado determina variações do valor original dos parâmetros escolhidos, apresentando diversos retornos para o método de viabilidade, objeto final da sensibilidade, que irá variar de acordo com as simulações criadas.

Foram testadas 10.000 simulações, onde o programa descarta os 10% do extremo da simulação (5% para mais e 5% para menos) e determina uma faixa de ocorrência para a sensibilidade, neste caso, do VAE. Além disso, destaca o valor mínimo, máximo e médio para as simulações e indica o impacto gerado por cada parâmetro utilizado no teste. Ao total foram feitos quatro testes, cada um com parâmetros diferentes, mas com variações de $\pm 10\%$ para todos. Os testes estão apresentados na tabela 1 e 2 abaixo:

O teste 1 utiliza como parâmetros todos os itens de custo listados neste trabalho, buscando analisar como cada um interfere na viabilidade final do projeto. O teste 2 utiliza todos os parâmetros que exercem impacto no MFS da FLONA de Caxiuanã, incluindo parte dos custos listados no teste 1, além de parâmetros como área explorada e produtividade média, que influem diretamente na viabilidade (Tabela 1).

Tabela 1: Teste 1 e 2 realizado no software *@Risk* visando obter a sensibilidade da viabilidade econômica para os parâmetros apresentados

Teste 1		Teste 2	
Parâmetros	Variação	Parâmetros	Variação
Custo fixo Administrativo	±10%	Custo fixo Administrativo	±10%
Custo fixo tributos	±10%	Custo fixo tributos	±10%
Custo variável tributos	±10%	Custo variável tributos	±10%
Custo variável pe. e ma.	±10%	Custo variável pe. e ma.	±10%
Custo variável colaboradores	±10%	Custo variável colaboradores	±10%
Custo variável logística	±10%	Custo variável logística	±10%
Custo SFB	±10%	Custo SFB	±10%
Depreciação máquinas	±10%	Depreciação máquinas	±10%
Juros (maquinário)	±10%	Juros (maquinário)	±10%
Juros (infraestrutura)	±10%	Seguro	±10%
Seguro	±10%	Fator m ³ p/ Francon	±10%
Depreciação infraestrutura	±10%	Área explorada por ano (ha)	±10%
		Preço de mercado	±10%
		Prod. méd. an. (m ³ /ha/ano)	±10%
		Taxa de juros (%)	±10%
		Vida útil Máquinas (anos)	±10%

Em que: pe. e ma. = peças e manutenção; Prod. méd. an. = produtividade média anual.

Os testes 3 e 4 agrupam os principais custos e parâmetros envolvidos no MFS da FLONA de Caxiuanã, permitindo observar se tal agrupamento eleva o efeito dos custos na rentabilidade do MFS, além de permitir comparações com os demais parâmetros utilizados nos testes. A decisão de quais parâmetros iriam compor cada teste foi de acordo com o autor e o orientador da pesquisa, de forma a facilitar a discussão e apresentação dos resultados encontrados (Tabela 2).

Tabela 2: Teste 3 e 4 realizado no software *@Risk* visando obter a sensibilidade da viabilidade econômica para os parâmetros apresentados

Teste 3		Teste 4	
Parâmetros	Variação	Parâmetros	Variação
Administrativo	±10%	Custo Fixo	±10%
Custo fixo Tributos	±10%	Custo Variável	±10%
Custo variável Tributos	±10%	Fator m ³ p/ Francon	±10%
Exploração/Extração	±10%	Área explorada por ano	±10%
Custo SFB	±10%	Prod. méd. an. (m ³ /ha/ano)	±10%
Área explorada por ano (ha)	±10%	Preço de mercado	±10%
Valor total investido	±10%	Taxa de Juros	±10%
Prod. méd. an. (m ³ /ha/ano)	±10%		
Preço de mercado	±10%		
Taxa de Juros	±10%		

Em que: Prod. méd. an. = produtividade média anual.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Custos e Receitas

O custo de implantação das principais infraestruturas (dormitórios, refeitório, galpões) e abertura das principais áreas (estradas e ramais de acesso) foi de R\$1.750.000,00, enquanto o custo do maquinário foi de aproximadamente R\$12.500.000,00, totalizando R\$ 14.250.00,00 aproximadamente.

Estes valores foram depreciados anualmente, de acordo com suas características, compondo o fluxo de caixa do empreendimento. Toda a frota levantada está apresentada no Apêndice 2, onde observa-se o maquinário, quantidade e o valor de aquisição.

Em um estudo na região de Altamira no Pará com área de exploração anual de 2.064,36 hectares por ano, identificaram um investimento inicial de R\$ 4.085.199,53, ou R\$ 1.978,92 por hectare explorado no ano. Mesmo sendo um alto valor de investimento, comparativamente com a área de estudo à uma discrepância nos valores, onde foi definido um custo de R\$ 7.606,39 por hectare explorado no ano, fortemente influenciado pela frota necessária para a área da CEMAL (MATSUNAGA et. al., 2008).

O alto custo inicial para a realização do manejo florestal sustentável já foi listado como sendo um dos principais entraves para o aumento de área explorada legalmente na Amazônia (DA SILVA et. al., 2009; ANGELO et. al., 2014; RIBEIRO et. al., 2020). Como grande parte dos atores florestais possuem baixa capacidade de investimento e há a existência de outras possibilidades para a área, com menor custo e risco para o investidor, existe uma preferência inicial para estas atividades (DA SILVA et. al., 2009; CANOVA et. al., 2012; ANGELO et. al., 2014).

Dessa forma, a determinação das características de cada custo se torna importante para um bom acompanhamento e monitoramento dos retornos esperados para o MFS, além de permitir observar a sensibilidade a determinados parâmetros (TIMOFEICZYK JUNIOR et. al., 2005; NOCE, 2009).

Neste trabalho os custos foram divididos em fixo e variável para o aumento ou diminuição da produção anual ou da área explorada (Tabela 3).

Tabela 3: Classificação (Fixo e variável), porcentagem, valor por metro cúbico, por hectare e valor total dos custos anuais para ano de exploração

Classificação	Total (R\$)	R\$.ha⁻¹	R\$.m⁻³	%
Custos Fixos	2.478.154,59	1.511,61	105,05	22,17
Custos Variáveis	8.697.601,29	5.305,30	368,70	77,83
Total	11.175.755,87	6.816,91	473,76	100,00

Os valores de depreciação, juros sobre o capital investido e seguro do maquinário fazem parte dos custos fixos anuais do MFS e se embasam no valor investido apresentado anteriormente. Para Timofeiczky Junior et. al., (2005) tais custos devem ser contabilizados como custos fixos por não variarem de acordo com a produção ou área explorada. Outros custos também podem ser considerados fixos, por exemplo os custos administrativos, além de alguns impostos/taxas (MENDES et. al., 1997; HOLMES et. al., 2002; TIMOFEICZYK JUNIOR et. al., 2005)

Pode-se observar que os custos fixos contabilizam pouco mais de 22% dos custos totais, enquanto o custo variável fica próximo dos 78%. Esta categorização dos custos auxilia a perceber quais são as atividades mais impactantes dentro do projeto de MFS, possibilitando agir de forma a minimizar tais custos para alcançar uma melhora na rentabilidade (REZENDE et. al., 2013). A maior participação dos custos variáveis enfatiza a necessidade de pesquisas para melhorar o rendimento e eficiência das atividades relacionadas com a produção de madeira, ficando claro que o aumento da produção na grande maioria dos casos gera um aumento na rentabilidade (MATSUNAGA et. al., 2008; LEITE, 2017; HUMPHRIES et. al., 2020).

Os custos ainda podem ter outras classificações, sendo que para este estudo eles foram separados em: administrativos, tributos/taxas, exploração, concessão, depreciação, juros sobre o capital e seguro. Entre os vários estudos que classificam os principais custos do MFS poucos são os que possuem formas e métodos de contabilização parecidos, que permitam melhores comparações entre eles (HOLMES et. al., 2002; TIMOFEICZYK JUNIOR et. al., 2005; SILVA et. al., 2011; DE BONA et. al., 2015; LEITE, 2017). A tabela 4 apresenta todos os custos, a classificação (fixo ou variável), a porcentagem do total dos custos, o valor por hectare e por metro cúbico produzido para a área de estudo.

Tabela 4: Subdivisão dos custos, classificação, valor total por hectare e por metro cúbico e porcentagem em relação aos custos totais do MFS na Flona de Caxiuanã

Custo	Class.	Valor anual (R\$)	%	R\$.ha⁻¹	R\$.m⁻³
Administrativo	Fixo	427.962,07	3,83	261,05	18,14
Tributos/taxas	Fixo e Variável	993.552,84	8,89	606,04	42,12
Exploração Pe. e Ma.	Variável	964.362,21	8,63	588,24	40,88
Exploração Colab.	Variável	1.491.323,33	13,34	909,67	63,22
Exploração Logística	Variável	1.988.253,57	17,79	1.212,78	84,29
Sub-total Extração	Variável	4.443.939,10	39,76	2.710,68	188,39
Concessão	Variável	3.588.577,07	32,11	2.188,94	152,13
Depreciação Máq.	Fixo	997.603,04	8,93	608,51	42,29
Depreciação Infra.	Fixo	87.500,00	0,78	53,37	3,71
Juros Máq.	Fixo	448.921,37	4,02	273,83	25,37
Juros Infra.	Fixo	63.000,00	0,56	38,43	3,56
Seguro Máq.	Fixo	124.700,38	1,12	76,06	10,57
Total		11.175.755,88	100	6.816,91	473,76

Onde: Class.= classificação dos custos em fixo ou variável; Pe. e Ma. = peças e manutenção; Colab. = colaboradores; Máq = maquinário; Infra. = infraestrutura.

Entre todas as subdivisões somente os custos de tributos/taxas foram classificados em fixos e variáveis, sendo esta possibilidade relatada em outros estudos (MENDES et. al., 1997; TIMOFEICZYK JUNIOR et. al., 2005). Destaca-se que o custo de depreciação é o mais significativo entre os custos fixos, representando mais de 9% do custo total e 43,79% dos custos fixos.

Os valores de depreciação da área de Caxiuanã são fortemente influenciados pela frota adquirida para o MFS, representando 91,93% da depreciação total. A composição da frota é uma escolha técnica do Engenheiro Florestal responsável e deve ser embasada no tempo necessário para a execução de todas as atividades de campo do MFS. Como a região da FLONA de Caxiuanã possui um período chuvoso extenso o prazo para a execução das atividades é menor, havendo a necessidade de um investimento maior para alcançar a produção no período estabelecido (ALVARES et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2008; CEMAL, 2017).

O custo de exploração é o mais alto do MFS, alcançando quase 40% dos custos totais, com um valor total anual de R\$ 4.443.939,10, sendo R\$ 2.710,68 por

hectare e R\$ 188,39 por metro cúbico. Entre os custos de exploração ressalta-se a importância do sub-grupo de logística, que compreende atividades de transporte, fretes e compra de combustíveis. Este alcança o maior valor dentro do grupo com 17,79% do valor total dos custos, chegando a um valor de aproximadamente R\$ 84,29 por metro cúbico produzido.

Há uma clara variação dos custos de exploração entre os estudos já realizados, esta situação ocorre principalmente por existir uma variedade de modelos de exploração e características quanto as florestas tropicais (TIMOFEICZYK JUNIOR et. al., 2005; FORTINI et. al., 2014; DE BONA et. al., 2015; LEITE, 2017; RODRIGUES, 2020). A possibilidade de explorações de baixo impacto ou de exploração plena, a utilização ou não de atividades silviculturais pós-exploratórias ou, até mesmo, a possibilidade de contratar terceiros para a realização das atividades de exploração representam esta grande variação dos custos, o que pode afetar a viabilidade do manejo (BRASIL, 2006a; FORTINI et. al., 2014; LEITE, 2017; RODRIGUES et. al, 2019).

Aliás, a tendência dos custos exploratórios é diminuir com o avançar do tempo do manejo, visto que as atividades realizadas podem ser aperfeiçoadas pela experiência dos profissionais, aumentando a produtividade sem aumento dos custos (HUMPRHIES et. al., 2020). Outra possibilidade é o aumento da produção total, onde há uma maior diluição dos custos totais, levando conseqüentemente à diminuição do custo total médio (HOLMES et. al., 2002; TIMOFEICZYK JUNIOR et. al., 2005; HUMPRHIES et. al., 2020).

Há ainda inúmeros estudos que buscam este aumento de produtividade ou de rentabilidade entre as atividades realizadas. Seja melhorando a determinação da alocação de pátios de armazenamento de toras, seja pela definição de rotas de menor distância para a realização do arraste, aumento da produtividade de maquinários ou, até mesmo, o uso de ferramentas avançadas de SIG em conjunto com os dados de campo (DE ARAÚJO et. al, 2012; JAZIRI, 2017; DE ALMEIDA PAPA et. al., 2018; DA SILVA et. al., 2020; AGUIAR et. al., 2021). Todas estas possibilidades visam, não só diminuir os custos maximizando os lucros, como diminuir a pressão ambiental na floresta.

A possibilidade de estudos deste tipo é incentivada, ainda mais em áreas de concessão, pois a melhora na qualidade ambiental e na rentabilidade do MFS são um dos preceitos para a criação das concessões florestais (BRASIL, 2006b). Resultados

positivos neste sentido tornam a área de concessão como um modelo a ser seguido por parte dos manejadores, além da possibilidade de bonificação para o concessionário no valor pago ao SFB, tornando ainda mais rentável a exploração nestas áreas (SFB, 2016; CHULES et. al., 2018).

Outro destaque entre os custos é o valor pago pela concessão ao SFB pela madeira em pé, como forma de “royalities” pela exploração madeireira na FLONA. Este alcançou valores acima de R\$ 3.588.577,07 por ano, chegando à um valor de R\$ 152,13 por metro cúbico explorado. Estes custos são um dos maiores do manejo em áreas de concessão e possui grande impacto na exploração dessas áreas, levando algumas concessões a desistência ou a necessidade de readequação dos valores (AZEVEDO-RAMOS et. al., 2015; BRASIL, 2019b; RODRIGUES et. al., 2019; RODRIGUES, 2020).

A definição do valor pago pela exploração de madeira na área ocorre por meio do relatório ambiental da FLONA confeccionado para o edital da concessão, onde é determinado um preço mínimo pela exploração na área. Após as propostas dos interessados na concessão este valor pode subir, sendo um dos critérios de seleção (BRASIL, 2006b; DA SILVA et. al, 2012).

A dificuldade em determinar o melhor preço da madeira em pé pode ser considerada um dos problemas para as áreas de concessão. Santana et. al., (2012) determinaram o preço da madeira em pé em florestas públicas por meio dos valores de mercado, mas sem utilizar demais critérios econômicos e sem considerar o aumento da oferta deste produto no futuro. O estudo demonstrou a viabilidade da exploração sustentável, entretanto com pressuposições irreais de mercado que supervalorizaram o preço da madeira manejada nesta área, elevando os riscos por parte do manejador (SANTANA et. al., 2012; IBGE, 2019b).

Em contrapartida, os contratos de concessão possuem critérios bonificadores, como uma forma de “premiar” determinados resultados, avanços ou metas de desempenhos alcançados pelo concessionário. As reduções podem alcançar até 30% de desconto no valor sobre metro cúbico produzido, tornando possível a redução de um dos principais custos do MFS (SFB, 2016). Como existe uma dificuldade por parte do SFB em aplicar o montante arrecadado das concessões florestais, a bonificação se torna a melhor forma de aplicação direta do valor gerado nas concessões, em prol do próprio MFS, trazendo retornos mais rápidos e positivos para a concessão e para o MFS na região.

Os critérios bonificadores para a FLONA de Caxiuanã são: capacitação da mão de obra, investimentos nas comunidades locais, apoio e participação em projetos de pesquisa, grau de processamento local dos produtos (FAV), política de incentivo a afirmação de gênero, aproveitamento de resíduos florestais, implantação de sistema de gestão integrada de qualidade e segurança no trabalho (SFB, 2018). Grande parte dessas atividades além de causarem desconto nos valores cobrados podem gerar saldos positivos em questões ambientais, sociais e econômicas para o concessionário e o seu entorno (LIMA, 2020).

A busca por melhores caminhos de investimento para a bonificação e necessidades da concessão passam pelo conhecimento dos custos do MFS. Por meio do relatório financeiro da CEMAL detalhou-se os custos dentro de cada grupo de acordo com uma pré-classificação determinada pela empresa. Esta possibilidade permite observar como cada atividade, produto ou serviço impacta o custo total. A tabela completa está no Apêndice 3 deste trabalho. A tabela 5 apresenta os 10 maiores custos relacionados ao manejo florestal.

Tabela 5: As 10 atividades, produtos ou serviços de maior custo do manejo, com seu grupo, classificação, valor, porcentagem e valor por metro cúbico explorado

Atividade	Grupo	Sub-grupo	Class.	Valor (R\$)	%	R\$.m ⁻³
Valor pago ao SFB	Concessão		Var.	3.588.577,07	32,11	152,13
Transporte Porto	Extração	Logís.	Var.	1.384.457,63	12,39	58,69
Depreciação maquinário	Depreciação		Fix.	997.603,04	8,93	42,29
Peças e Materiais	Extração	Pe. e Ma.	Var.	883.473,30	7,91	37,45
Salários	Extração	Colab.	Var.	763.344,17	6,83	32,36
Combustível	Extração	Logís.	Var.	530.752,99	4,75	22,50
DARF	Tributos/taxas		Var.	484.395,28	4,33	20,53
Juros maquinário	Juros		Fix.	448.921,37	4,02	19,03
Prestação de Serviços	Extração	Colab.	Var.	295.300,58	2,64	12,52
Simplex Nacional	Tributos/taxas		Fix.	187.275,31	1,68	7,94
Sub-total				9.564.100,73	85,58	405,44
Outras atividades				1.611.655,14	14,42	68,32
Total				11.175.755,87	100	473,76

Onde: Class. = classificação dos custos em fixo ou variável; Var. = variável; Fix. = fixo; Pe. e Ma.= peças e manutenção; Logís = logística Colab. = colaboradores; Máq = maquinário; Infra. = infraestrutura.

Ao analisar cada custo, separadamente, o maior é o referente ao valor pago ao SFB pela exploração madeireira na área, alcançando um valor de R\$ 152,13 por metro cúbico, representando aproximadamente 32% dos custos, quase o triplo do segundo maior custo.

Se analisar os preços da madeira para 2020 cobrado em todas as concessões federais pode-se perceber que a FLONA de Caxiuanã apresenta o maior valor entre todas as FLONAS, com a UMF III apresentando um valor de R\$149,64 por metro cúbico, o maior valor entre todos os contratos de concessão vigentes (Tabela 6).

Tabela 6: Preço da madeira e valor mínimo anual para 2020, das diferentes Unidade de Manejo Florestal sob concessão federal

FLONA	Empresa	Unidade	Preço (R\$/m³)	VMA (R\$)
Jamari	Amata S/A	UMF III	70,17*	460.794,26
Jamari	Madeflona	UMF I	101,11*	255.505,47
Saracá-Taquera	Ebata	UMF IA	71,6	295.378,35
Saracá-Taquera	Samise	UMF IB	98,42	893.265,73
Saracá-Taquera	Ebata	UMF III	117,70	604.874,42
Saracá-Taquera	GOLF	UMF III	135,58	425.710,35
Jacundá	Madeflona	UMF I	75,85	601.027,82
Jacundá	Madeflona	UMF II	75,70	358.878,64
Jacundá	Brasad'oc	UMF II	29,52**	-----
Jacundá	Brasad'oc	UMF III	25,50**	-----
Caxiuanã	Benevides	UMF I	149,44	951.430,98
Caxiuanã	Benevides	UMF II	149,44	2.274.833,51
Caxiuanã	CEMAL	UMF III	149,64	1.358.423,39
Altamira	RRX Mineração	UMF I	25,35	144.670,90
Altamira	RRX Mineração	UMF II	50,73	848.877,77
Altamira	Patauá	UMF III	53,86	787.308,24
Altamira	Patauá	UMF IV	34,98	564.673,74
Total				10.825.653,57

Onde: * = preço cobrado pela madeira é dividido em 4 grupos de madeira, de acordo com suas características, foi usado um preço médio na tabela; **= última atualização do preço no SFB foi para o ano de 2016, os valores foram corrigidos pelo autor. Fonte: Site do Serviço Florestal Brasileiro; Elaboração: Autor.

Vale destacar que a FLONA de Jamari apresenta os valores de mercado separado por grupo de madeira, forma preconizada inicialmente nas concessões

florestais do país e corrigidas a partir de 2014. Se considerarmos os valores de cada grupo a UMF I desta FLONA apresenta um preço de R\$ 170,21 para as madeiras de grupo 1. Todavia, este grupo é o menos presente nas Florestas Amazônicas provocada pela exploração predatória e seletiva em momentos anteriores.

As concessões florestais federais possuem um preço da madeira explorado bem diversificado entre as áreas. O menor valor cobrado é para a UMF I da FLONA de Altamira, sendo R\$ 25,35 por metro cúbico, uma diferença de R\$ 124,29 para a área que apresenta o maior valor. Essa diferenciação está relacionada a parâmetros internos e externos das UMFs que são disponibilizados por meio de um relatório ambiental preliminar e pelo plano de manejo da UC no momento da definição do edital (BRASIL, 2006b; DA SILVA et. al, 2012).

Interessante notar que ainda que tenha o maior valor entre as FLONA's, as concessões estabelecidas em Caxiuanã vem sendo conduzidas sem grandes problemas o que pode representar a viabilidade da exploração na área até o momento. Enquanto outros concessionários já desistiram da concessão pela inviabilidade da exploração, seja pelo preço praticado pelo SFB ou por outros fatores de mercado (BRASIL, 2019b).

Outro ponto importante para os concessionários é a dificuldade em exercer o pagamento do valor total à vista ao SFB. Este problema acarreta no aumento do valor total pago, fato vivenciado neste trabalho. Com o preço da madeira definido em R\$ 149,64 por metro cúbico a CEMAL em 2020 acabou pagando um valor maior, devido ao parcelamento dos valores, tendo um aumento de R\$ 2,49 por metro cúbico o equivalente à 1,66% do preço praticado em 2020.

A segunda atividade mais onerosa é a de transporte, que leva a madeira do porto dentro da FLONA ao comprador final. Esta atividade custa R\$ 58,69 por metro cúbico transportado, chegando a alcançar R\$ 1.384.457,63 por ano e 12,39% do custo total. A CEMAL terceiriza esta atividade, sendo que os valores variam de acordo com a distância do comprador final (CEMAL, 2017).

Diversos estudos analisam e identificam os custos de transporte como importantes para o manejo florestal sustentável, devido ao alto custo, variação pela distância do comprador final e pelos diferentes meios de transporte adotados (FORTINI et. al, 2014; DE BONA et. al., 2015; LEITE, 2017). Leite, (2017) identificou que o custo de transporte final alcançou 29,8% do custo médio total, porcentagem maior que o encontrado para este estudo, além de ser identificado como um parâmetro

limitante para a viabilidade do empreendimento, onde compradores à 150 km de distância já não apresentavam resultados econômicos positivos.

Como o transporte é uma das atividades mais custosas do manejo deve ser preconizado quando se fala em redução de custos e novas formas e oportunidades de execução (DE BONA et. al., 2015; LEITE, 2017). A possibilidade de usar outros meios para o deslocamento do produto ao comprador final é uma das vantagens existentes no MFS na Amazônia, já que existem uma grande rede hidrográfica, viária e marítima para a região (TEIXEIRA, 2007).

De acordo com os dados de 2020 a empresa comercializou 32 espécies florestais, sendo que em cinco situações de comércio, duas espécies foram comercializadas em conjunto por suas características semelhantes, sem distinção de mercado entre elas. Além disso, em alguns casos, as espécies são comercializadas em diferentes diâmetros, com preços diferentes. A tabela completa das espécies comercializadas em 2020, com o seu nome científico, nome vulgar, unidade volumétrica franco, preço médio cobrado e total arrecado por espécie está no Apêndice 4.

A concessionária comercializa um alto número de espécies florestais, indicando um leque extenso de espécies comerciais na área, ainda que apresentem um grau de variação do preço médio e volume explorado entre elas. Em um estudo em Nova Monte Verde no Mato Grosso relatou-se 31 espécies passíveis de exploração, sendo que somente 22 espécies foram comercializadas efetivamente, isto porque algumas não apresentaram aceitação no mercado (DE BONA et. al., 2015).

A preferência e predominância por determinadas espécies no mercado por parte dos compradores de madeira, está relacionada com a possibilidade de uso múltiplo da madeira, uma boa trabalhabilidade e o seu reconhecimento no mercado (OLIVEIRA et. al., 2015). Ademais, fatores externos podem afetar a produção anual de madeira na Amazônia, seja pelo o aumento da fiscalização, presença de produtos concorrentes ou uma crise econômica como a de 2008-2009 que impactou negativamente a produção de madeira nativa (SFB e AMAZON, 2010; BEZERRA et. al, 2015).

Reconhecer quais são as espécies de maior produção e de maior impacto na receita final do MFS permite aumentar o conhecimento sobre estas espécies manejadas na área, além de possibilitar uma melhor condução para o segundo ciclo de corte, valorizando a produção futura. A tabela 7 abaixo apresenta as 10 espécies

de maior volume produzido com o seu nome científico, nome vulgar, unidade volumétrica francon (VF), preço médio e arrecadação total.

Tabela 7: As 10 espécies ou pares de maior produção com o seu volume francon anual, preço médio e arrecadação total

Nome científico	Nome vulgar	VF anual	Preço (R\$.VF ⁻¹)	Arrecadação total (R\$)
<i>Manilkara huberi</i>	Maçaranduba	4.429,36	696,00	3.082.821,18
<i>Hymenolobium elatum</i>	Angelim-pedra	2.508,75	709,72	1.780.520,85
<i>H. oblongifolia</i> e <i>H. courbaril</i>	Jatobá	2.130,21	681,18	1.451.066,86
<i>Astronium lecointei</i>	Muiracatiara	2.066,49	636,88	1.316.116,65
<i>S. brasiliensis</i> e <i>C. argenteum</i>	Guajaras	1.544,16	480,00	741.194,88
<i>Qualea brevipedicellata</i>	Quarubatinga	1.317,04	554,01	729.652,25
<i>Couratari guianensis</i>	Tuari	1.308,27	536,15	701.425,36
<i>Dipteryx odorata</i>	Cumarú	558,38	900,00	502.543,51
<i>Piptadenia suaveolens</i>	Timborana	527,97	480,00	253.423,83
<i>Qualea paraensis</i>	Mandioqueiro	354,40	550,00	205.554,23
Sub-total		16.745,04	642,84	10.764.319,60
Outras espécies		2.501,71	584,12	1.461.309,44
Total		19.246,75	635,20	12.225.629,03

Onde: VF = unidade volumétrica Francon; *H.* = *Hymenaea*; *S.* = *Sarcaulus*; *C.* = *Chrysophyllum*.

A relevância de poucas espécies na rentabilidade e na produção madeireira é fato comum na região Amazônica, Ribeiro et. al., (2016) identificou que as 12 espécies de maior comercialização corresponderam com 91% da renda total para o estado do Mato Grosso, em um universo de 411 espécies exploradas. Bezerra et. al., (2015) por sua vez identificou que as 10 espécies de maior produção para algumas regiões do Pará entre 2008 a 2012 representam 48,02% do volume total comercializado, que compreende 238 espécies.

Este roteiro se repete na FLONA de Caxiuanã, mesmo que a produção alcance hoje mais de 30 espécies produzidas a verdade é que muitas delas têm uma produção volumétrica muito baixa. As 10 espécies mais exploradas representam pouco mais de 87% do total explorado anualmente, mostrando a relevância e o impacto dessas espécies na produção total. Outro ponto é o aumento do preço médio ao considerar somente as 10 espécies de maior comercialização, subindo de R\$ 635,20 para R\$ 642,84.

Ao comparar estes resultados com o encontrado por Santana et. al., (2010) observa-se um preço médio maior para a área de estudo em relação as regiões de Breves, Portel e Santarém no Pará, que obtiveram um valor de R\$ 160,42, R\$ 192,30 e R\$ 236,68 por metro cúbico, respectivamente para as áreas citadas. Vale destacar que a FLONA de Caxiuanã se encontra na cidade de Portel, sendo que os valores praticados hoje são bem maiores do que os encontrados no estudo citado, indicando uma valorização da madeira na região.

A exploração continuada e exclusiva de poucas espécies pode representar um risco na manutenção e continuidade das mesmas nas florestas nativas da região (CASTRO et. al., 2014). Dessa forma, há uma necessidade de pesquisa sobre anatomia e qualidade da madeira para que as outras espécies ganhem relevância no mercado, diminuindo a pressão nas mais exploradas (BRAGA et. al., 2017).

Além disso, o aumento do número de espécies comerciais exploradas em uma área pode levar a um aumento na produtividade e facilitar a venda em conjunto das madeiras no mercado, mesmo que apresente uma variabilidade maior do preço entre elas, fato que acontece em Caxiuanã. A Tabela 8, apresenta as 5 espécies ou pares de espécie com maior e menor valor de mercado para a FLONA de Caxiuanã.

Tabela 8: As 5 espécies ou pares de maior e menor valor de mercado com o seu volume francon anual, preço médio e arrecadação total para a FLONA de Caxiuanã

Espécie explorada	VF anual	Preço médio (R\$.VF⁻¹)	Total arrecado (R\$)
<i>Euplassa pinnata</i>	21,98	1.000,00	21.976,02
<i>Dipteryx odorata</i>	558,38	900,00	502.543,51
<i>Cordia goeldiana</i>	168,90	843,09	142.398,36
<i>Dinizia excelsa</i>	190,53	719,62	137.112,98
<i>Hymenolobium elatum</i>	2.508,75	709,72	1.780.520,85
Sub-total	3.448,54	749,46	2.584.551,72
<i>Tetragastris panamensis</i>	189,69	480,00	91.053,17
<i>Piptadenia suaveolens</i>	527,97	480,00	253.423,83
<i>Carapa guianensis</i>	103,48	480,00	49.671,41
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	224,07	480,00	107.552,38
<i>S. brasiliensis e C. argenteum</i>	1.544,16	480,00	741.194,88
Sub-total	2.589,37	480,00	1.242.895,67

Onde: S. = *Sarcaulus*; C. = *Chrysophyllum*.

A variação do preço de mercado pela FLONA de Caxiuanã é alta, variando de R\$ 480,00 a R\$ 1.000, diferença de R\$ 520,00. Ademais, percebe-se a presença de 4 espécies listadas como de maior produção na área (Tabela 7), sendo duas com preço mais alto: *Dipteryx odorata* (R\$ 900,00) e *Hymenolobium elatum* (R\$ 709,72) e duas, mais baixo: *Piptadenia suaveolens* (R\$480,00) e o par *Sarcaulus brasiliensis* e *Chrysophyllum argenteum auratum* (R\$480,00).

A alta variação no preço das madeiras comercializadas é comum em áreas de manejo florestal sustentável. Conceição et. al., (2020) ao listar as 10 espécies de maior comercialização na região do Baixo Amazonas entre 2006-2016 identificaram um preço de mercado que variou de R\$ 504,67 a R\$ 124,36 por metro cúbico. Esta tendência deve continuar já que o aumento de espécies e a variação entre os seus preços de mercado continuam a crescer na região Norte (SANTANA et. al., 2010; RIBEIRO, 2013; OLIVEIRA et. al, 2015; BEZERRA et. al., 2015; RIBEIRO et. al., 2016; CONCEIÇÃO et. al., 2020).

Existe ainda uma outra possibilidade para o MFS, a venda da madeira no mercado externo. Matsunaga et. al., (2008) identificaram um maior retorno financeiro para este mercado, principalmente quando o real está desvalorizado em relação as moedas internacionais (SOUZA et. al, 2018). Entretanto, em grande parte dos casos o acesso a tais mercados está condicionado a comprovação que a madeira provém de origem de uma extração legal e sustentável. A melhor forma para indicar esta sustentabilidade da exploração é por meio da certificação florestal do produto ou de toda a cadeia de produção (CASTANHEIRA-NETO, 2018). Isto porque um manejo florestal certificado apresenta melhores resultados em questões ambientais e sociais (BURIVALOVA et. al., 2017).

Ainda assim, a certificação implica em um aumento dos custos, seja pela necessidade de adequação, o pagamento a certificadora ou, em casos mais graves, mudanças drásticas no modelo de exploração (SOUZA et. al., 2018). Esta situação leva a uma diminuição do custo e da rentabilidade a curto prazo, ainda que exista a expectativa de que uma boa gestão e novas possibilidades de mercado representem um maior retorno econômico a médio a longo prazo (BURIVALOVA et. al., 2017).

As 5 espécies de menor valor apresentam preços de mercado iguais de R\$ 480,00 por unidade de volume francon produzido (Tabela 8). Esta situação deixa claro uma estratégia comum feita pela CEMAL, de determinar um preço mínimo para a extração e venda da madeira explorada, ditando em quais condições haverá um

desinteresse por parte da empresa. Esta condição dificulta o aumento da produtividade média na área, que ainda é baixa em relação ao volume máximo permitido, mas permite um melhor controle do preço médio da venda da madeira em tora pela concessionária.

Os custos e as receitas variam muito pelas diferentes situações do manejo, além de serem influenciados por parâmetros externos ou internos à exploração madeireira. Entretanto, o mais importante para uma determinada área de MFS é conhecer a viabilidade econômica da exploração por meio de um fluxo de caixa que compreenda todos os custos e receitas envolvidos no empreendimento. O próximo tópico irá trazer diferentes métodos de determinação da viabilidade econômica para a concessão florestal na FLONA de Caxiuanã.

4.2. Análise da viabilidade econômica

Para a determinação da viabilidade econômica foi criado um fluxo de caixa completo com os custos totais e receitas ano a ano, além do fluxo anual e a correção dos valores para o presente, apresentados no Apêndice 5.

A exploração madeireira iniciou a partir do terceiro ano de contrato (2018), nos dois primeiros anos foi contabilizado somente custos envolvidos no manejo florestal sustentável. No primeiro ano foi pago um valor de R\$ 54.960,00 relacionado à abertura do edital de concessão. Ainda no primeiro ano, contabilizou-se os custos de depreciação e juros sobre o capital investido na infraestrutura.

No segundo ano com a compra dos maquinários a ser utilizado na exploração é acrescido os custos de depreciação, juros sobre o capital investido e seguro dos mesmos, somando-os aos já listados custos do ano 1, além de cerca de R\$ 80.000,00, de acordo com o valor mínimo anual definido em contrato para o segundo ano sem exploração.

A partir do terceiro é acrescido os custos e receitas relacionados a exploração madeireira, citados anteriormente. Ao considerar os valores do fluxo de caixa do terceiro ano em diante observa-se uma lucratividade anual de R\$ 1.049.873,16 ou R\$ 44,51 por metro cúbico explorado.

O alto custo do MFS em áreas de concessões florestais no país e retornos financeiros negativos nos primeiros anos de manejo podem levar a desistência por parte dos concessionários, fato que já aconteceu anteriormente (RODRIGUES et. al., 2019; BRASIL, 2019b; LIMA, 2020). A situação pode agravar ainda mais já que é

comum o atraso da primeira exploração nessas áreas, além da possibilidade do não-protocolamento de POA's específicos que podem impossibilitar exploração no ano subsequente, levando à um ano de somente custos, com o pagamento do valor mínimo de atratividade definido em contrato (SFB; 2016; BRASIL, 2019b; RODRIGUES et. al., 2019).

Ainda assim a lucratividade anual não é a melhor forma de determinar a viabilidade econômica de projetos florestais. É necessário a aplicação de métodos de análise, principalmente que considerem a variação do capital ao longo do tempo, por se tratar de projetos longínquos (REZENDE et. al., 2013).

Para este estudo foram utilizados 5 métodos de análise econômicas, onde todos se mostraram positivos, ou seja, apresentam uma rentabilidade maior que a taxa de juros pré-determinada (6%). A tabela 9 abaixo apresenta os valores encontrados pelos 5 métodos utilizados. Os resultados encontrados fazem referência a uma área explorada anual de 1.639,42 hectares e uma produtividade média de 14,38 m³.ha⁻¹, com os valores de custos e receitas apresentados no tópico 4.1.

Tabela 9: Valores encontrados para as 5 análises de viabilidade econômica para o manejo florestal sustentável na FLONA de Caxiuanã

Análises	Valor
VPL	R\$ 12.070.242,11
VAE	R\$ 802.206,83
CMP	R\$ 473,76
B/C	1,08
Payback	15,54 anos

Onde: VPL = valor presente líquido; VAE = valor anual equivalente; CMP = custo médio de produção; B/C = razão benefício custo.

O VPL é um dos critérios mais utilizado em análises econômicas e apresenta o retorno total do projeto para o ano zero. Com um valor de aproximadamente R\$ 12.070.242,11, ou R\$ 231,37 por hectare, destaca o projeto como viável e de alto retorno econômico. Pelo VAE, método que corrige o VPL para um valor de retorno anual foi identificado um ganho de R\$ 802.206,83, ou R\$ 34,01 por metro cúbico produzido. Estes valores são referentes a uma produtividade média de 14,39 m³.ha⁻¹.

Rodrigues et. al., (2019) identifica a necessidade de uma produtividade mínima de 17,75 m³.ha⁻¹ para evitar prejuízos por parte do concessionário na FLONA do Jamari. Enquanto a FLONA de Caxiuanã apresenta viabilidade com uma

produtividade média de $14,38 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$. Até mesmo com a produtividade máxima permitida para a FLONA de Jamari o retorno é menor do que o esperado para Caxiuanã nas atuais circunstâncias, já que o VAE para a área foi de $\text{R\$ } 34,01 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}$, valor bem acima dos $\text{R\$ } 1,31 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}$ esperados para a FLONA de Jamari.

Paralelamente, pode ser estimulado outros caminhos para a concessão com foco em aumento na rentabilidade como, acesso à mercado de maior valor, a busca por bonificação nos contratos de concessão, diversificação da produção por meio de produtos não-madeireiros, utilização dos resíduos ou até mesmo agregar valor à madeira em tora processando-a para gerar madeira serrada (MATSUNAGA et. al., 2008; SOUZA et. al, 2018; DA SILVA RIBEIRO; 2019; LIMA, 2020).

Um outro método utilizado foi o Custo Médio de Produção (CMP), onde determina-se o preço médio para produzir uma unidade do produto final, no caso o metro cúbico de madeira em tora. Com o levantamento completo dos custos ficou definido um valor de $\text{R\$ } 473,76$ por metro cúbico, com destaque para os custos de exploração e concessão que englobam 71% do valor total.

A viabilidade deste método está relacionada com o preço da madeira no mercado, como para este estudo têm-se o preço de mercado de $\text{R\$ } 635,20$, a viabilidade é positiva. Vale destacar que como a comercialização é feita pela unidade volumétrica Francon o preço final da madeira deve ser multiplicado pelo fator definido para a área de estudo de 0,816, apresentando um preço de mercado de $\text{R\$ } 518,26$ por metro cúbico produzido, com uma margem de lucro de $\text{R\$ } 44,51$ por metro cúbico produzido.

Timofeiczky Junior et. al., (2005) ao categorizar os custos do MFS por atividade demonstrou que ao longo dos anos há variações no valor do custo médio, seja por aumento ou diminuição de determinadas atividades, ou simplesmente pelo aumento da produtividade média na área, que acaba por diluir os custos (CARVALHO et. al., 2010). Tais possibilidades foram testadas em diferentes trabalhos, mas pela falta de uma caracterização mais completa dos custos e de reconhecidas comprovações das variações ao longo dos anos, esta opção não foi utilizada neste trabalho de Caxiuanã (TIMOFEICZYK JUNIOR et. al., 2005; SILVA et. al., 2011; MEDINA et. al., 2011; LEITE, 2017).

O CMP é o principal método para analisar os custos relacionados ao MFS, já que é possível determinar quais possuem maior impacto e como eles atuam na viabilidade final do manejo. Como visto no tópico 4.1 deste trabalho os custos de

exploração e concessão são os mais importantes para o MFS e são influenciados pela produção final. Espera-se que o aumento da produção afete os custos, levando a uma diminuição do valor médio, fato constatado em outros estudos, podendo ser este o caminho para a redução do CMP final na FLONA de Caxiuanã (TIMOFEICZYK JUNIOR et. al., 2005; LEITE, 2017).

Diferente dos outros 3 métodos apresentados até agora, a Razão Benefício-Custo (B/C) é um índice que expressa o valor da receita perante os custos, sendo positivo valores acima de 1. A razão encontrada para o trabalho foi de 1,08, demonstrando pouca atratividade. Este valor demonstra como os custos e receitas são relativamente próximos entre si, mesmo que a exploração apresente um alto retorno econômico, apresentado pelo VAE.

Em outros estudos foram encontrados valores para a B/C que variaram de 1,12 a 1,94 em diferentes situações de manejo (DE SÁ et. al., 2003; DE SÁ et. al., 2004; MATSUNAGA, 2005; DE BONA et. al., 2015). Valores mais próximos de 1 remete à um maior risco atrelado a tal projeto, já que os valores de receitas estão próximos dos custos. Para este estudo o maior problema não é só a proximidade dos valores, mas também os altos montantes envolvidos nos custos e receitas para o MFS na área, tornando o projeto viável somente em grandes proporções e com grandes investimentos.

O último critério adotado foi o *Payback*, que mensura o prazo para recuperação do capital investido. Considerando o investimento de R\$ 14.220.038,00 e uma lucratividade anual de R\$ 1.049.873,16 a partir do terceiro ano de exploração, o prazo para recuperação do capital será de 15 anos e meio. Ainda que seja considerado um período muito longo para a recuperação do capital investido, o horizonte de tempo de análise do projeto é de 40 anos, o que indica uma recuperação do valor investido em menos da metade do tempo de projeto.

4.2.1. Comparações e possibilidades para o MFS

Percebe-se que há viabilidade econômica para a realização do MFS nas atuais condições para a FLONA de Caxiuanã, contudo o investimento na concessão apresenta um risco para o concessionário, fazendo valer a necessidade de comparações com outros tipos de empreendimentos para a região. Dessa forma, a comparação do MFS para a região Amazônica deve ser feita principalmente para a agricultura com foco na soja e na pecuária bovina. Ambos os projetos são concorrentes diretos do MFS já que comumente estão atreladas a retirada total ou

parcial da floresta nestes locais, justificada pela necessidade de grandes áreas para validação do retorno econômico (RIVERO et. al., 2009; DOMINGUES et. al., 2012; FEARNSSIDE, 2020).

Grande parte dos estudos sobre a viabilidade desses empreendimentos apresentam uma boa rentabilidade. Quintino et. al., (2018) ao analisarem a produção de soja em Porto Velho, Rondônia, região sudoeste da Amazônia identificaram um VPL de R\$ 1.499,03 por hectare produzido, com uma B/C de 1,48, ou seja, as receitas são 48% maiores que os custos. Em outro estudo os valores financeiros foram menores com um lucro operacional variando de R\$ 282,29 a R\$ 565,65 por hectare e uma B/C de 1,07 e 1,16 pelos diferentes sistemas de produção de soja usados no estudo (CARVALHO et. al., 2016).

A pecuária bovina também apresenta bons números de rentabilidade, mas com um *payback* maior por necessidade de investimentos iniciais no rebanho (Barbieri et. al., 2016). Em estudo localizado no município de Parintins no estado do Amazonas, em um imóvel de 3.000 hectares com área de pastagem de 500 hectares foi identificado um lucro líquido ao final de 15 anos de R\$ 407.901,40 ou R\$ 135,96 por hectare, sendo que a rentabilidade positiva se inicia a partir do oitavo ano (PICANÇO FILHO et. al., 2009). Vale destacar que o gado pode ser rentabilizado de duas formas, para leite e corte, com cada um apresentando sua particularidade de produção (BARBIERI et. al., 2016).

Pode-se perceber que a viabilidade de ambos os produtos são positivas para a região da Floresta Amazônica, com um menor risco financeiro e operacional. Outra característica importante é a sensibilidade à produtividade média, para ambos os casos, por exemplo, o estudo de Quintino et. al., (2018) apresentou uma produtividade média 20% maior que os valores médios encontrados na região, dessa forma atingiu um retorno maior que o esperado para a área e comparativamente maior que o retorno do MFS.

O mesmo poderia acontecer para o MFS de Caxiuanã, caso a produção alcance o volume máximo permitido de $25,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, o VPL esperado seria de R\$ 49.037.749,55 ou R\$ 997,06 por hectare, com uma renda líquida anual de R\$ 3.847.706,77, 250% maior que o valor atual. Espera-se ainda que o aumento da produtividade reflita em uma maior diluição dos custos, aumentando o retorno financeiro, como já foi relatado em outros casos (TIMOFEICZYK JUNIOR et. al., 2005; HUMPHRIES ET. al., 2020).

O problema é que os projetos são concorrentes e o menor risco atrelado a facilidade da produção faz com que grande parte dos interessados deixem a floresta de lado (CANOVA et. al., 2012). Além disso, tanto a soja quanto o gado bovino são produtos de grande importância nacional e internacional, sendo um dos principais produtos exportados e com grande impacto no PIB brasileiro, possuindo financiamentos governamentais de fácil acesso (VENDRAMINI et. al., 2017).

A relação oposta com a floresta coloca a produção destes produtos em xeque perante grande parte do mercado, principalmente o internacional, pois a retirada da floresta favorece a expansão agropecuária e pode prejudicar os compromissos internacionais assumidos pelo país (RAJÃO et. al., 2015). Ainda que grande parte das áreas de produção agropecuária na região sejam provenientes de áreas desmatadas, já foi possível identificar um aumento da produção em determinadas situações sem que houvesse a supressão de novas áreas (MACEDO et. al., 2012; NEPSTAD et. al., 2014; FEARNSSIDE, 2020).

Sendo assim, o governo brasileiro teve que atuar para evitar o aumento gradativo das áreas de desmatamento, sem impactar a geração dos seus principais produtos no mercado. O caminho para a bovinocultura foi o TAC (Termo de Ajustamento de Conduta), onde parte dos frigoríficos da região se comprometeram a comprar somente gado de fazendas livres de desmatamento após 2009, sem trabalho análogo a escravidão, com registro no CAR e fora de áreas protegidas. Tal medida diminuiu o desmatamento em fazenda de produção de carne bovina vinculadas a tais frigoríficos (BARRETO et. al., 2015; BARRETO et. al., 2017).

Para o controle da produção e avanço da soja na região da Floresta Amazônica foi criada a Moratória da Soja, um acordo voluntário de desmatamento zero onde os principais compradores determinaram não comercializar soja plantada em áreas desmatadas a partir de outubro de 2006. A resposta foi rápida, em 2014 a produção de soja de área desmatada era de 1%, valor que chegava a quase 30% anteriormente (GIBBS et. al., 2015). Todavia, ambos os acordos possuem espaço para burlar os sistemas, ocasionando um problema para a efetividade desta ferramenta política (VENDRAMINI et. al., 2017).

Essa atuação mostra como as políticas públicas e interesses governamentais podem ditar a continuidade e aumento da produção de determinados produtos. Outro exemplo é o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) que incentivou financeiramente projetos de MFS por mais

de 10 anos a partir de 2004, além de outros objetivos importantes. Alguns anos após o início deste programa o Brasil atingiu o maior preço de mercado para madeira em tora, influenciado pelo incentivo à produção de madeira e o controle do desmatamento (CASTELO, 2015; IBGE, 2019b).

As políticas públicas além de incentivarem a produção de determinado produto com aporte de capital para parte dos produtores, também pode combater um dos grandes problemas da região, o ordenamento fundiário. A regularização de terras é um gargalo que impacta o MFS, pois tais áreas são comumente desmatadas para facilitar a ocupação por parte de grileiros (PEREIRA et. al., 2010). Ademais, áreas irregulares não podem produzir madeira legal, visto a necessidade de apresentar o Plano de Manejo ao órgão competente (CASTELO, 2015; CASTELO et. al., 2018).

A própria concessão florestal foi criada para combater este problema, dando uso a grande parte das áreas afetadas por grileiros, principalmente as florestas públicas na região Norte. Até o momento as áreas ativas de concessão apresentam um baixíssimo índice de grilagem de terras, representando uma resposta positiva a parte dos seus objetivos (PINHEIRO et. al., 2019). Mesmo com uma área relativamente pequena de concessão ativa tais resultados demonstram que o impacto gerado pode ser ainda maior com o aumento das áreas (BRASIL, 2019b).

Outro caminho para a melhora da viabilidade do MFS passa pela possibilidade do uso múltiplo da floresta explorada, seja agregando valor ao produto final, como por exemplo a produção de madeira serrada, ou a possibilidade de utilizar outros produtos ou subprodutos florestais, madeireiros ou não-madeireiros. A escolha por qual caminho seguir para melhora da viabilidade deve ser analisada de acordo com os custos e receitas extras gerados e o mercado para tais produtos (RODRIGUES, 2016).

De acordo com o Plano Anual de Outorga Florestal (PAOF) de 2021 confeccionado pelo SFB a madeira processada eleva em aproximadamente 1.000% o seu preço em relação a madeira em tora, demonstrando um mercado mais valorizado para este produto (SFB, 2020). Contudo, estudos como o de Medina et. al, (2011) e Lima, (2020) demonstram que o processamento da madeira não representa um aumento da viabilidade em relação a produção em tora, influenciada pelo alto custo da serraria e o baixo rendimento da madeira serrada ou processada.

Vale lembrar que a geração de resíduos sempre fez parte da produção de madeira tropical, seja nas etapas do manejo florestal, durante a colheita, abertura de estradas ou pelo processamento da madeira (GARCIA et. al., 2012; BRAZ et. al.,

2014b). Esta alta geração de resíduos permite que se dê destinos diferentes de acordo com o mercado local do MFS. Pode ser utilizado para geração de energia como briquetes, pellets ou carvão, produção de artesanato e até produção de nanocelulose (BRAZ et. al., 2014b). Em um estudo para a FLONA de Tapajós foi identificado a viabilidade econômica do uso dos resíduos florestais para produção de dormentes em complemento com a madeira serrada (DA SILVA RIBEIRO et. al., 2019).

Mesmo que a madeira seja o foco principal do MFS, existe outras possibilidades de agregar valor ao projeto, seja pelo uso dos resíduos, como já mencionado, ou até mesmo a geração de produtos florestais não-madeireiros (PFNM). Tais produtos estão ganhando notoriedade no mercado, vivendo uma crescente na produção nos últimos anos (IBGE, 2019a), mesmo sendo esquecidos por parte dos MFS com foco na madeira. Além disso, são considerados ainda mais sustentáveis já que não necessitam da exclusão do indivíduo na floresta, podendo ter sua exploração adicionada ao MFS caso seja discriminado na confecção no POA (HOMMA, 2014; PEREIRA et. al., 2016; RODRIGUES et. al., 2019).

A origem desses produtos está comumente atrelada a pequenos e médios produtores, gerando renda as comunidades locais e conservando a floresta em pé (FIEDLER et. al., 2008). Hoje existem algumas políticas públicas importantes para o aumento e incentivo a tal produção. Podemos citar o Programa Bioeconomia Brasil Sociobiodiversidade que visa incentivar à produção não madeireira por meio da prestação de assistência técnica e extensão rural para os produtores (BRASIL, 2019a). Outro programa é a Política de Garantia de Preços Mínimos para produtos da Sociobiodiversidade – PGPM – Bio., que determina um valor mínimo a ser pago por determinado produto, podendo ser subsidiado pelo governo, evitando a desvalorização dos mesmos (BRASIL, 2019a; SILVA et. al., 2019).

Em uma análise estratégica do MFS fica perceptível que as possibilidades desenhadas pela utilização dos resíduos ou PFNM's são incipientes para o MFS, principalmente para as áreas de concessão florestal, todavia são ditos como oportunidades importantes para o crescimento do MFS (ANGELO et. al., 2014). Fica claro que conhecer a sua floresta, o mercado florestal do entorno e as particularidades do seu manejo são informações importantes para escolha de como aumentar a renda e diminuir o risco atrelado ao MFS da área.

Nesse sentido visando conhecer a sensibilidade do MFS na FLONA de Caxiuanã aos diferentes parâmetros que afetam sua viabilidade, foi desenvolvido uma

análise de sensibilidade para os principais parâmetros que afetam a viabilidade do MFS.

4.3. Análise de sensibilidade

Como indicado pela tabela 1 e 2 foram feitos 4 testes pelo *@Risk*, cada teste apresenta uma faixa de valores para o VAE, além de demonstrar o valor mínimo, máximo e médio encontrado entre as simulações criadas. A tabela 10 apresenta todos estes valores para os 4 testes criados no programa.

Tabela 10: Valores mínimos, máximos, médios e faixa de ocorrência para o VAE em cada um dos testes criados no *@Risk*

Teste	Mínimo (R\$)	Máximo (R\$)	Médio (R\$)	Faixa (R\$)
1	-797.471,10	2.388.441,65	802.199,71	121.162,21 a 1.480.975,12
2	-4.533.680,55	8.731.332,07	791.927,13	-1.230.080,63 a 3.632.079,84
3	-3.678.531,95	6.660.815,41	799.312,51	-1.174.398,90 a 2.963.657,51
4	-5.120.147,36	9.445.078,84	804.576,12	-1.977.741,70 a 3.935.580,69

A variabilidade entre o mínimo e o máximo dos testes é relativamente maior que a faixa definida para os valores de VAE, demonstrando que os valores extremos são exagerados e fora da realidade. Entre todos os testes criados apenas o teste 1 não demonstrou uma faixa com valores negativos. Este teste é justamente o que utiliza como parâmetros somente os itens de custos do MFS, identificando que a variação de 10% dos mesmos, provavelmente, não irá afetar a viabilidade ao ponto dela se apresentar negativa.

Tais variações dos custos do MFS são comumente esperadas pelas diferenças das características físicas e ambientais da área de manejo, como a distância média da árvore explorada ao pátio mais próximo, a distância do comprador final ou até mesmo a necessidade de aumentar as equipes nas operações mais importantes e demoradas (NOCE, 2009; LEITE, 2017). Também se espera uma variação no custo de acordo com a tecnificação da exploração ou com a utilização de novas metodologias criadas para aumentar o rendimento de determinadas atividades (DE ALMEIDA PAPA et. al., 2018; DA SILVA et. al., 2020; AGUIAR et. al., 2021).

A cada ano o MFS prepara uma UPA para a exploração no ano subsequente, fazendo o inventário 100%, liberação de cipós, determinação de locais para pátio e arraste e outras operações importantes (BALIEIRO et. al., 2010; CEMAL, 2017).

Observar a diferenciação dessas características em relação as outras áreas já exploradas podem ajudar a identificar uma maior ou menor chance de aumento ou diminuição dos custos para a próxima exploração. Esta possibilidade pode permitir que o manejador teste novas metodologias para evitar situações indesejadas ou, até mesmo, conseguir uma resposta ainda mais positiva do que a esperada.

Existe uma expectativa para áreas de MFS, principalmente áreas de concessão, de que a exploração sucessiva possa levar a um maior aprendizado por parte dos manejadores, refletindo numa melhora da produtividade de determinadas atividades, impactando, positivamente, na redução dos custos (HUMPHRIES et. al., 2020). Além disso, existe a possibilidade do aumento do volume explorado, que comumente representa uma diminuição do custo médio total, ocasionando uma melhora na rentabilidade (TIMOFEICZYK JÚNIOR et. al., 2005; HUMPHRIES et. al., 2020; LIMA, 2020).

Os outros três testes criados apresentam um maior número de parâmetros econômicos, técnicos e políticos utilizados. O acréscimo faz com que o MFS seja ainda mais sensível a variação, já que os três apresentam valores negativos para a faixa analisada pelo programa. Os testes demonstram o risco que esse tipo de projeto representa, já que variações de apenas 10% nos parâmetros pode representar uma inviabilidade na exploração.

O alto risco do MFS já era relatado por outros estudos que analisam a viabilidade desse tipo de projeto (TIMOFEICZYK JÚNIOR et. al., 2008, RODRIGUES et. al., 2019). Consequentemente, espera-se que exista um maior apoio por parte das políticas públicas, já que são consideradas essenciais para a continuidade e rentabilidade da exploração (MACDICKEN et. al., 2015). Entretanto, as constantes mudanças e alterações criam uma situação de instabilidade sobre como utilizar tais políticas e como caminha as regulamentações necessárias, sendo este um problema que afasta os atores florestais do MFS (WALDHOFF et. al., 2019; RIBEIRO et. al., 2020).

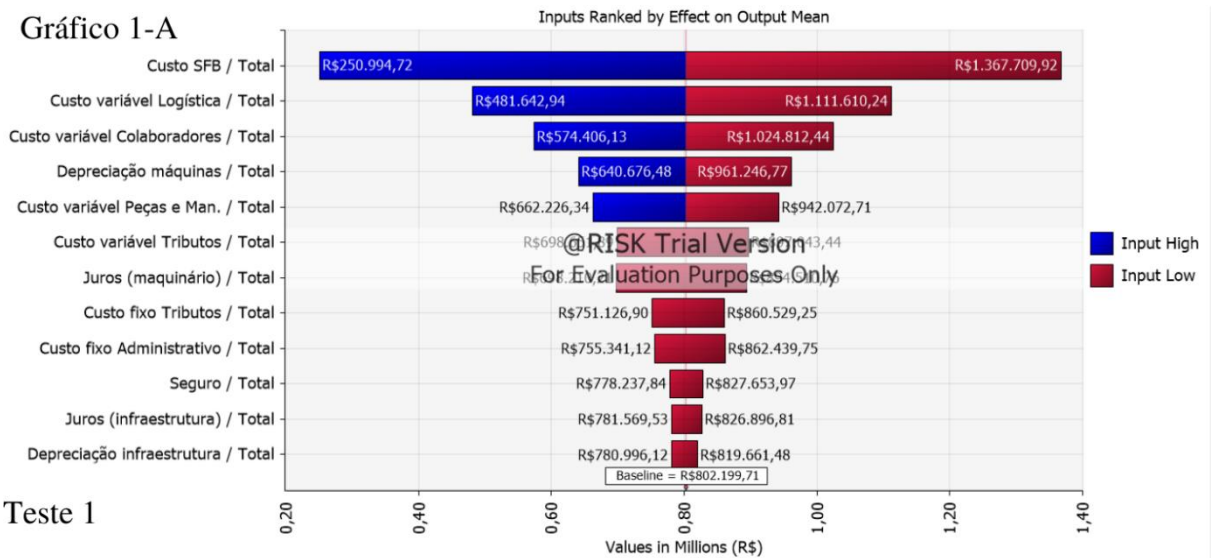
Vale lembrar que grande parte dos países com extensas áreas florestais utilizam legislações complexas para dificultar a exploração ilegal e garantir atividades sustentáveis nas florestas nativas e no uso dos recursos naturais (FEARNSIDE, 2016). Com o Brasil não é diferente, porém falta uma maior relação do legislativo brasileiro com os principais atores afetados e com a comunidade científica, que detém

grande conhecimento sobre as florestas, podendo indicar mudanças imparciais quanto ao tema (LOYOLA et. al., 2015; BRANCALION et. al., 2016).

Normas restritivas como a de diâmetro mínimo de corte e valores padrão de intensidade e ciclo de corte são muito questionáveis quanto a conservação da floresta, devido a heterogeneidade das espécies exploradas (SONTAG, 2017; AZEVEDO-SANTOS et. al., 2017). A grande burocratização para implementação e acompanhamento dos planos de manejo também é algo relatado como prejudicial, pois distancia os atores florestais da sua utilização consciente (CARVALHEIRO et. al., 2008; ALMEIDA et. al., 2013), ou seja, a própria instabilidade da legislação reflete no aumento do risco do MFS.

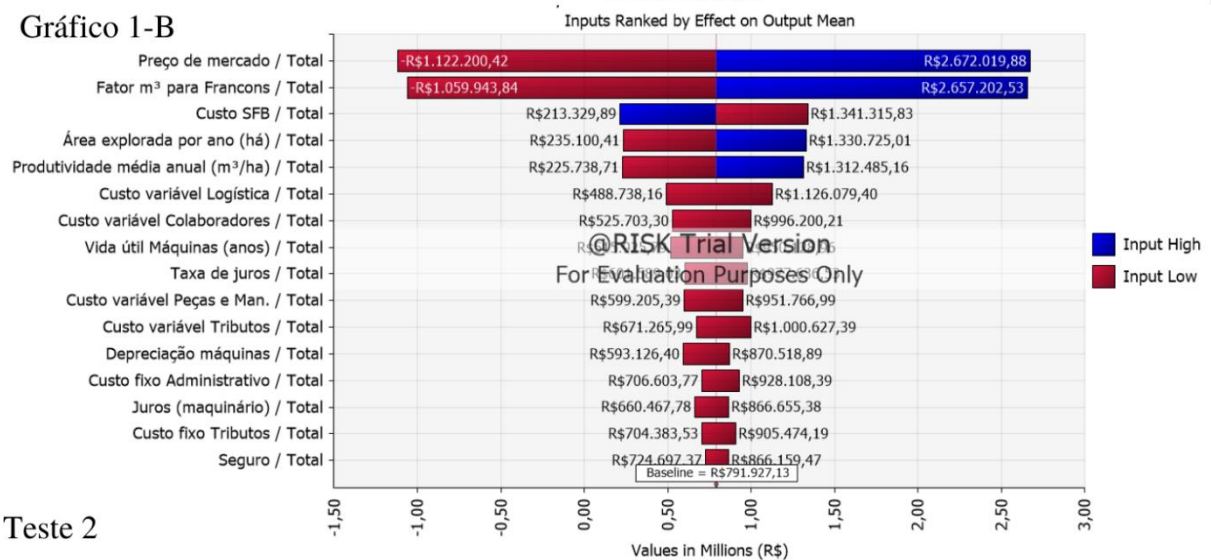
A realidade demonstrada pelos testes criados é a existência de uma alta sensibilidade do MFS para as variações dos parâmetros aqui utilizados. Entretanto, mais importante que observar a sensibilidade do MFS é identificar como cada parâmetro atua dentro do seu teste, qual o grau de impacto e se o mesmo tem resposta positivas ou negativas. Os gráficos abaixo apresentam cada parâmetro e o impacto gerado no VAE pela a variação dos mesmos nos testes criados. Os que apresentam maior impacto geram maiores variações do VAE.

Gráfico 1-A



Teste 1

Gráfico 1-B



Teste 2

Gráfico 1-A: Gráfico do teste 1 demonstrando cada parâmetro utilizado e o seu impacto no VAE; Gráfico 1-B: Gráfico do teste 2 demonstrando cada parâmetro utilizado e o seu impacto no VAE. Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico 1-A demonstra que entre os itens de custos simulados, o valor pago ao SFB pela exploração madeireira na área é o de maior impacto, variando o VAE de R\$ 250.994,72 a R\$ 1.367.709,92, contribuindo com 58,8% da variação total dos testes.

Como exposto anteriormente, o valor pago pela CEMAL como concessão para a exploração na FLONA de Caxiuanã é o maior entre todas as áreas de concessão federal (Tabela 6) e é também o maior custo específico do MFS (Tabela 5).

A concessão desta área caminha para o quarto ano de exploração em 2021, ou seja, ainda que pague um alto valor pela madeira explorada, os resultados são

positivos até então, porém com uma margem de lucratividade baixa, como demonstrado pela razão B/C.

É claro que identificar o custo da concessão como o de maior impacto no MFS demonstra como a determinação deste valor tem grande importância para o sucesso das concessões florestais. Esta realidade também já foi provada por Timofeiczuk Junior et. al., (2008), onde o valor esperado da terra (concessão) torna inviável financeiramente a realização do MFS em uma fazenda situada no município de Marcelândia, estado do Mato Grosso. Caso seja desconsiderado tal valor ou ocorra uma diminuição drástica do mesmo, a rentabilidade seria positiva.

Lima, (2020) ao estudar o MFS em duas áreas de concessão federal identificou o preço da madeira em pé como um dos parâmetros de sensibilidade importante para estas áreas. Em uma das áreas testadas há a ausência de viabilidade econômica, sendo que a diminuição do valor pago ao SFB em, aproximadamente, 30% tornaria o projeto minimamente atrativo ao investidor. Situações como esta demonstram que falta assertividade na definição do valor de cada contrato de concessão, pela falta de conhecimento sobre a área, do mercado madeireiro e dos verdadeiros custos envolvidos na exploração madeireira (SILVA, 2018)

O conhecimento do impacto gerado pelo valor destinado ao SFB também pode despertar o desejo nos concessionários em buscar bonificações para diminuir este valor. Lógico que a conquista da bonificação passa por investimentos financeiros, mas além do desconto gerado existe ainda a possibilidade de gerar renda, ter maior visibilidade no mercado e melhorar o rendimento em campo, respostas que podem trazer ainda mais benefícios econômicos e ambientais para o MFS (LIMA, 2020).

Posteriormente, pode-se visualizar o custo de logística e colaboradores, em segundo e terceiro lugar em relação ao impacto da variabilidade do VAE (Gráfico 1-A). Custos como transporte, salários, alimentação fazem parte desses dois grupos de custos e já foram listados em outros estudos como de grande impacto no MFS (NOCE, 2009; LEITE, 2017; RODRIGUES, 2020). Alguns estudos chegaram até mesmo a identificar inviabilidade do MFS para o transporte da madeira a longas distâncias, o que limita a atuação do MFS a uma necessidade de proximidade do mercado da madeira (LEITE, 2017).

Outros custos como o de depreciação de máquinas, de peças e manutenção, tributos e juros sobre o capital investido também apresentam um certo grau de variabilidade para o VAE, mas representa pouco da variação total, contribuindo

apenas com 4,6%, 4,2%, 2,0% e 1,0%, respectivamente. Os demais custos contribuíram em menos de 1% cada. Esta situação demonstra que ainda que apresente diversos custos relacionados ao MFS, apenas alguns deles representam uma alta contribuição para a viabilidade.

Como já citado, as variações testadas pelo *@Risk* para o teste 1 não chegaram há um VAE negativo, todavia, a variabilidade testada para os parâmetros pode ser considerada baixa (apenas $\pm 10\%$). Caso algum custo específico, principalmente estes listados como de maior impacto alcance valores de variação maiores do que o testado, poderá indicar a não viabilidade do MFS, ainda mais se for atrelado a piora de outros parâmetros em conjunto.

O teste representado pelo Gráfico 1-B faz a utilização de todos os parâmetros listados na análise da viabilidade econômica. O Preço de Mercado e o Fator Francon são os que mais afetam o rendimento financeiro do projeto, chegando até mesmo a encontrar não viabilidade de acordo com as variações dos mesmos. Ambos atuam diretamente nas receitas do MFS de Caxiuanã com o seu aumento, afetando positivamente a rentabilidade final e contribuindo para a variação em 43,0% e 41,8%, respectivamente.

O preço de mercado é o parâmetro mais citado entre os artigos que analisam a sensibilidade e viabilidade do MFS para a Floresta Amazônica, sendo identificado como de alto impacto no retorno financeiro (HOLMES et. al., 2002; SOUZA et. al., 2004; ANGELO et. al., 2016; LIMA, 2020). A grande diversidade de espécies exploradas e comercializadas com preço de mercado diferentes representa uma situação delicada, já que a alternância entre as áreas exploradas anualmente representa uma incógnita sobre as produções futuras.

Outro quesito de grande importância para a manutenção dos preços de mercado é o combate a extração ilegal e desmatamento na região. Este é um problema da Floresta Amazônica desde os anos de 1970 e ainda hoje interfere no mercado da madeira tropical, pois insere madeira com um preço muito abaixo das produzidas em áreas manejadas (HAJJAR et. al., 2011). A própria criação da política pública de concessão florestal tinha como objetivo o combate a esta exploração ilegal, principalmente em áreas públicas. Os resultados até aqui são positivos, apresentando uma redução de tal exploração em áreas ativas de concessão (PINHEIRO et. al., 2019; BRASIL, 2019b).

Um estudo sobre os custos da exploração legal e ilegal identificou que somente a fiscalização e aplicação de multas podem inviabilizar a presença de madeira ilegal no mercado. Isso porque o baixo custo de exploração seria afetado drasticamente pela necessidade de pagamento da multa, subindo os custos em 350% em relação a exploração legal (PASSOS et. al., 2020). Vale lembrar que o Brasil possui alguns programas e projetos de acompanhamento do desmatamento e queimadas na região como o PRODES, e ainda assim não consegue manter um padrão de diminuição dos valores de desmatamento anual (FONSECA et. al., 2018; CARVALHO et. al., 2019; NOGUEIRA et. al., 2019).

De acordo com Monzoni (2015), da produção total de madeira tropical do país, apenas 20% está completamente de acordo com as normas vigentes pela lei que aborda os critérios do PMFS e exercendo o pagamento de tributos ao governo. A presença de grande parte das madeiras da região com problemas na sua produção e de menor custo, cria uma alta instabilidade no preço de mercado o que prejudica a venda das madeiras legais em valores rentáveis ao manejador (ZARIN, 2005; MONZONI, 2015).

Para entender o impacto da exploração ilegal vale lembrar que numericamente existe uma diminuição continuada da produção de madeira nativa no Brasil, todavia, esta situação não reflete no mercado, pois não há uma diminuição na oferta de madeira tropical no país (OLIVEIRA et. al., 2015; IBGE, 2019b).

Embora exista uma crescente conscientização ambiental por parte dos consumidores, a oferta de um produto abaixo do preço de mercado torna a madeira de origem ilegal mais atrativa, principalmente na região Norte onde a oferta desse tipo de produto é abundante (CASTANHEIRA-NETO; 2018). Toda esta situação demonstra a importância do combate e da fiscalização da exploração ilegal para a manutenção de um preço competitivo para a madeira tropical.

O outro parâmetro que mostrou alto impacto foi a mudança do metro cúbico para a unidade volumétrica francon, aqui denominado de fator francon, necessário para a venda da madeira. Esta é uma situação exclusiva desta concessão, pois os compradores de madeira em tora da região fazem a aquisição por meio dessa unidade volumétrica. O valor do fator francon varia de acordo com as características das árvores exploradas, sendo que árvores com maior tortuosidade ou conicidade representam uma perda maior de volume, reduzindo o fator utilizado (OLIVEIRA et. al., 2003).

A observação de que o fator francon é uma característica sensível a viabilidade do MFS exemplifica a necessidade de um maior cuidado com o cálculo do mesmo, além disso, pode ser um indicativo para a execução de atividades silviculturais de pós-colheita, já que algumas delas possuem como foco a melhora da qualidade do fuste das árvores exploradas no futuro (BALIEIRO et. al., 2010). A possibilidade do aumento do diâmetro das árvores para a próxima colheita expressa uma possível melhora no fator francon, já que árvores de diâmetros maiores tendem a apresentar um fator maior (BARROS et. al, 2002; WANG et. al., 2021).

Outra possibilidade visualizada até mesmo pelos concessionários é a compra da madeira em pé por volume francon e não volume geométrico, como é hoje. Esta possibilidade reduziria o impacto do custo de concessão na viabilidade, pois seria pago somente o que exatamente foi comercializado (BARROS et. al., 2002; LEAL, 2020). Hoje 18,4% do valor pago ao SFB não é convertido em vendas, levando uma diminuição da viabilidade. Caso esta possibilidade seja permitida o VAE seria de R\$ 1.382.367,58 ou R\$ 843,21 por hectare e uma lucratividade anual de R\$ 1.710.535,70 ou R\$ 72,51 por metro cúbico produzido, valores bem mais altos que o encontrado em um primeiro momento.

Vale destacar que a madeira desconsiderada na aquisição da tora deve ser reconhecida como resíduo florestal da serraria e a sua utilização poderia gerar algum retorno econômico para a concessão. Entretanto a realidade é outra, a madeira em tora é entregue para as serrarias e tais resíduos ficam por conta da mesma, sem gerar nenhuma renda extra a concessionária.

Um pouco mais distante dos dois parâmetros de maior impacto há os parâmetros custo ao SFB, produtividade média anual e área explorada por ano, onde todos contribuíram com 3,4% para a variação do VAE e não apresentaram valores de inviabilidade. O primeiro citado já foi visto como de alto impacto pelo teste 1 quando se testou somente os custos do MFS. Ao testar todos os parâmetros é possível perceber que existe uma redução do seu impacto, mas ainda assim afeta a viabilidade consideravelmente, pois indica uma variação de +67,25% e -73,4% no valor do VAE.

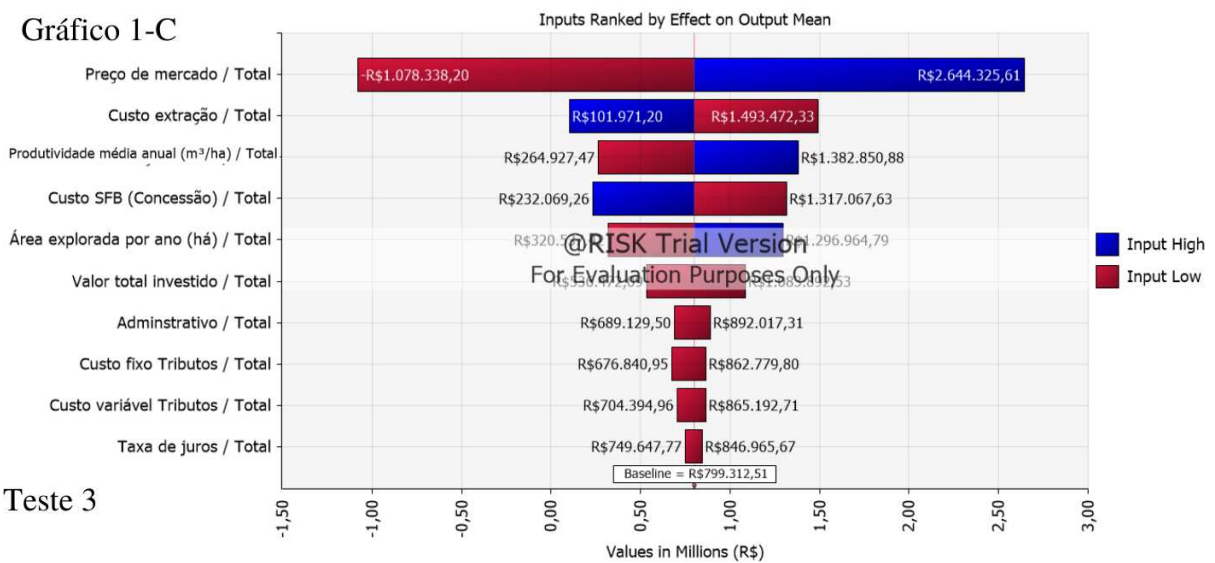
A área explorada e a produtividade média anual são dois parâmetros comumente listados como de alta importância na viabilidade do MFS na Floresta Amazônica, além de estarem correlacionados (RODRIGUES et. al., 2019; LIMA, 2020). O aumento da área explorada em um PMFS representa uma diminuição da produtividade máxima permitida, pois indica uma diminuição no ciclo de corte. Hoje

com a produtividade média da área de estudo ($14,39 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) seria possível explorar 2.893,09 hectares por ano, com um ciclo de corte de 17 anos. Só que tal mudança precisa da aprovação do órgão fiscalizador dos Planos de Manejo.

Sendo parâmetros reconhecidamente de alto impacto na viabilidade do MFS seria justo o aumento dos seus valores, principalmente da produtividade média, já que o levantamento dos dados e a caracterização da área explorada já foram feitos. Contudo, a realidade do MFS da FLONA de Caxiuanã é outra, falta espécies de valor comercial e, como visto, à uma grande variação no preço de mercado entre as espécies exploradas. Tais circunstâncias já foram listadas como um dos entraves do MFS na Floresta Amazônica, comprometendo o abastecimento e a continuidade da oferta de madeira tropical no Brasil e no mundo (SCHULZE et. al., 2008).

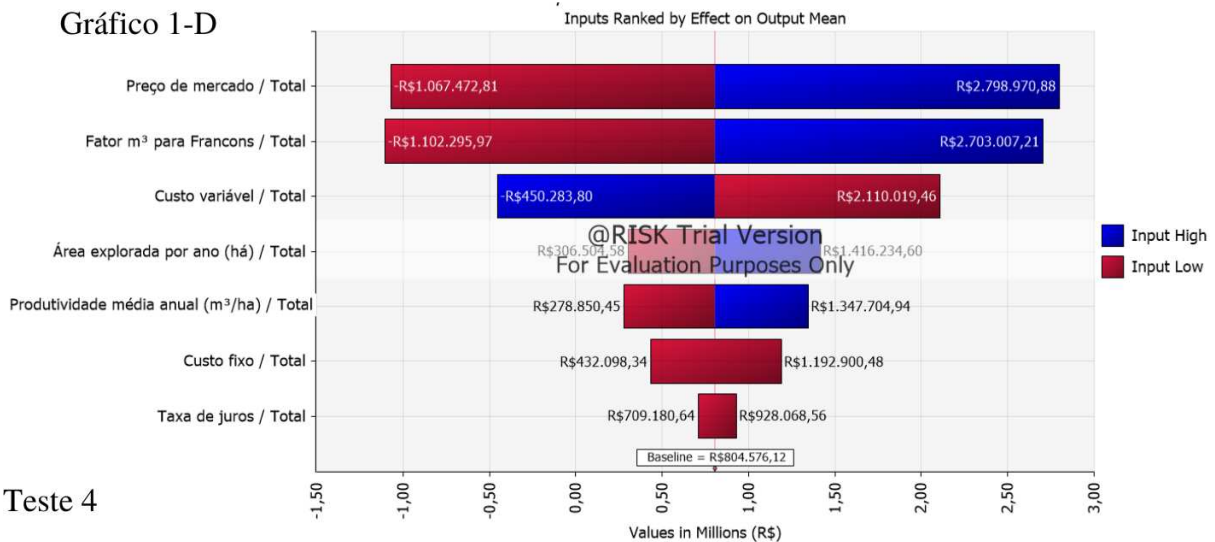
Os parâmetros de menor impacto neste teste são os menores custos do MFS, como a depreciação da infraestrutura, seguro de maquinário e o custo fixo de tributos. O baixo impacto no custo médio total representa também pouca influência de tais parâmetros na sensibilidade final do MFS. Ainda assim, a concessionária deve sempre buscar a diminuição dos custos, já que essa possibilidade cria uma situação de melhora do rendimento financeiro.

Gráfico 1-C



Teste 3

Gráfico 1-D



Teste 4

Gráfico 1-C: Gráfico do teste 3 demonstrando cada parâmetro utilizado e o seu impacto no VAE; Gráfico 1-D: Gráfico do teste 4 demonstrando cada parâmetro utilizado e o seu impacto no VAE. Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a Gráfico 1-C observa-se que entre os parâmetros analisados no teste 3 tem-se o preço de mercado, novamente, como o de maior impacto no VAE, sendo o único a gerar resultados negativos para este teste. Mesmo com as alterações dos parâmetros utilizados, tem um resultado parecido com o teste 2, porém neste o impacto do preço de mercado na variação do VAE é ainda maior, com 69,3%, isso porque o outro parâmetro de alto impacto não foi utilizado. A condição aqui foi testar como seria o impacto dos parâmetros sem a necessidade de transformações do volume para a venda.

A possibilidade criada demonstrou que o preço de mercado poderia ter ainda mais impacto no MFS, tal situação é corroborada pelo trabalho de Angelo et. al., (2016) onde identificaram uma forte relação do preço da madeira com o lucro das madeiras manejadas. Essa alta relação pode ser explicada pela variação entre as espécies exploradas e os preços praticados, além de uma volumetria diversificada entre as áreas testadas neste trabalho. Fica claro que para o MFS ser viável é necessário um preço de mercado competitivo e que permita o aumento da produtividade média (ANGELO et. al., 2016).

Diferente dos PFNM's a madeira não possui uma política pública para o controle do preço mínimo praticado pelos manejadores (CERQUEIRA et. al., 2015). Esta possibilidade, ainda que hoje pareça irreal, seria o caminho mais indicado para um controle da produção e segurança da rentabilidade dos MFS que ocorrem no país. Vale lembrar que ainda existe uma dificuldade grande em organizar e averiguar o volume total de madeira legal produzida no Brasil por conta dos diferentes meios de controle (SANTANA et. al., 2010; OLIVEIRA et. al., 2015). A falta de tais informações dificulta ainda mais a possibilidade de alguma política para controlar o preço da madeira tropical.

Abaixo do preço de mercado destaca-se o custo de exploração, produtividade média, custo de concessão e área explorada por ano, em segundo, terceiro, quarto e quinto lugar, contribuindo com 9,1%, 6,1%, 5,9% e 5,8% para a variação do VAE, respectivamente. O agrupamento dos custos permitiu observar que o custo de exploração em conjunto pode apresentar um impacto maior que o custo de concessão. Entretanto, diferente do custo do SFB o aumento da produção pode expressar uma diminuição do custo médio total de exploração já que um volume colhido maior pode diluir os custos totais (HOLMES et. al., 2002; HUMPHRIES et. al., 2020)

Outro ponto importante foi a baixa relevância dos custos administrativos, tributos e da taxa de juros, contribuindo com apenas 0,1%, 0,1% e 0% na variação do VAE, respectivamente. A conjuntura do teste 3 demonstra que como o MFS apresenta custos e receitas anuais, a variação da taxa de juros não apresenta impacto na variação do VAE, já que a mesma atua em ambos parâmetros, diferente de outros projetos florestais como o de reflorestamento, onde a receita se dá ao final do ciclo de corte do plantio e tem grande importância na rentabilidade final.

Com a análise do Gráfico 1-D percebe-se que entre os parâmetros analisados no teste 4 o fator franco e o preço de mercado são os que apresentam maior

contribuição com 36,4% e 36,1% da variação total, respectivamente. Da mesma forma que o teste 2, tem-se os dois parâmetros apresentando valores negativos de rentabilidade, ainda que com um grau de contribuição menor. A diminuição na contribuição se dá pelo aumento do impacto dos outros parâmetros utilizados no teste, principalmente por usar o custo variável total.

Este teste demonstrou um maior impacto gerado pelos custos, onde o custo variável contribuiu com 17,1% e o fixo com apenas 1,7%. O aumento do impacto do custo variável também surtiu efeito na rentabilidade, sendo o terceiro parâmetro entre todos os testes a encontrar valores negativos para a variação do VAE. Este resultado demonstra que o controle dos custos variáveis do MFS pode auxiliar no aumento do rendimento financeiro da exploração.

Quando se fala de custo variável, destaca-se os custos de concessão, exploração e parte dos impostos e taxas pagos pelo MFS. Entre tais custos, os de concessão e os impostos e taxas estão diretamente relacionados com os órgãos fiscalizadores e com a política pública. Como visto, existe a possibilidade de bonificações ou isenções que podem diminuir tais custos, levando à uma melhora da rentabilidade. Agora, para a diminuição do custo de exploração as possibilidades são mais amplas.

Existem diversos estudos sendo conduzidos ou já realizados com foco na diminuição do custo ou melhora da rentabilidade de determinadas atividades relacionadas ao MFS (JAZIRI, 2017; DE ALMEIDA PAPA et. al., 2018; DA SILVA et. al., 2020; AGUIAR et. al, 2021). O aumento da produção e, concomitantemente, da produtividade, também pode representar uma diminuição dos custos (HOLMES et. al., 2002; HUMPHRIES et. al., 2020). Os concessionários ou manejadores também podem buscar treinamentos e capacitações fornecidos pelo SFB ou outras instituições, melhorando o rendimento em campo e trazendo retornos financeiros maiores.

Por fim, o teste 4 também demonstrou o mesmo resultado para a taxa de juros, com nenhuma contribuição para a variação total do VAE, como citado anteriormente. Ainda que a sua determinação seja muito importante para o cálculo da rentabilidade e a observação dos montantes praticados, a sua variação influencia pouco no aumento ou diminuição da rentabilidade, já que atua da mesma forma nas receitas e custos anuais.

5. CONCLUSÕES

O estudo demonstrou viabilidade para o MFS na FLONA de Caxiuanã com um VAE de R\$ 802.206,83, ou R\$ 34,01 por metro cúbico produzido e uma razão benefício/custo (B/C) de 1,08 para a produtividade média de 14,39 m³.ha-1. Além disso, foi encontrado uma lucratividade anual de R\$ 1.049.873,16 ou R\$ 44,51 por metro cúbico produzido para os anos de exploração.

Entre os custos levantados o valor pago pela madeira em pé ao SFB e o custo de logística são os de maiores impactos, representando 58,8% e 17,7%, respectivamente, para a redução na viabilidade financeira. Considerando o compilado de custos tem-se também o custo de exploração e o custo variável total com forte impacto na viabilidade final, sendo que o segundo chegou a encontrar valores negativos para as simulações aplicadas.

Analisando todos os parâmetros envolvidos na viabilidade do MFS na FLONA de Caxiuanã o preço de mercado e o fator franco possuem o maior impacto na sensibilidade do MFS, podendo representar até prejuízo do projeto. Os parâmetros área explorada, produtividade média, custo de exploração e custo de concessão também impactam a viabilidade do projeto, mas não tanto a ponto de torná-lo negativo.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. O.; DA SILVA, G. F.; MAURI, G. R.; DE MENDONÇA, A. R.; DE OLIVEIRA SANTANA, C. J.; MARCATTI, G. E.; ...; LEITE, C. C. C. Optimizing forest road planning in a sustainable forest management area in the Brazilian Amazon. **Journal of Environmental Management**, v. 288, p. 112332, 2021.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANGELO, H.; SILVA, J. C.; ALMEIDA, A. N.; POMPERMAYER, R. S. Análise estratégica do manejo florestal na Amazônia brasileira. **Floresta**, Curitiba, PR, v.44, n.3, p.341-348, 2014.
- ANGELO, H.; DE ALMEIDA, A. N.; MATRICARDI, E. A. T.; ROSETTI, C. F.; DE OLIVEIRA GASPAR, R.; MIGUEL, E. P.; DE ANDRADE VASCONCELOS, P. G. Determinants of profit in sustainable forest management in the Brazilian Amazon. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 44, p. 4498-4503, 2016.
- ANTONI, G. O Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (PPG-7) e a globalização da Amazônia. **Ambiente & Sociedade**, v. 13, n. 2, p. 299-313, 2010.
- AZEVEDO-RAMOS, C.; SILVA, J. N. M.; MERRY, F.; KAPUSCINSKI, A. R.; FRUMHOFF, P. C.; LOCKE, K. The evolution of Brazilian forest concessions. **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 3, 8p. 2015.
- AZEVEDO-SANTOS, V. M.; FEARNSIDE, P. M.; OLIVEIRA, C. S.; PADIAL, A. A.; PELICICE, F. M.; LIMA, D. P.; ...; VITULE, J. R. Removing the abyss between conservation science and policy decisions in Brazil. **Biodiversity And Conservation**. Dordrecht: Springer, v. 26, n. 7, p. 1745-1752, 2017.
- BALIEIRO, M. R.; ESPADA, A. L. V.; NOGUEIRA, O.; PALMIEIRI, R.; LENTINI, M. **As Concessões de Florestas Públicas na Amazônia Brasileira: Um manual para pequenos e médios produtores florestais**. 2a edição– Piracicaba: Imaflora, SP; Belém: IFT, PA, 204p. 2010.
- BARBIERI, R. S.; CARVALHO, J. B. de; SABBAG, O. J. Análise de viabilidade econômica de um confinamento de bovinos de corte. **Interações (Campo Grande)**, v. 17, n. 3, p. 357-369, 2016.
- BARRETO, P.; GIBBS, H. **Como melhorar a eficácia dos acordos contra o desmatamento associado à pecuária na Amazônia?** – Belém: Imazon; Madison: University of Wisconsin, 2015.
- BARRETO, P.; PEREIRA, R.; BRANDÃO JR, A.; BAIMA, S. Os frigoríficos vão ajudar a zerar o desmatamento da Amazônia. **Imazon & ICV**, 2017.
- BARROS, P. L. C. de; SILVA, MACEDO, J. N. Caracterização da estrutura de produção de madeira dos micros e pequenos produtores da região do estuário amazônico. Belém: **(FCAP: Informe Técnico, 28)** 2002.
- BEZERRA, T. G.; DANTAS, R. C. O.; MOUTINHO, V. H. P. Levantamento da comercialização e extração da madeira de florestas nativas na mesorregião sudeste paraense. **II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira**. Belo Horizonte. 8p. 2015.
- BRAGA, D.G.; MONTEIRO, F. G. **Análise da produção madeireira na microrregião de Santarém-Pará**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em

- Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Paragominas - PA.90p. 2017.
- BRANCALION, P. H.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; & LEWINSOHN, T. M. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. e1-e16, 2016.
- BRASIL. **SNUC: Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº. 9.985, de 18 de Julho de 2000**. Ministério do Meio Ambiente, 2000. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acessado em: 30 jun. 2020.
- BRASIL. **INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 5, de 11 de dezembro de 2006**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 238, p. 155-9. 2006a. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/IN0005-111206.PDF>> Acessado em: 25 jun. 2020.
- BRASIL. **LEI Nº 11.284, DE 02 DE MARÇO DE 2006**. Brasília, 2006b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11284.htm>. Acessado em: 22 jun. 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Bioeconomia da floresta: a conjuntura da produção florestal não madeireira no Brasil /** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília: MAPA/SFB, 2019a.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Florestas do Brasil em resumo: 2019**. Serviço Florestal Brasileiro – Brasília: MAPA/SFB, 212p. 2019b.
- BRAZ, E. M. **Subsídio para o planejamento do manejo de floresta tropicais da Amazônia**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 236f., 2010.
- BRAZ, E. M.; DE MATTOS, P. P.; FIGUEIREDO, E. O. **Manejo de precisão em florestas naturais. Embrapa Florestas**. Capítulo em livro científico (ALICE), 2014a.
- BRAZ, R. L., NUTTO, L., BRUNSMEIER, M., & SILVA, D. A. Resíduos da colheita florestal e do processamento da madeira na Amazônia–Uma análise da cadeia produtiva. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 5, n. 2, p. 168-181, 2014b.
- BURIVALOVA, Z.; HUA, F.; KOH, LP; GARCIA, C.; PUTZ, F. Uma comparação crítica do manejo convencional, certificado e comunitário de florestas tropicais para obtenção de madeira em termos de variáveis ambientais, econômicas e sociais. **Cartas de Conservação**, v. 10, n. 1, pág. 4-14. 2017.
- CANOVA, N. P.; HICKEY, G. M. Compreendendo os impactos da Crise Financeira Global de 2007-08 no manejo florestal sustentável na Amazônia brasileira: um estudo de caso. **Economia Ecológica**, v. 83, p. 19-31, 2012.
- CARVALHO, R. DA S.; OLIVEIRA, A. D. Viabilidade econômica do manejo florestal madeireiro em projetos de assentamento extrativistas no sudoeste da Amazônia. **Cerne**, v. 16, n. 4, p. 505-516, 2010.
- CARVALHO, L. C.; ESPERANCINI, M. S. T.; DOS SANTOS, J. Z.; RIBAS, L. C. Análise comparativa de estimativas de custo de produção e rentabilidade entre sojas RR1 E RR2 PRO/Bti. **Energia na agricultura**, v. 31, n. 2, p. 186-191, 2016.

- CARVALHO, W. D.; MUSTIN, K.; HILÁRIO, R. R.; VASCONCELOS, I. M.; EILERS, V.; FEARNside, P. M. Deforestation control in the Brazilian Amazon: A conservation struggle being lost as agreements and regulations are subverted and bypassed. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 122-130, 2019.
- CARVALHEIRO, K.; SABOGAL, C.; AMARAL, P. **Análise da legislação para o manejo florestal por produtores de pequena escala na Amazônia brasileira**. ForLive: CIFOR: IMAZON: UFRA, 2008.
- CASTANHEIRA-NETO, F. Perspectivas e desafios na promoção do uso das florestas nativas no Brasil. Brasília: **CNI**, 94p. 2018.
- CASTELO, T. B. Legislação florestal brasileira e políticas do governo de combate ao desmatamento na Amazônia Legal. **Ambiente & Sociedade**, v. 18, n. 4, p. 221-242, 2015.
- CASTELO, T. B.; ADAMI, M.; ALMEIDA, C. A.; & DE ALMEIDA; O. T. Governos e mudanças nas políticas de combate ao desmatamento na Amazônia. **Revibec: revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 28, p. 0125-148, 2018.
- CASTRO, T. DA C.; CARVALHO, J. O. P. Dinâmica da população de *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. durante 26 anos após a exploração florestal em uma área de terra firme na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 161-169, 2014.
- CEMAL. **Plano de Manejo Florestal Sustentável Pracupi, UMF III, Flona de Caxiuanã**. Portel – PA. 122p. 2017.
- CERQUEIRA, E. B.; GOMES, J. M. A. Sociobiodiversidade, mercado e política de preços mínimos para pó e cera de carnaúba. **Revista ESPACIOS** | Vol. 36 (Nº 10), 2015.
- CHULES, E. L.; SCARDUA, F. P.; DE CRISTO MARTINS, R. DE C. Desafios da implementação da política de concessões florestais federais no Brasil. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 9, n. 1, p. 295-318, 2018.
- CONCEIÇÃO, A. K.; LIRA, Á. G.; SOUSA, L.; MAESTRI, M.; AQUINO, M. G. Exploração e valoração em tora de 10 espécies florestais no Baixo Amazonas, estado do Pará, entre 2006–2016. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 31, 2020.
- DA SILVA, K. E., RIBEIRO, C. A. Á. S., MARTINS, S. V., & SANTOS, N. T. Concessões de florestas públicas na Amazônia: desafios para o uso sustentável dos recursos florestais. **Bioikos: Campinas**, v. 23, n. 2, p. 91-102, 2009.
- DA SILVA, D. S. N.; BORGES, L. A. C.; DA SILVA, G. D. N. Gestão sustentável das florestas públicas no Brasil (Lei nº11.284/06). **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 5, 2012.
- DA SILVA RIBEIRO, R. B.; GAMA, J. R. V.; DE SOUZA, A. L.; DE ANDRADE, D. F. C. Análise financeira da extração e beneficiamento de resíduos florestais pós-colheita na floresta nacional do tapajós. **Advances in Forestry Science**, v. 6, n. 2, p. 567-573, 2019.
- DA SILVA, E. F.; DA SILVA, G. F.; FIGUEIREDO, E. O.; DE MENDONÇA, A. R.; DE OLIVEIRA SANTANA, C. J.; FIEDLER, N. C.; ...; SANTOS, J. S. Optimized forest planning: allocation of log storage yards in the Amazonian sustainable forest management area. **Forest Ecology and Management**, v. 472, p. 118231, 2020.
- DE ALMEIDA PAPA, D.; FIGUEIREDO, E. O.; CAMARGO, A. P.; RODRIGUEZ, L. C. E. Planejamento de unidades de gestão diferenciada em projeto de manejo

- florestal sustentável na Amazônia. **Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto – Capítulo 17**, 12p. 2018.
- DE ARAÚJO, H. J. B.; CORREIA, M. F.; CARDOSO, G. A.; DA FONSECA, F. L. Produtividade e custos operacionais da colheita madeireira com micro-tractor em sistema de manejo florestal de pequena escala. In: Embrapa Acre-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE**, 4., 2012, Curitiba. Anais.[Curitiba]: Malinovski Florestal, 2012., 2012.
- DE BONA, D. A. O.; DA SILVA, D. A. S.; PINHEIRO, L. L.; DA SILVA, E. F.; 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.
- DE SÁ, C. P.; SILVA, F. Análise financeira do manejo florestal para produção de madeira certificada em áreas de reserva legal de pequenas propriedades no Acre. **Embrapa Acre-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2003.
- DE SÁ, C. P.; SILVA, F. Aspectos financeiros e gerenciais do manejo florestal para produção de madeira certificada em áreas de reserva legal em pequenas propriedades rurais. **Embrapa Acre-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2004.
- DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. **Ambiente & sociedade**, v. 15, n. 2, p. 1-22, 2012.
- FEARNSIDE, PHILIP M. Brazilian politics threaten environmental policies. **Science**, v. 353, n. 6301, p. 746-748, 2016.
- FEARNSIDE, P.M. **Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e consequências**. p. 7-19. In: Fearnside, P.M. (ed.) *Destruição e Conservação da Floresta Amazônica*, Vol. 1. Editora do INPA, Manaus, Amazonas. 368 p. (no prelo). 2020.
- FERREIRA DA COSTA, R.; COSTA, A.C.L. DA; MEIR, P.; MALHI, Y. ; BRAGA, A.P.; GONÇALVES, P.H.L.; SILVA JUNIOR, J.A.; SOTTA, E.D.; VALE, R.L.; GRACE, J.; FISHER, R.A. **Projeto LBA/Esecaflor em Caxiuanã: características, atividades e resultados**. In: Seminário de 10 anos de atividades da Estação Científica Ferreira Penna, Caxiuanã, Pará. Belém. 2003.
- FIEDLER, N. C.; SOARES, T. S.; DA SILVA, G. F. Produtos florestais não madeireiros: importância e manejo sustentável da floresta. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 10, n. 2, p. 263-278, 2008.
- FONSECA, A.; JUSTINO, M.; CARDOSO, D.; RIBEIRO, J.; SALOMÃO R.; SOUZA Jr., C.; VERÍSSIMO, A. Boletim do desmatamento da Amazônia Legal (junho 2018) SAD (p. 1). **Belém: Imazon**, 2018.
- FORTINI, L. B.; CARTER, D. R. The economic viability of smallholder timber production under expanding açai palm production in the Amazon Estuary. **Journal of forest economics**, v. 20, n. 3, p. 223-235, 2014.
- GARCIA, F. M.; MANFIO, D. R.; SANSÍGOLO, C. A.; MAGALHÃES, P. A. D. Rendimento no desdobro de toras de Itaúba (*Mezilaurus itauba*) e Tauari (*Couratari guianensis*) segundo a classificação da qualidade da tora. **Floresta e Ambiente**, v. 19, p. 468-474, 2012.
- GIBBS, H. K.; RAUSCH, L.; MUNGER, J.; SCHELLY, I.; MORTON, D. C.; NOOJIPADY, P.; GIBBS, H. K. Brazil's Soy Moratorium. **Science** 347.6220. 377-378. 2015.
- HAJJAR, R., MCGRATH, D. G., KOZAK, R. A., & INNES, J. L. Framing community forestry challenges with a broader lens: case studies from Brazilian Amazon. **Journal of Environmental Management**, Elsevier, v. 92, p. 2159-2169, 2011.

- HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.; DOS SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; PINTO, A. C. M.; DA SILVA, R. P.; ROCHA, R. DE M.; TRIBUZY, E. S. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. **Floresta**, v. 34, n. 3, p. 295-304, 2004.
- 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, 66p. 2002.
- HOLMES, T. Financial and economic analysis of reduced impact logging. In: **Tropical Forestry Handbook (2nd edition)**, L Pancel and M Kohl (editors), Springer: Dordrecht, The Netherlands, v. 2015, p. 1-15, 2016.
- HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Brasília- DF: Embrapa, 2014. 468 p.
- HUMPHRIES, S.; Holmes, T.; de Andrade, D. F. C.; McGrath, D.; Dantas, J. B. Searching for win-win forest outcomes: Learning-by-doing, financial viability, and income growth for a community-based forest management cooperative in the Brazilian Amazon. **World Development**, v. 125, p. 104336, 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**. - Rio de Janeiro: IBGE, 168 p., Relatórios metodológicos, v. 45, 2019a.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da Extração vegetal e da Silvicultura 2019**. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária p. 1-8, 2019b.
- JAZIRI, W. Using GIS and multicriteria decision aid to optimize the direction of trees cutting in the forest ecosystem: A case study. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 143, p. 177-184, 2017.
- LEAL, J. G. C. **O impacto financeiro dos diferentes métodos de determinação do volume de compra e venda de madeira em concessões florestais**. 2020. xi, 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal)- Universidade de Brasília, Brasília, 2020.
- LEITE, C. C. C. **Custo de produção de madeira em tora e definição ótima de unidades de produção anual em florestas nativas na Amazônia**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. 201p. 2017.
- LIMA, F. B. de. **Determinantes da viabilidade financeira no investimento em concessões florestais**. Dissertação (Mestrado)—Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2020.
- LOYOLA, RAFAEL; BINI, LUIS MAURICIO. Water shortage: a glimpse into the future. *Natureza & Conservação*, v. 1, n. 13, p. 1-2, 2015.
- MACDICKEN, K. G.; SOLA, P.; HALL, J. E.; SABOGAL, C.; TADOUM, M.; DE WASSEIGE, C. Global progress toward sustainable forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 352, p. 47-56, 2015.
- MACEDO, M. N.; DEFRIES, R. S.; MORTON, D. C.; STICKLER, C. M.; GALFORD, G. L.; SHIMABUKURO, Y. E. Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 4, p. 1341-1346, 2012.
- MATSUNAGA, A. T. **Análise Econômica da Cadeia Produtiva da Madeira Oriunda de Plano de Manejo Florestal: Estudo de Caso**. Dissertação de Mestrado,

- Publicação EFLM/61, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 66 p. 2005.
- MATSUNAGA, A. T.; DE SOUZA, A. N.; FERREIRA, M. A. C.. Avaliação econômica da intensidade e ciclo de corte em plano de manejo florestal na Amazônia. **5º Simpósio de Pós-Graduação em Ciências Florestais**. Brasília, 14 – 16 de agosto de 2008. 12p. 2008.
- MAYR, G. G. O., BORGES, L. A. C., DE BARROS, V. C. C., JÚNIOR, L. M. C., DE CASTRO, C. C., & MARIANO, R. F. A certificação florestal traz benefícios para as empresas Brasileiras? **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 39291-39303, 2020.
- MAZZEI, L.; SIST, P.; RUSCHEL, A.; PUTZ, FE; MARCO, P.; PENA, W.; FERREIRA, J. E. R. Dinâmica da biomassa acima do solo após exploração madeireira de impacto reduzido na Amazônia Oriental. **Ecologia e manejo florestal**, v. 259, n. 3, pág. 367-373, 2010.
- MEDINA, GABRIEL; POKORNY, BENNO; CAMPBELL, BRUCE M. Community forest management for timber extraction in the Amazon frontier. **International Forestry Review**, v. 11, n. 3, p. 408-420, 2009.
- MEDINA, G.; POKORNY, B.. Avaliação financeira do manejo florestal comunitário. **Novos Cadernos NAEA**, v. 14, n. 2, p. 25-36, 2011.
- MENDES, J. B.; HILDEBRAND, E. Procedimentos para a concepção de um sistema de custos florestais. **Curitiba: Fupef - Silviconsult Engenharia**, p. 1-26, 1997.
- MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; BROOKS, T. M.; PILGRIM, J. D.; KONSTANT, W. R.; DA FONSECA, G. A.; KORMOS, C. Wilderness and biodiversity conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 100, n. 18, p. 10309-10313, 2003.
- MONZONI, M. **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.
- NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; STICKLER, C.; ALENCAR, A.; AZEVEDO, A.; SWETTE, B.; ...; HESS, L. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. **Science**, v. 344, n. 6188, p. 1118-1123, 2014.
- NOCE, R. **Risco-retorno e elasticidade da demanda da madeira serrada e o custo do manejo florestal na Amazônia** – Viçosa, MG. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 70p. 2009.
- NOGUEIRA, C. B. C.; OSOEGAWA, D. K.; DE ALMEIDA, R. L. P. Políticas desenvolvimentistas na amazônia: análise do desmatamento nos últimos dez anos/development policies in the amazon: analysis of deforestation in the last ten years (2009-2018). **Revista Culturas Jurídicas**, v. 6, n. 13, 2019.
- OLIVEIRA, L. L. D., COSTA, R. F. D., SOUSA, F. D. A. S. D., COSTA, A. C. L. D., & BRAGA, A. P. Precipitação efetiva e interceptação em Caxiuanã, na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 723-732, 2008.
- OLIVEIRA, R. S.; ANDRADE, F. W. C. Comércio de madeiras de florestas nativas na mesorregião do sudeste paraense. **II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira Belo Horizonte** - 20 a 22 set 2015. 10p. 2015.
- OLIVEIRA, L. C. L. Q.; DA SILVA JARDIM, F. C.; GOMES, J. M.. Predição do ciclo de corte de espécies arbóreas comerciais por grupos ecológicos em uma floresta

- na Amazônia brasileira. **REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA**, v. 38, n. 1, p. 18-34, 2020.
- PASSOS, A. M. F.; DALFOVOW. C. T.; ROSAM. J. A. Custo da legalidade na extração madeireira no estado de Mato Grosso: implantação de manejos florestais. Confins. **Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 45, 20p. 2020.
- PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. Fatos florestais da Amazônia 2010. Imazon, Belém – PA, 126p. 2010.
- PEREIRA, C. M. DE S.; DE ASSIS, W. S.; SÁ, T. D. DE A. Extrativismo de produtos florestais não madeireiros na Amazônia: conjuntura, políticas públicas e experiências. **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.
- PICANÇO FILHO, A. F.; FIGUEIREDO, R. S.; OLIVEIRA NETO, O. J. Aplicação da metodologia system dynamics na avaliação da sustentabilidade econômico-financeira da bovinocultura de corte no município de Parintins - estado do Amazonas. **Custos e @gronegocio Online**, Recife, v. 5, p. 33-58, maio/ago. 2009.
- PINHEIRO, A. S.; MUNIZ, T. F.. Concessão florestal como instrumento para redução de exploração ilegal madeireira em Unidades de Conservação em Rondônia. **Revista Farol**, v. 8, n. 8, p. 121-142, 2019.
- QUINTINO, S. M.; DOS PASSOS, A. M. A.; RIBEIRO, R. da S. Avaliação econômico-financeira da soja em sistema integrado em sucessão ao milho na região sudoeste da Amazônia. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.
- RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B.. Policies undermine Brazil's GHG goals. **Science**, v. 350, n. 6260, p. 519, 2015.
- REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: Universidade Federal Viçosa, 2001. 389p.
- REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa – MG, 3 ed., 2013.
- RIBEIRO, E. S. **Comercialização de madeira serrada de florestas naturais em Mato Grosso: um diagnóstico do setor de base florestal**. Dissertação Mestrado – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestais, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Cuiabá, 2013.
- RIBEIRO, E. S.; DE SOUZA, R. A. T. M.; DE PAULA, M. H.; DE MESQUITA, R. R. S.; MOREIRA, E. L.; FAZION, H. Espécies florestais comercializadas pelo estado de Mato Grosso. **Biodiversidade**, v. 15, n. 2, 2016.
- RIBEIRO, A. C. F.; DA FONSECA, L. C.; PEREIRA, C. M. P. O plano de manejo florestal como instrumento de desenvolvimento sustentável na Amazônia. **Direito e Desenvolvimento**, v. 11, n. 1, p. 264-276, 2020.
- RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova economia**, v. 19, n. 1, p. 41-66, 2009.
- RODRIGUES, M. I. **Aplicação da teoria das opções reais na análise de investimentos em concessão florestal**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais – Universidade de Brasília, 64p. 2016.
- RODRIGUES, M. I.; SOUZA, Á. N. D.; JOAQUIM, M. S.; SANCHES, K. L.; ARAÚJO, J. B. C. N.; CASTANHEIRA NETO, F.; COELHO JUNIOR, L. M. Financial analysis of investments in forest concession for amazon brazilian by deterministic and stochastic methods. **Cerne**, v. 25, n. 4, p. 482-490, 2019.

- RODRIGUES, M. I.; SOUZA, Á. N. D.; JOAQUIM, M. S.; LUSTOSA, I. M.; PEREIRA, R. S. Forest concessions in the brazilian Amazon. *Ciência Florestal*, v. 30, n.4, p. 1299-1308, 2020.
- RODRIGUES, M. I. **O manejo florestal na Amazônia e a viabilidade financeira dos ciclos de corte**. Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.TD-107/2020. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 125 p. 2020.
- SANTANA, A. C. DE; SANTOS, M. A. S. DOS; OLIVEIRA, C. M. DE. Comportamento histórico da produção e comércio de madeira do estado do Pará nos mercados local e internacional. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, v. 6, p. 63-90, 2010.
- SANTANA, A. D.; SANTOS, M. A. S.; SALOMÃO, R. P.; OLIVEIRA, C. M. Estimação dos preços da madeira em pé para as áreas de florestas públicas da região do Marajó, no estado do Pará. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, v. 7, p. 15-35, 2011.
- SANTANA, A. C., SANTOS, M. A. S., SANTANA, Á. 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.
- SCHULZE, M.; GROGAN, J.; LANDIS, R. M.; VIDAL, E. How rare is too rare to harvest?: management challenges posed by timber species occurring at low densities in the brazilian amazon. *Forest ecology and management*, v. 256, n. 7, p. 1443-1457, 2008.
- SFB e IMAZON. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados**. Belém: Serviço Florestal Brasileiro e Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 32p. 2010.
- SFB – SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Contrato de Concessão Florestal - UMFIII Floresta Nacional de Caxiuanã**. 03/2016. p. 66. 2016.
- SFB - SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Concessões florestais federais**. n. 2, p. 7121, 2018.
- SFB – SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Plano Anual de Outorga Florestal 2021** [recurso eletrônico] / Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília, DF: MAPA, 2020.
- SILVA, M.L. da; FONTES, A. A. Discussion on the criteria of economical evaluation: Net present value (VPL), equivalent annual value (VAE) and soil expected value (VET). *Revista Árvore*, v. 29, n. 6, p. 931-936, 2005.
- SILVA, Z. A. G. P. da G.; SANTOS, R. A. dos. Custo do manejo florestal madeireiro em floresta pública: estudo de caso no Acre. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, Belém, v. 7, n. 13, p. 79-96, 2011.
- Silva, J. L. DA. **Espécies florestais mais exploradas legalmente no Estado do Pará no período de 2009 a 2013**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Paragominas - PA, 40p. 2016.
- SILVA, M. C. F. D. **Classificação de riscos de contratos de concessão florestal com apoio da análise de decisão multicritério**. Dissertação Mestrado Profissional em Computação Aplicada - Universidade de Brasília, Brasília, p.100. 2018.
- SILVA, N., MARTINS, B., NAGY, A., MACIEL, N. Políticas públicas do Brasil para produtos florestais não madeireiros, The Overarching Issues of the European Space- a strategic (re)positioning of environmental and socio-economic ...Porto, Fac.Letras Univ. Porto. pp. 255-273. 2019.

- SIST, P.; PIPONIOT, C.; KANASHIRO, M.; PENNA-CLAROS, M.; PUTZ, F. E.; SCHULZE, M.; VERISSIMO, A.; VIDAL, E. Sustainability of Brazilian forest concessions. **Forest Ecology and Management**, v. 496, p. 119440, 2021.
- SONTAG, V. E. **Alterações na legislação brasileira de manejo florestal e seus efeitos na distribuição espacial e polinização de espécies madeiras amazônicas**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Piracicaba. 75p. 2017.
- SOUZA, E.P.P. **Relações entre as anomalias de TSM do Atlântico e Pacífico e as precipitações na Amazônia oriental**. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE, São José dos Campos, SP (INPE-11435 - TDI/955), 78p. 2003.
- SOUZA, D. R. D.; SOUZA, A. L. D.; SILVA, M. L. D.; RODRIGUES, F. L. Ciclo de corte econômico ótimo em floresta ombrófila densa de terra firme sob manejo florestal sustentável, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v. 28, p. 681-689, 2004.
- SOUZA, S. N. D.; ANGELO, H.; ALMEIDA, A. N. D.; SOUZA, Á. N. D.; PAULA, M. F. D. Competitiveness of Brazilian tropical wood on the International market. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, 2018.
- TEIXEIRA, K. M. **Investigação de opções de transporte de carga geral em contêineres nas conexões com a região amazônica**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 250p. 2007.
- TIMOFEICZYK JÚNIOR, R. DA SILVA; GRAÇA, L. R.; BERGER, R., DE MELO, R. A. T.; HOSOKAWA, R. T. Estrutura de custos do manejo de baixo impacto em florestas tropicais um estudo de caso. **Floresta**, v. 35, n. 1, 15p. 2005.
- TIMOFEICZYK JÚNIOR, R. DA SILVA, V. S. M., BERGER, R., DE MELO, R. A. T. Rentabilidade econômica do manejo de baixo impacto em florestas tropicais: um estudo de caso. **Floresta**, v. 38, n. 4, 15p. 2008.
- VENDRAMINI, A.; YAMAHAKI, C.; PEIRÃO, P.; MONZONI, M. Investimento responsável e o combate ao desmatamento nas cadeias de pecuária, soja, papel e celulose no Brasil. **Centro de Estudos em Sustentabilidade (FGVces)**, 2017.
- VIEIRA, G. C.; FREITAS, L. C.; CERQUEIRA, P. H. A.; SILVA, E. F.; BRITO, G. S.; DE SOUZA, A. M. Custos operacionais e de produção na atividade mecanizada de corte florestal. **Nativa**, Sinop, v. 4, n. 5, p. 342-346, 2016.
- WALDHOFF, P.; VIDAL, E. Da ilegalidade à certificação florestal: estudo de caso do manejo florestal comunitário no Baixo Amazonas. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 1748-1762, 2019.
- WANG, Y.; MA, W.; FARLEE, L.D.; JACKSON, E. A.; SHAO, G.; OCHUODHO, T.; LIANG J.; ZHOU, M. Assessing the Benefits and Economic Feasibility of Stand Improvement for Central Hardwood Forests. *Forest Science*, v.67, n.3, p. 297-311, 2021.
- ZARIN, D.J. **As florestas produtivas nos neotrópicos: conservação por meio do manejo sustentável?** São Paulo: Peirópolis, 2005.

APÊNDICES

Apêndice 1. Atividades e fase de aplicação descritas no Plano de Manejo Florestal Sustentável da CEMAL para a UMF III da FLONA de Caxiuanã

Atividade	Fase
Delimitação da UPA/UT	Pré-exploratória
Abertura de picadas	Pré-exploratória
Microzoneamento	Pré-exploratória
Inventário 100%	Pré-exploratória
Corte de cipó	Pré-exploratória
Digitação, processamento de dados, seleção de árvores, elaboração de mapas	Pré-exploratória
Planejamento de Estradas e Pátios	Pré-exploratória
Monitoramento crescimento	Pré-exploratória
Avaliação de danos	Pré-exploratória
Inventário amostral	Pré-exploratória
Abertura de estradas e Pátios	Exploratória
Derruba	Exploratória
Arraste	Exploratória
Operações de Pátios Secundárias: Traçamento, Empilhamento e Carregamento	Exploratória
Transporte Primário (Baldeio)	Exploratória
Operações de Pátio Principal: Romaneio e Carregamento	Exploratória
Transporte Rodoviário (Trecho 1)	Exploratória
Transporte Hidroviário (Trecho 2)	Exploratória
Remedição parcelas do MFT	Pós-exploratória
Tratamento Silvicultural pós colheita*	Pós-exploratória
Manutenção Infraestrutura	Pós-exploratória
Monitoramento atividades	Pós-exploratória

* A princípio não foi indicada nenhum tratamento silvicultural no PMFS. Fonte: CEMAL, 2017. Elaboração: Autor.

Apêndice 2. Maquinários utilizados pela CEMAL na FLONA de Caxiuanã com a quantidade necessária para realização das atividades, preço de mercado e total desembolsado

Maquinário	Unidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Caminhão 6X4	6	450.000,00	2.700.000,00
Reboque Simples	3	210.000,00	630.000,00
Reboque Bitrem	3	290.000,00	870.000,00
L200 Trinton GLX	3	171.369,00	514.107,00
Onix 1.4 At	1	68.290,00	68.290,00
CG 160 ESD	1	9.161,00	9.161,00
NXR 160 Bros ESD	1	13.965,00	13.965,00
CRF 230 Honda	1	14.515,00	14.515,00
Motoniveladora	1	500.000,00	500.000,00
Trator esteira	2	500.000,00	1.000.000,00
Skidder Florestal	3	1.800.000,00	5.400.000,00
Pá-carregadeira de esteira	3	250.000,00	750.000,00
Total			12.470.038,00

Fonte e Elaboração: Autor.

Apêndice 3. Compilado dos custos anuais para ano de exploração para a FLONA de Caxiuanã, com grupo, sub-grupo, preço total e por metro cúbico

Custo	Sub-grupo	Grupo	Valor anual (R\$)	(R\$/m³)
Água/Saneamento		Admin.	284,10	0,01
Aluguel		Admin.	34.200,00	1,45
Cartão de Crédito Sicredi		Admin.	34.108,61	1,45
Cartão Rodobens		Admin.	36.459,59	1,55
Cartório		Admin.	354,45	0,02
Despesas Advogados		Admin.	11.000,00	0,47
Despesas com viagem		Admin.	6.173,82	0,26
Despesas gerais		Admin.	25.264,70	1,07
Diárias		Admin.	200,00	0,01
Doação		Admin.	15.297,71	0,65
Energia		Admin.	5.437,46	0,23
Gasolina		Admin.	388,70	0,02
Gratificação		Admin.	409,00	0,02
Internet		Admin.	37.515,71	1,59
Marketing		Admin.	10.000,00	0,42
Rescisão		Admin.	48.254,40	2,05
Material de Escritório		Admin.	24.862,16	1,05
Serviços de contabilidade		Admin.	71.935,00	3,05
Sistema Absoluto		Admin.	10.560,00	0,45
Sistema de nota fiscal		Admin.	3.676,45	0,16
Telefone		Admin.	10.308,60	0,44
Vale festa		Admin.	149,11	0,01
Juros/Multa		Admin.	7.522,50	0,32
Garantia		Admin.	33.600,00	1,42
Sub-total Administrativo			427.962,07	18,14
Taxa e contribuições ambientais		Trib./Tax.	4.137,67	0,18
DAM		Trib./Tax.	1.200,84	0,05
Sindicato		Trib./Tax.	300,00	0,01
Sistemas		Trib./Tax.	900,00	0,04
DIRF		Trib./Tax.	630,00	0,03
Guia da previdência social gps		Trib./Tax.	102.847,33	4,36
Guia de recolhimento da União		Trib./Tax.	3.764,22	0,16
Guia de Recolhimento de Preço		Trib./Tax.	592,00	0,03
IPVA		Trib./Tax.	25.658,85	1,09
Simplex Nacional		Trib./Tax.	187.275,31	7,94
Taxa Aeronáutica		Trib./Tax.	1.161,51	0,05
DAE		Trib./Tax.	121.628,38	5,16
FGTS		Trib./Tax.	59.061,44	2,50
DARF		Trib./Tax.	484.395,28	20,53
Sub-total Tributos/taxas			993.552,84	42,12

Continuação Apêndice 3

Custo	Sub-grupo	Grupo	Valor anual (R\$)	(R\$/m³)
Remédio	Pe. e Ma.	Exp.	824,69	0,03
Manutenção avião	Pe. e Ma.	Exp.	7.567,56	0,32
Manutenção de caminhões	Pe. e Ma.	Exp.	2.161,73	0,09
Manutenção de veículos	Pe. e Ma.	Exp.	11.296,44	0,48
EPIs	Pe. e Ma.	Exp.	51.187,74	2,17
Ferramentas e Utensílios	Pe. e Ma.	Exp.	37.604,99	1,59
Pneus e Borracharia	Pe. e Ma.	Exp.	10.796,46	0,46
Lubrificante	Pe. e Ma.	Exp.	33.111,11	1,40
Peça e Material manutenção	Pe. e Ma.	Exp.	809.811,50	34,33
Comissão	Colab.	Exp.	115.283,24	4,89
Exames Médicos	Colab.	Exp.	13.843,75	0,59
Férias	Colab.	Exp.	54.894,38	2,33
Prestação de Serviços	Colab.	Exp.	295.300,58	12,52
Salários	Colab.	Exp.	763.344,17	32,36
Seguro de vida	Colab.	Exp.	3.538,01	0,15
Segurança do trabalho	Colab.	Exp.	4.876,43	0,21
Plano de Saúde	Colab.	Exp.	47.307,25	2,01
Alimentação	Colab.	Exp.	158.530,92	6,72
Alojamento	Colab.	Exp.	34.404,59	1,46
Frete Aeroviário	Logís.	Exp.	12.784,51	0,54
Frete Aquaviário	Logís.	Exp.	13.520,18	0,57
Frete Rodoviário	Logís.	Exp.	24.746,33	1,05
Passagem	Logís.	Exp.	19.593,72	0,83
Combustível	Logís.	Exp.	530.752,99	22,50
Transportes funcionários	Logís.	Exp.	2.398,21	0,10
Transporte Porto	Logís.	Exp.	1.384.457,63	58,69
Sub-total Extração			4.443.939,10	188,39
Preço da madeira em pé		Conc.	3.588.577,07	152,13
Depreciação máquinas			997.603,04	42,29
Juros pelo capital investido (Máq.)			448.921,37	19,03
Juros pelo capital investido (Infra.)			63.000,00	2,67
Seguro (Máq.)			124.700,38	5,29
Depreciação infraestrutura			87.500,00	3,71
Custo total anual			11.175.755,87	473,76

Onde: Admin. = administrativo; Trib./Tax. = tributos/taxas; Exp. = exploração; Pe. e Ma. = peças e manutenção; Colab. = colaboradores; Logís. = logística; Conc. = concessão; Máq. = maquinário; Infra. = infraestrutura.

Apêndice 4. Todas as espécies comercializadas pela CEMAL na FLONA de Caxiuanã, com o nome científico, nome vulgar, preço por metro cúbico e total arrecadado

Nome científico	Nome vulgar	VF	Preço (R\$.VF ⁻¹)	Total arrecadado
<i>Astronium lecointei</i>	Muiracatiara	2.066,49	636,88	1.316.116,65
<i>Bagassa guianensis</i>	Tatajuba	197,91	690,00	136.555,86
<i>Brosimum parinarioides</i>	Amapá-doce	117,66	530,08	62.369,22
<i>B. parvifolia e B. huberi</i>	Tanibuca	239,39	480,00	114.907,06
<i>Carapa guianensis</i>	Andiroba	103,48	480,00	49.671,41
<i>Caryocar villosum</i>	Pequiá	304,73	580,00	176.746,19
<i>Cordia goeldiana</i>	Freijó	168,90	843,09	142.398,36
<i>Couratari guianensis</i>	Tauari	1.308,27	536,15	701.425,36
<i>Dinizia excelsa</i>	Angico-vermelho	190,53	719,62	137.112,98
<i>D. racemosa e Bow. nitida</i>	Sucupira	67,33	690,00	46.458,68
<i>Dipteryx odorata</i>	Cumarú	558,38	900,00	502.543,51
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Orelha-de-macaco	224,07	480,00	107.552,38
<i>Euplassa pinnata</i>	Louro-faia	21,98	1.000,00	21.976,02
<i>Goupia glabra</i>	Cupiuba	354,40	580,00	205.554,23
<i>H. oblongifolia e H. courbaril</i>	Jatobá	2.130,21	681,18	1.451.066,86
<i>Hymenolobium elatum</i>	Angelim-pedra	2.508,75	709,72	1.780.520,85
<i>Manilkara huberi</i>	Maçaranduba	4.429,36	696,00	3.082.821,18
<i>Mezilaurus itauba</i>	Itauba	42,64	574,45	24.494,11
<i>Ocotea fragrantissima</i>	Louro-preto	4,41	525,28	2.314,02
<i>O. neesiana e O. canaliculata</i>	Louro	203,90	548,11	111.761,10
<i>Piptadenia suaveolens</i>	Timborana	527,97	480,00	253.423,83
<i>Pithecellobium racemosum</i>	Ang.-Rajado	8,93	690,00	6.158,99
<i>Pouteria pachycarpa</i>	Goiabão	44,68	570,00	25.470,13
<i>Qualea brevipedicellata</i>	Quarubatinga	1.317,04	554,01	729.652,25
<i>Qualea paraensis</i>	Mandioqueiro	371,47	550,00	204.309,75
<i>S. brasiliensis e C. argenteum auratum</i>	Guajara	1.544,16	480,00	741.194,88
<i>Tetragastris panamensis</i>	Barrote	189,69	480,00	91.053,17
Total			635,20	12.225.629,03

Onde: VF = unidade volumétrica franco; B. = Buchenavia; D.= Diplotropis; Bow. =Bowdichia; H. =Hymeneae; O. =Ocotea; S. =Sarcaulus; C. =Chrysophyllum. Fonte: CEMAL; Elaboração: Autor.

Apêndice 5. Fluxo de caixa completo para a FLONA de Caxiuanã, com os custos totais, receita, fluxo anual, valor presente, valor presente acumulado

Ano	Custos (R\$)	Receitas (R\$)	Fluxo anual (R\$)	VP (R\$)	VP Acumulado (R\$)
1	285.460,64	-	-285.460,64	-269.302,49	-269.302,49
2	1.721.724,79	-	-1.721.724,79	-1.532.328,93	-1.801.631,42
3	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	881.493,75	-920.137,67
4	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	831.597,88	-88.539,79
5	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	784.526,30	695.986,51
6	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	740.119,15	1.436.105,66
7	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	698.225,62	2.134.331,28
8	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	658.703,41	2.793.034,69
9	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	621.418,31	3.414.453,00
10	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	586.243,69	4.000.696,69
11	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	553.060,09	4.553.756,78
12	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	521.754,80	5.075.511,58
13	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	492.221,51	5.567.733,08
14	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	464.359,91	6.032.092,99
15	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	438.075,39	6.470.168,38
16	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	413.278,67	6.883.447,05
17	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	389.885,54	7.273.332,59
18	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	367.816,54	7.641.149,13
19	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	346.996,74	7.988.145,87
20	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	327.355,41	8.315.501,29
21	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	308.825,86	8.624.327,15
22	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	291.345,15	8.915.672,31
23	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	274.853,92	9.190.526,22
24	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	259.296,15	9.449.822,37
25	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	244.619,01	9.694.441,38
26	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	230.772,65	9.925.214,03
27	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	217.710,05	10.142.924,08
28	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	205.386,84	10.348.310,92
29	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	193.761,17	10.542.072,08
30	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	182.793,55	10.724.865,64
31	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	172.446,75	10.897.312,39
32	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	162.685,61	11.059.998,00
33	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	153.476,99	11.213.474,99
34	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	144.789,62	11.358.264,61
35	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	136.593,98	11.494.858,58
36	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	128.862,24	11.623.720,83
37	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	121.568,15	11.745.288,98
38	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	114.686,94	11.859.975,92
39	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	108.195,22	11.968.171,14
40	11.175.755,87	12.225.629,03	1.049.873,16	102.070,97	12.070.242,11

Onde: VP = valor corrigido para o presente.