



IV PRÊMIO

Serviço Florestal Brasileiro
em Estudos de Economia
e Mercado Florestal



Maisa Isabela Rodrigues

**Análise financeira de investimentos em
concessão florestal por meio de métodos
determinísticos e estocásticos**

O24TMP

IV Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e Mercado Florestal

**Título da Monografia: Análise financeira de investimentos em
concessão florestal por meio de métodos determinísticos e
estocásticos**

Tema: Economia e os mercados florestais

Subtema: Concessões Florestais - Potencialidades para as empresas que detenham
o direito de manejar as florestas públicas.

Categoria: Profissional

RESUMO

Pouco se sabe a respeito da viabilidade financeira das concessões florestais. O Valor Presente Líquido (VPL) é o método mais adotado para a análise de investimentos. No entanto, os métodos determinísticos de avaliação financeira, como VPL, o Benefício Periódico (BPE) e a Taxa interna de Retorno (TIR) vêm sofrendo críticas, pois não consideram o risco e a flexibilidade gerencial presente na maior parte dos investimentos. Uma vez que a Teoria das opções Reais (TOR) incorpora tanto a flexibilidade gerencial quanto os riscos, ela fornece resultados que mais se aproximam da realidade de mercado. O presente estudo teve por objetivo avaliar a viabilidade financeira de um investimento em concessão florestal. Para isso, foram adotados os métodos determinísticos (VPL, BPE e TIR), e a TOR, sendo analisada a opção de abandono do investimento. Como taxa mínima de atratividade, adotou-se a o IPCA do primeiro ano do horizonte de planejamento, que corresponde a 5,9023%. Como variável para a análise da TOR, adotou-se a produtividade (m^3/ha) dos primeiros anos da concessão florestal em estudo. O VPL do investimento corresponde à R\$ 14,74. m^3^{-1} , o BPE foi de R\$ 0,96. $(\text{m}^3.\text{ano})^{-1}$ e a TIR de 20,75%. Para ser considerado viável, a concessão florestal deve apresentar produtividade mínima de 17,75 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$. Com a distribuição da variável estocástica, obtida por meio da simulação Monte Carlo, calculou-se a volatilidade, que corresponde a 34,64%. Os movimentos ascendente e descendente da árvore de eventos foram 1,40 e 0,71, respectivamente, com probabilidade de ocorrência de 26,63% para o movimento ascendente e 76,37% para o movimento descendente. Das 861 decisões gerenciais, a opção de prosseguir com o investimento foi adotada em 237 nós (27,53%), e a decisão de abandono foi exercida em 624 nós (72,47%). Como se esperava, a

análise por meio da TOR apresentou retorno financeiro superior ao valor obtido pelo VPL. O VPL expandido foi equivalente a R\$ 74,07.m³⁻¹, 5,02 vezes maior que o VPL tradicional. Dessa forma, a flexibilidade gerencial apresentou valor positivo, uma vez que o VPL com flexibilidade é superior ao VPL tradicional. O Valor de Opção Real (VOR) do investimento corresponde a R\$ 59,33.m³⁻¹. Esse valor expressa a flexibilidade gerencial do investimento. Conclui-se que os métodos determinísticos se mostraram insuficientes para a análise financeira do investimento. Uma vez que insere riscos e flexibilidade gerencial em sua análise, a TOR demonstrou ser uma boa ferramenta no auxílio à tomada de decisão.

Palavras-chave: análise de risco, viabilidade financeira, manejo florestal sustentável.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| SUMÁRIO..... | IV |
| 1.INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1.Manejo florestal na Amazônia brasileira..... | 3 |
| 1.2.Concessão florestal..... | 6 |
| 1.3.Análises de investimentos..... | 9 |
| 1.3.1.Métodos determinísticos..... | 9 |
| 1.3.2.Teoria das Opções Reais (TOR)..... | 11 |
| 2.HIPÓTESE E OBJETIVOS..... | 16 |
| 2.1.Hipótese..... | 16 |
| 2.2.Objetivo geral..... | 16 |
| 2.3.Objetivos específicos..... | 16 |
| 3.MATERIAL E MÉTODOS..... | 17 |
| 3.1.Caracterização da área de estudo..... | 17 |
| 3.2.Base de dados..... | 19 |
| 3.3.Avaliação financeira do plano de manejo..... | 21 |
| 3.3.1.Avaliação financeira por meio de métodos determinísticos..... | 22 |
| 3.3.2.Avaliação financeira por meio da TOR..... | 23 |
| 3.3.2.1.Determinação da volatilidade..... | 23 |
| 3.3.2.2.Cálculo da árvore de eventos..... | 25 |
| 3.3.2.3.Valor de abandono..... | 27 |
| 3.3.2.4.Análise da Opção Real..... | 28 |
| 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 29 |
| 4.1.Avaliação financeira por meio de métodos determinísticos..... | 29 |
| 4.2.Avaliação financeira por meio da TOR..... | 32 |

| | |
|---|----|
| 4.2.1.Determinação da volatilidade..... | 32 |
| 4.2.2.Árvore de eventos..... | 33 |
| 4.2.3.Valor de Abandono..... | 36 |
| 4.2.4.Análise da Opção Real..... | 37 |
| 5.CONCLUSÕES..... | 40 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 41 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DA FLONA JAMARI..... | 17 |
| FIGURA 2. LOCALIZAÇÃO DA UMF 1 NA FLONA JAMARI..... | 19 |
| FIGURA 3. VPL ANUAL DO INVESTIMENTO..... | 31 |
| FIGURA 4. DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE DA PRODUTIVIDADE DO MANEJO FLORESTAL..... | 32 |
| FIGURA 5. REPRESENTAÇÃO DA ÁRVORE DE EVENTOS DO INVESTIMENTO..... | 34 |
| FIGURA 6. PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DOS MOVIMENTOS ASCENDENTE E DESCENDENTE PARA CADA PERÍODO..... | 35 |
| FIGURA 7. VALOR DA OPÇÃO DE ABANDONO..... | 36 |
| FIGURA 8. REPRESENTAÇÃO DA ÁRVORE DE DECISÃO DO INVESTIMENTO..... | 38 |
| FIGURA 9. REPRESENTAÇÃO DA ÁRVORE DE OPÇÃO REAL DO INVESTIMENTO. | 39 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1. FLORESTAS NACIONAIS SOB CONCESSÃO..... | 8 |
| TABELA 2. RESUMO DO FLUXO DE CAIXA DA CONCESSÃO DA UMF 1 DA FLONA JAMARI..... | 19 |
| TABELA 3. PRODUTIVIDADE DA UMF 1, FLONA JAMARI..... | 24 |
| TABELA 4. MÉTODOS DETERMINÍSTICOS DE ANÁLISE FINANCEIRA..... | 30 |
| TABELA 5. PARÂMETROS UTILIZADOS PARA CONSTRUÇÃO DA ÁRVORE DE EVENTOS..... | 33 |
| TABELA 6. RESULTADOS DOS MÉTODOS DE ANÁLISE FINANCEIRA..... | 39 |

1. INTRODUÇÃO

A produção de madeira em toras na Amazônia Legal em 2013 foi de aproximadamente 12,4 milhões de m³, sendo os estados do Pará e Rondônia os que mais contribuíram para essa produção, com 67% do volume produzido na região (MMA; SFB, 2015). Apesar da expressiva produção, o Brasil não é considerado um líder mundial na comercialização de madeiras tropicais, lugar esse ocupado pela Malásia e Indonésia.

Dentre os motivos que justificam a atual posição do país no cenário internacional, destaca-se a necessidade de uma oferta contínua e sustentável (PEREIRA et al., 2010). Segundo o autor, para que isso ocorra, as atividades primárias, com baixo valor agregado, devem ser substituídas por uma economia em que produtos e serviços da floresta sejam valorizados, e a renda das atividades contribua com a melhoria da qualidade de vida da população local.

Ao analisar o comportamento do mercado internacional de madeiras tropicais, Silva et al. (2012) apontaram o declínio da produção de madeira tropical pela Indonésia e Malásia devido à diminuição das áreas passíveis de exploração florestal. Esses países são os principais fornecedores de madeira tropical, e, de acordo com Higuchi et al. (2006), deixarão de fornecê-la em 2020. A tendência verificada nesse setor apresenta característica de nomadismo, em que, havendo o esgotamento das reservas florestais dos países asiáticos, ocorrerá o aumento da pressão sobre as florestas nacionais, uma vez que a floresta Amazônica consiste na última fronteira florestal (HIGUCHI et al., 2010).

Segundo Angelo et al. (2014), o manejo florestal consiste em uma boa alternativa para garantir a continuidade da produção de madeira. Para os autores, as práticas de manejo florestal proporcionam também melhorias na qualidade de vida da população local, por meio da geração de emprego e renda, sendo este um incentivo para a economia formal.

Como forma de aumentar a adoção das técnicas de manejo florestal sustentável, foi instituída a política de concessão florestal, implementada pelo Governo Federal, por meio da Lei N° 11.284/2006 (BRASIL, 2006). Além de garantir uma oferta contínua de produtos florestais madeireiros e não madeireiros, a concessão florestal objetiva evitar a ocupação desordenada e a exploração ilegal das florestas.

A carência de informações acerca da viabilidade financeira consiste em um dos principais entraves que afetam a adoção das práticas de manejo florestal (SABOGAL et al., 2006). A comprovação da viabilidade financeira das concessões florestais pode contribuir de forma efetiva para combinar os objetivos de maximizar o lucro das empresas, e também minimizar o impacto ambiental da agricultura e pecuária, alternativas econômicas do uso do solo na região (SANTANA et al., 2012). Duas das principais pesquisas sobre manejo florestal na Amazônia brasileira, em Manaus (INPA) e na FLONA Tapajós (EMBRAPA-CPATU), foram realizadas em escala experimental, não sendo desenvolvidos estudos econômicos, o que consiste em uma lacuna das pesquisas em questão (HIGUCHI et al., 2010).

Dentre os métodos mais utilizados para a análise de investimentos estão os métodos de fluxo de caixa descontado, como o Valor Presente Líquido (VPL), e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Os métodos em questão vêm

sofrendo críticas, uma vez que não consideram os riscos contidos nos investimentos e consideram o fluxo de caixa estático, em que o investimento é irreversível e inflexível (BRANDÃO; DYER, 2009, FERNANDES et al., 2011). Como complemento aos métodos tradicionais, a Teoria das Opções Reais (TOR) é uma ferramenta muito utilizada na análise financeira de investimentos, sendo considerada uma boa ferramenta para o auxílio à tomada de decisão (COPELAND; ANTIKAROV, 2002), uma vez que capta os riscos inerentes ao investimento, além de permitir a flexibilidade gerencial ao longo do horizonte de planejamento.

1.1. Manejo florestal na Amazônia brasileira

A floresta Amazônica é considerada patrimônio nacional, e a sua utilização deverá ser feita de forma que seja assegurada a preservação ambiental, inclusive no que se refere aos recursos naturais (BRASIL, 1988). Visto que há uma demanda por produtos florestais madeireiros e não madeireiros, as práticas de manejo florestal sustentável são consideradas as mais adequadas para que essa demanda seja garantida e, ao mesmo tempo, evitar a degradação ambiental das florestas. No manejo florestal, deve-se manter o capital inicial da floresta, sendo explorados apenas seus juros, de forma que seja mantido o potencial de crescimento, retirando-se apenas o seu incremento, em ciclos periódicos (CARVALHO, 1984).

O termo 'Manejo Florestal Sustentável' surgiu em meados da década de 1950, quando foram realizados os primeiros inventários florestais na Amazônia (HIGUCHI et al., 2010). De acordo com a Lei 11.284/2006 (BRASIL, 2006), o manejo florestal sustentável consiste na administração da floresta para a

obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, considerando-se a utilização de produtos florestais madeireiros e não madeireiros, assim como bens e serviços da floresta. Dessa forma, é possível atender à demanda por produtos florestais madeireiros e não madeireiros e, minimizando os danos causados aos espécimes remanescentes, e assim garantir a perpetuidade dos recursos naturais.

O manejo florestal para a exploração de produtos florestais madeireiros e não madeireiros na Amazônia está previsto por lei desde 1965, por meio do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965). No entanto, a sua regulamentação foi feita após 30 anos, pelo Decreto nº 1.282/1995 (BRASIL, 1995). Antes da efetiva implantação do manejo florestal sustentável, a retirada de árvores da Amazônia brasileira era feita por exploração convencional e predatória, não havendo preocupações com os indivíduos remanescentes ou com a regeneração da floresta. Segundo Higuchi et al. (2010), até meados da década de 1980, a madeira era considerada apenas um subproduto da execução de projetos agropecuários.

Tendo por objetivo principal minimizar o impacto ambiental oriundo da exploração convencional, o manejo florestal tornou-se alternativa ao modelo de exploração convencional. A madeira legal de origem amazônica provém de planos de manejo florestal sustentável (PMFS), ou de Autorização de Desmatamento, pois é permitida a retirada de até 20% da cobertura vegetal nativa do bioma em questão para a alteração do uso do solo (BRASIL, 2012). O PMFS consiste em um documento técnico necessário para a implantação das atividades de manejo florestal, sendo o IBAMA o órgão competente

responsável pela aprovação do PMFS e posterior fiscalização das atividades a serem realizadas.

Os PMFS são classificados de acordo com o método como as toras são retiradas da floresta. O PMFS que utiliza máquinas de arraste das toras possui intensidade máxima de corte equivalente a $30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, com ciclo inicial de 35 anos. Já o PMFS que não utiliza máquinas para o arraste das toras apresenta uma intensidade máxima de corte correspondente a $10 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, e ciclo inicial mínimo de 10 anos. Para ambas as categorias de manejo, deve-se considerar o diâmetro mínimo de corte de 50 cm, e incremento anual de $0,86 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ quando não há estudos específicos para a área a ser manejada (CONAMA, 2009). Para Ruschel (2008), os ciclos de corte preestabelecidos são baseados em conhecimentos teóricos, que na prática precisam de comprovação.

Existe uma série de experimentos realizados na Amazônia que apresentam vantagens da exploração florestal manejada ao se comparar com as práticas de exploração convencional. Pereira et al. (2010) observaram os seguintes benefícios da exploração manejada: é mantido o valor futuro da floresta; há redução de 12% dos custos da madeira; os impactos causados sobre o solo e árvores remanescentes são reduzidos em 50%; o desperdício da madeira corresponde a apenas um terço do desperdício causado pela exploração convencional; e há redução de 36% da emissão de carbono. Como pontos fracos do manejo florestal, destacam-se aspectos de cunho governamental, como a burocracia do processo, falhas na fiscalização, problemas de falta de crédito compatível para a atividade, entre outros (ANGELO et al., 2014).

1.2. Concessão florestal

Por definição, a concessão florestal consiste na delegação onerosa do direito de praticar o manejo florestal sustentável em uma unidade de conservação, objetivando a exploração de produtos e serviços da floresta (BRASIL, 2006). Dessa forma, a concessão florestal pode ser entendida como um instrumento econômico que visa o uso sustentável das florestas, associado à sua preservação.

A concessão florestal é uma modalidade de gestão de florestas públicas adotada por diversos países, como Estados Unidos, Malásia e Indonésia (JUVENAL; MATTOS, 2002). As mais antigas concessões florestais foram registradas na África Central e Oriental, datadas do século XIX (DRIGO, 2010). Na Venezuela, as primeiras concessões aconteceram na década de 1970, na Bolívia, desde 1996, e no Peru, desde 2001 (KARSENTY et al., 2008; DRIGO, 2010; VILANOVA et al., 2012). No Brasil, a concessão florestal foi instituída pela Lei 11.284/2006 (BRASIL, 2006), e regulamentada pelo Decreto N° 6.063/2007 (BRASIL, 2007). Nela, foi definido o Serviço Florestal Brasileiro (SFB) como órgão gestor responsável pelo processo de concessão florestal.

De acordo com a Lei 11.284/2006, a concessão pode ser feita para a exploração de florestas públicas, naturais ou plantadas, podendo ser explorados recursos florestais madeireiros e não madeireiros, além de serviços de turismo. Dessa forma, a legislação permite que os governos estaduais, municipais e federal gerenciem seus recursos florestais. Vale ressaltar que não é permitida a exploração de recursos genéticos, minerais e hidrográficos, além de animais e créditos de carbono (AZEVEDO RAMOS et al., 2015).

Dentre as terras públicas, apenas as unidades de conservação de uso sustentável que possuem plano de manejo e foram inscritas no Cadastro Anual de Florestas Públicas e incluídas no Plano Anual de Outorga Florestal (PAOF) são passíveis de concessão florestal. Salienta-se que o modelo de gestão em questão não pode ser aplicado às Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reservas Extrativistas (RESEX), pois são unidades de conservação de uso sustentável destinadas ao uso comunitário (MMA; SFB, 2015).

A política de concessões florestais não visa apenas atender a demanda por produtos e serviços da floresta, por meio do uso sustentável. A premissa defendida pelo documento é de que a concessão florestal poderá dificultar o desmatamento, a grilagem de terras públicas e a ocupação desordenada da floresta, e, simultaneamente, propiciar uma gestão sustentável destas, aumentando a renda e melhorando a qualidade de vida da população local (GODOY, 2006; SILVA et al., 2009).

O direito de manejar florestas públicas pode ser dado, pelo governo, à empresas brasileiras e comunidades, necessariamente, pessoas jurídicas. A Lei de gestão de florestas públicas estabeleceu como prioridade para as concessões as comunidades que já habitam as FLONAS, ou sobre a qual estas possuem direito de uso, (CARNEIRO et al., 2013). A empresa que adquire a concessão terá o direito de manejar a área por um período de 40 anos. Ao final do contrato de concessão, a empresa concessionária deverá devolver a unidade de manejo segundo as condições previstas em edital (SFB, 2007). Vale ressaltar que a concessão florestal não dá ao concessionário qualquer direito de posse pela área, ela apenas permite a realização das atividades descritas no contrato.

Dos 314 milhões de ha de florestas públicas (federais, estaduais e municipais), apenas 2% estão aptos à implantação de concessões florestais (MMA; SFB, 2015). Como áreas que não estão aptas para concessão, estão as unidades de conservação que se encontram sob concessão (Tabela 1), as unidades de conservação que não apresentam plano de manejo e as demais terras públicas que não são passíveis de concessão florestal. O potencial de produção de madeira em toras por florestas públicas passíveis de concessão em 2016 está entre 1 milhão e 1,2 milhão de m³, o que representa cerca de 10% da madeira em tora produzida pela Amazônia Legal em 2013 (MMA; SFB, 2015).

Tabela 1. Florestas Nacionais sob concessão.

| FLONAs sob Concessão | Ano | Área das UMFs (ha) | | | | |
|-----------------------------------|------|--------------------|------------|-------------------|------------|-------|
| | | UMF I | UMF II | UMF III | UMF IV | UMF V |
| Jamari (RO) | 2008 | 17.178,71 | 32.998,12 | 46.184,25 | - | - |
| Saracá-Taquera (PA) | 2009 | 91.683,00 | 30.063,00 | 18.794,00 | - | - |
| Jacundá (RO) | 2012 | 55.014,27 | 32.757,96 | 23.684,77 | - | - |
| Saracá-Taquera (PA) - Lote sul | 2012 | 26.898,00 | 59.408,00 | - | - | - |
| Crepори (PA) | 2013 | 29.157,00 | 134.148,31 | 59.863,90 | 219.219,03 | - |
| Altamira (PA) | 2014 | 39.073,00 | 112.994,00 | 98.414,00 | 111.436,00 | - |
| Total | | | | 842.071,44 | | |

Fonte: SFB (2016).

Esperava-se que 13 milhões de hectares de florestas fossem disponibilizados para concessão até 2018 (MMA, 2009). No entanto, após 8 anos da assinatura do primeiro contrato de concessão, apenas 13,48% das áreas estimadas foram concedidas. Para Azevedo Ramos et al. (2015), as concessões florestais são complexas, e de difícil implantação e, apesar de

apresentar falhas, o processo de concessões florestais brasileiro está amadurecendo de forma lenta, mas constante. Ainda, segundo os autores, todo esse esforço poderá ser inútil se o mercado de madeiras tropicais é inundado com produtos mais baratos, gerados a partir de uma produção ilegal.

1.3. Análises de investimentos

1.3.1. Métodos determinísticos

Por definição, a viabilidade financeira de investimentos consiste em verificar se os recursos disponíveis são suficientes para a implantação do investimento (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). Segundo os autores, para a análise de viabilidade financeira de um investimento, devem ser levados em consideração todos os custos e receitas gerados ao longo da vida do projeto. Dentre os métodos adotados para a análise financeira de investimentos destacam-se os métodos de fluxo de caixa descontado, como o Valor Presente Líquido (VPL), o Benefício Periódico Equivalente (BPE) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

O VPL é o valor atual de um investimento, estimado a partir dos custos e receitas futuras, descontados a uma taxa mínima de atratividade definida previamente. Assim, o VPL considera o valor do capital no tempo, ou seja, calcula o valor do ativo no passado, presente e futuro (GITMAN, 2004), transformando receitas futuras em valores atuais (SANT'ANNA; NOGUEIRA, 2010).

Para que um projeto seja considerado viável pelo método do VPL, seu valor deve ser superior à zero. De fácil aplicação e interpretação dos resultados, o VPL é a metodologia de análise de investimentos mais adorada

por empresas (COPELAND; ANTIKAROV, 2002; SOUZA NETO et al., 2008). Ele avalia, dentre as alternativas disponíveis qual é a mais rentável, mas não permite a comparação entre investimentos com horizonte de planejamento diferentes.

O método do BPE consiste uma parcela periódica e constante, com valores iguais, cuja quantia corresponde ao VPL do investimento (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). Para ser considerado viável, o BPE deve ser maior que zero e, quanto maior for seu valor, mais rentável será o investimento. Como vantagem, o BPE permite comparar projetos com duração diferente, uma vez que o método expressa o valor periódico do retorno do investimento.

O método da TIR foi proposto por Keynes (1936), sendo o conceito proposto como forma de classificar projetos de investimentos, em que projetos com taxa interna de retorno maior que a taxa mínima de atratividade deveriam ser escolhidos. Consiste em um indicador bastante utilizado na análise financeira de investimentos, sendo a taxa de juros que torna o VPL igual à zero. Quando o VPL é equivalente à zero, significa que a taxa mínima de atratividade é igual à TIR, ou seja, houve apenas a remuneração do capital. Dessa forma, o método tem por resultado a taxa máxima de juros que o projeto pode suportar para ser considerado viável, de modo que haja a remuneração do capital especificada previamente. Quanto maior a TIR, mais lucrativo é o projeto, e menor será o risco.

A TIR, o VPL e o BPE são métodos determinísticos. Dessa forma, considera-se o fluxo de caixa estático, sem flexibilidade gerencial, com investimentos irreversíveis, e estratégias operacionais estáticas. Essa característica vem sendo criticada por muitos autores (DIXIT; PINDYCK, 1995;

COPELAND; ANTIKAROV, 2002, SANT'ANNA; NOGUEIRA, 2010), pois não representa a realidade de mercado. Assim, uma vez que consideram situações hipotéticas, a abordagem tradicional adota uma gestão passiva e inalterada, característica essa que torna a abordagem inadequada para avaliar flexibilidades gerenciais (MINARDI, SAITO, 2007).

Como forma de minimizar as falhas dos métodos determinísticos de análise de investimentos, podem-se fazer a construção de cenários. Para isso, são realizadas análises de sensibilidade que fornecem um intervalo de confiança aos resultados encontrados. Outra forma de incorporar a flexibilidade gerencial à análise de investimentos é a adoção de métodos estocásticos que abordam análise de risco. Enquanto os métodos determinísticos se mantêm inalterados, os métodos estocásticos apresentam aplicação dinâmica, representando de forma mais adequada à realidade de mercado (COPELAND; ANTIKAROV, 2002).

1.3.2. Teoria das Opções Reais (TOR)

O termo Opções Reais foi usado inicialmente por Stewart Myers (1977), sendo proposta uma analogia entre as opções de compra sobre ativos financeiros e as oportunidades de investir em ativos reais (BATISTA, 2007). A analogia entre opções financeiras e opções reais se deve ao fato de que ambas as metodologias apresentam flexibilidade no gerenciamento (*timing*), sendo que essa flexibilidade não está inserida nas abordagens tradicionais de fluxo de caixa descontado (SOUZA NETO et al., 2008).

Para Copeland e Antikarov (2002), a opção real é o direito, mas não o dever, de empreender uma ação, sendo estabelecidos previamente o período e

o custo desta. Ainda, segundo os autores, por meio da TOR pode-se perceber quais riscos uma empresa pode assumir com tranquilidade. Para os autores, o grande diferencial da TOR é a capacidade de incorporar ao estudo a flexibilidade gerencial do projeto, uma vez que essa flexibilidade não pode ser analisada pelos métodos tradicionais de análise financeira de investimentos. De acordo com Santos e Pamplona (2005), a habilidade da teoria de precificação de opções em quantificar a flexibilidade em investimentos em projetos estratégicos a torna uma opção atraente se comparada à análise feita pelo padronizado fluxo de caixa descontado.

A TOR adota o VPL do investimento como valor do ativo subjacente sujeito à risco. Para Souza Neto et al. (2008), a TOR apresenta aplicação dinâmica, uma vez que considera o efeito das incertezas e considera como e quando as opções devem ser exercidas (*timing*). Assim, estando ciente da existência da volatilidade do retorno do investimento, o tomador de decisão poderá avaliá-la por meio da construção de cenários e análise de sensibilidade (SANTOS; PAMPLONA, 2005). Segundo Oliveira (2010), dentre as principais incertezas acerca de investimentos, destacam-se a demanda e oferta pelo produto analisado, o valor do produto e seus insumos, e a taxa de desconto. O número de incertezas que podem ser modeladas com a metodologia da TOR é ilimitado (BRANDÃO, 2002).

Os resultados obtidos com a aplicação da TOR se aproximam da realidade dos negócios, uma vez que permite a incorporação da flexibilidade gerencial (DOZZA, 2012). Devido à maximização das estratégias ao longo do horizonte de planejamento do projeto, projetos analisados pela TOR tendem a apresentar valores superiores aos projetos analisados pelos métodos

tradicionais de análise de investimentos (COPELAND; ANTIKAROV, 2002; SANT'ANNA; NOGUEIRA, 2010). Assim, ao desconsiderar as estratégias de gestão de projetos, os métodos determinísticos de análise de investimentos podem acarretar em uma subestimativa retornos financeiros.

Considerada por Copeland e Antikarov (2002) como uma das mais importantes metodologias de análise financeira que surgiu nos últimos 30 anos, a TOR tem sido considerada um passo além do VPL, pois, enquanto o VPL considera que o projeto permanece inalterado ao longo do horizonte de planejamento, a TOR considera a maximização de estratégias que possam ocorrer durante um projeto (SANT'ANNA; NOGUEIRA, 2010).

A metodologia proposta por Copeland e Antikarov (2002) considera que o valor do ativo subjacente sujeito à risco segue um MGB. Ela faz a junção de métodos tradicionais de análise de investimento, e incorpora na projeção do fluxo de caixa incertezas e flexibilidade gerencial (FABRINI, 2011). Ainda, segundo o autor, ela adota como premissa que o investidor possui a opção de investir, mas, de acordo com as incertezas do mercado ao qual está inserido, pode optar por adiar, expandir ou abandonar o investimento. Essa metodologia possui maior praticidade, pois é mais simples de ser aplicada, uma vez que não se faz necessário resolver equações diferenciais parciais, e trata diferentes processos estocásticos em um mesmo projeto pela simulação Monte Carlo (MENDÉZ; GOYANES, 2009). A metodologia em questão apresenta as seguintes etapas:

- 1° Passo: Cálculo do valor presente do projeto;
- 2° Passo: Modelagem da incerteza por meio da árvore de eventos;
- 3° Passo: Identificação e incorporação da flexibilidade gerencial, gerando uma árvore de decisão;
- 4° Passo: Análise das opções reais.

Existem três requisitos básicos para a utilização da TOR: as decisões podem ser reversíveis, o investimento analisado apresenta fontes de incerteza, e as decisões podem ser adiadas, ou seja, devem ser exercidas no momento ótimo (*timing*) correto (SANTOS; PAMPLONA, 2005). Dessa forma, a flexibilidade gerencial é considerada no processo de avaliação do investimento (FABRINI, 2011).

Segundo Copeland e Antikarov (2002), a TOR tem por base três premissas. A primeira é que o valor presente do projeto sem flexibilidade é o melhor estimador não tendencioso do seu valor de mercado. A segunda premissa é que as variações no valor do projeto seguem um processo de tempo e estado discreto (*random walk*). Dessa forma, o processo estocástico do valor do projeto pode ser modelado pelo MGB. A terceira é que pode-se distinguir os riscos privados do projeto dos riscos de mercados, o que possibilita que as incertezas possam ser tratadas de formas distintas.

Existem seis variáveis básicas da metodologia de Opções Reais (SOUZA NETO et al., 2008):

- Ativo subjacente sujeito a risco: valor do ativo real, desconsiderando a flexibilidade gerencial.
- Preço de exercício: montante que se precisa investir para realizar a opção.
- Prazo de vencimento da opção: período em que a opção está disponível.
- Desvio padrão do ativo subjacente sujeito a risco: medida da volatilidade, sendo os riscos acerca dos retornos futuros do investimento.
- Taxa de juros livre de risco: taxa esperada, livre de risco.
- Dividendos: fluxos de caixa descontados os custos futuros do projeto.

O cálculo do VPL é fundamental para a TOR. Assim, mesmo que a metodologia da TOR seja usada para captar a flexibilidade na tomada de decisão, o primeiro passo para o seu cálculo é o cálculo do VPL sem flexibilidade (COPELAND; ANTIKAROV, 2002). Dessa forma, a construção do fluxo de caixa próximo da realidade das empresas é de fundamental importância para a análise da TOR (FABRINI, 2011).

A TOR apresenta aplicação bastante dinâmica, sendo adotada para análises em diversas áreas de conhecimento. Segundo Magalhães (2010), a utilização da TOR para análise financeira de investimentos é relativamente recente. Ainda, segundo o autor, a TOR é utilizada para avaliar ativos reais, que não são negociados no mercado, como avaliação de terras, recursos naturais (minas, poços de petróleo, etc.), entre outros.

No setor florestal, estudos que estimam o valor de concessões florestais usando o método da TOR encontram valores significativamente maiores que aqueles encontrados pelo método do VPL, sendo que o VPL de fato tende a subestimar a avaliação de projetos com atributos como o *timing*, incertezas e irreversibilidade (SANT'ANNA; NOGUEIRA, 2010). Uma vez que não existe valor monetário para a floresta nativa, este pode ser estimado pelo valor presente de bens e serviços gerados ao longo do tempo (NOGUEIRA; RODRIGUES, 2007). Para Nardelli e Macedo (2011), a oportunidade de investir poderá valer mais que o VPL do projeto.

Por se tratar de uma ferramenta de avaliação recente, a TOR apresenta algumas dificuldades e limitações. Segundo Nogueira e Rodrigues (2007), a TOR é de difícil operacionalização, e, em se tratando de análise de florestas, se fazem necessárias hipóteses consistentes acerca do preço e estoque futuro

de madeira. Para Magalhães (2010), a análise baseada apenas na TOR pode falhar, uma vez que esta pode não identificar a interação entre concorrentes, bem como suas reações a um determinado investimento. Ainda, segundo o autor, a análise pela TOR assume hipóteses de monopólio ou mercados perfeitos, não levando em consideração as possíveis interações estratégicas entre investidores e concorrentes.

2. HIPÓTESE E OBJETIVOS

2.1. Hipótese

A hipótese defendida no presente estudo é de que a análise de investimentos em manejo florestal sustentável através da Teoria das Opções Reais propicia resultados mais condizentes com os mercados existentes, uma vez que o método adotado considera riscos e incertezas intrínsecos ao projeto de investimento.

2.2. Objetivo geral

O estudo teve por objetivo avaliar a viabilidade financeira da concessão florestal da Floresta Nacional (FLONA) Jamari (UMF 1), adotando a metodologia da teoria das opções reais.

2.3. Objetivos específicos

- Analisar a viabilidade financeira da concessão florestal por meio dos métodos determinísticos VPL, BPE e TIR e pela TOR;

- Comparar os resultados obtidos pelos métodos determinísticos (VPL, BPE e TIR) com os resultados obtidos pela TOR;
- Calcular a produtividade mínima da concessão florestal para que o investimento seja considerado viável financeiramente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

A FLONA Jamari (Figura 1) foi criada em 1984, pelo Decreto n° 90.224. Situada no estado de Rondônia, a FLONA possui aproximadamente 220 mil hectares, abrangendo os municípios de Candeias do Jamari, Itapuã D'Oeste e Cujubim.

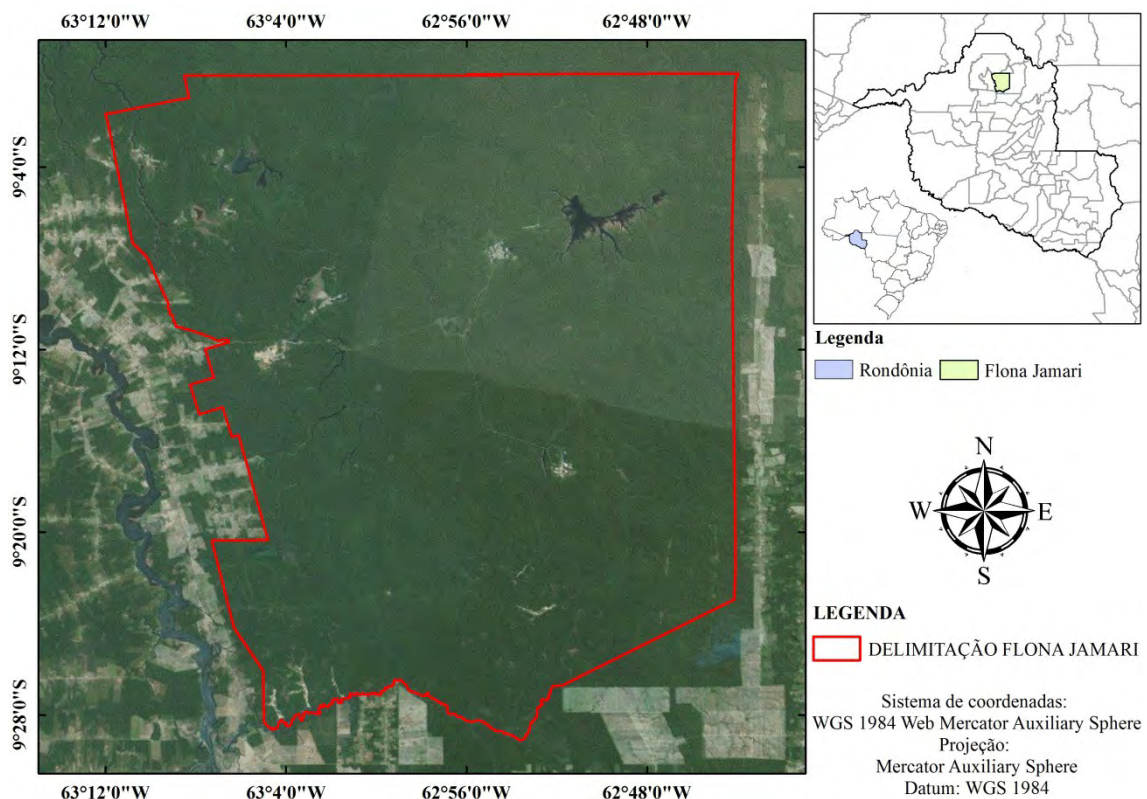


Figura 1. Localização da FLONA Jamari.

Segundo o plano de manejo realizado na unidade de conservação (MMA; IBAMA, 2005), o clima na região é classificado como AW pela classificação de Köppen (Clima Tropical Chuvoso), com período seco durante o inverno. A umidade relativa do ar varia entre 80% e 90%, e a precipitação varia entre 2.200 e 2.600 mm/ano, com maior concentração no verão. A vegetação é composta, em sua maior porção, por Floresta Ombrófila de Terras Baixas, seguida de Floresta Ombrófila Densa/Submontana. Ainda, segundo o documento, a unidade de conservação apresenta problemas relacionados à mineração ilegal, que deixou diversos locais com solo exposto e problemas com espécies invasoras. A recuperação dessas áreas é considerada incipiente.

Trata-se da primeira FLONA inserida no processo de concessões florestais, sendo licitadas três Unidades de Manejo Florestal (UMF) no ano de 2008. Da área da FLONA, cerca de 96.360 hectares foram destinados à concessão florestal, divididos em três UMFs. A UMF 1 (Figura 2), objeto do presente estudo, está localizada inteiramente no município de Itapuã D'Oeste, e possui 17.178 hectares.

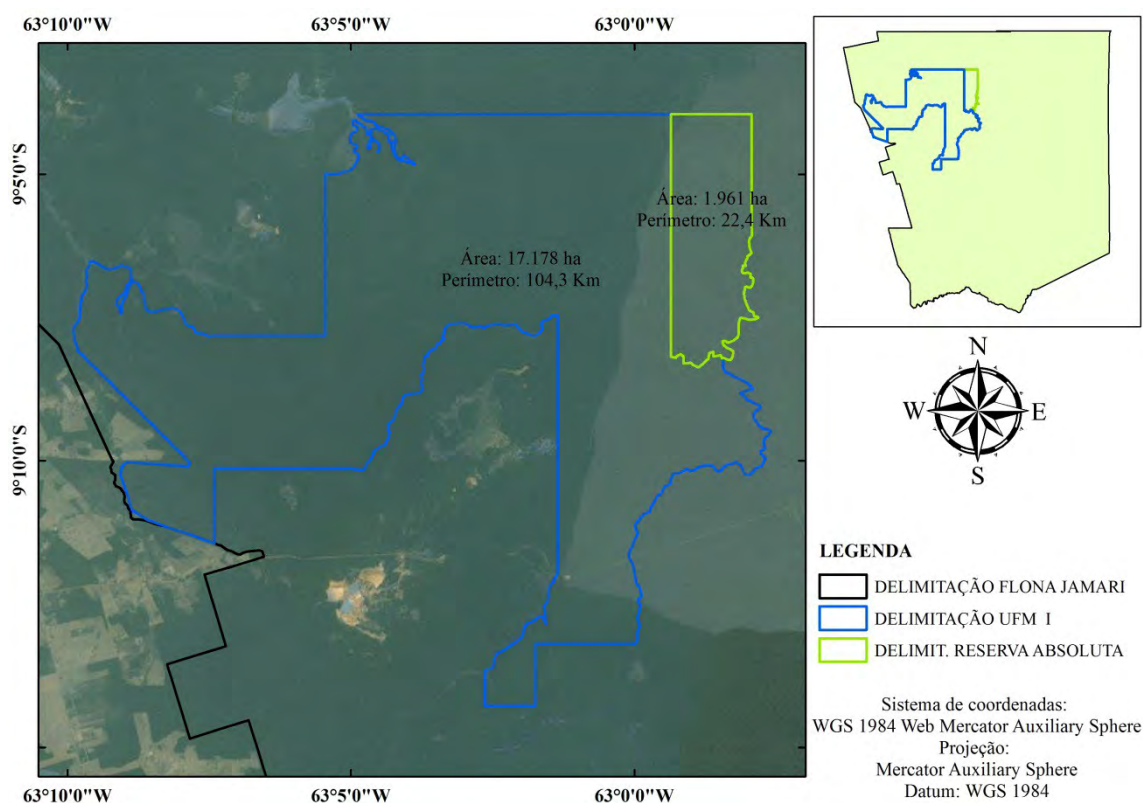


Figura 2. Localização da UMF 1 na FLONA Jamari.

3.2. Base de dados

A base de dados consiste nos custos e receitas previstos para a concessão da UMF 1 da FLONA Jamari (Tabela 2), realizado em 2008, e disponibilizado pelo SFB e pela Madeflona, empresa que venceu a licitação da concessão da área. O estudo apresenta horizonte de planejamento de 41 anos, sendo os dois primeiros anos de preparação para o manejo florestal, havendo atividade de manejo florestal a partir do segundo ano.

Tabela 2. Resumo do fluxo de caixa da concessão da UMF 1 da FLONA Jamari.

| Custos | |
|--|--------------------|
| Itens | Valor (R\$) |
| Administrativo/Licitação (R\$/projeto) | 65.000,00 |
| Custo do edital (R\$/projeto) | 92.000,00 |

| | |
|--|-------------|
| Georeferenciamento e colocação de marcos (R\$/projeto) | 78.810,00 |
| Geoprocessamento Inicial e terceiros (R\$/projeto) | 57.755,34 |
| Elaboração do PMFS (R\$/5 anos) | 79.674,36 |
| Obtenção da Certificação (R\$/5 anos) | 100.000,00 |
| Juros sobre o capital da garantia (%) | 2,00 |
| Treinamentos e Capacitação (R\$.ano ⁻¹) | 15.000,00 |
| Inventário 100% e POA (R\$/projeto) | 141.280,92 |
| Geoprocessamento (R\$/ano) | 10.000,00 |
| Monitoramento de parcelas permanentes (R\$/ano)* | 9.000,00 |
| Estradas Principais (R\$.ano ⁻¹) | 14.500,00 |
| Estradas Secundárias (R\$.ano ⁻¹) | 4.000,00 |
| Esplanadas para pátios (R\$.ano ⁻¹) | 6.750,00 |
| Estradas Principais (R\$.ano ⁻¹) | 18.125,00 |
| Estradas Secundárias (R\$.ano ⁻¹) | 10.000,00 |
| Esplanadas para pátios (R\$.ano ⁻¹) | 4.500,00 |
| Custo do SFB (R\$.ano ⁻¹) | 10.307,23 |
| Custo da certificadora (R\$.ano ⁻¹) | 20.000,00 |
| Abate das árvores (R\$.m ³⁻¹) | 3,50 |
| | Continua... |

Cont., Tabela 2

| Custos | |
|---|------------------------------------|
| Itens | Valor (R\$) |
| Arraste das árvores (R\$.m ³⁻¹) | 20,00 |
| Carregamento das árvores (R\$.m ³⁻¹) | 4,00 |
| Transporte na área (R\$.m ³⁻¹) | 25,00 |
| Transferência anual de acordo com proposta técnica (R\$.ha ⁻¹) | 1,80 |
| Custos de arraste e transporte (R\$.m ³⁻¹) | 20,00 |
| Custo de materiais e EPIs (R\$.ano ⁻¹) | 71.387,60 |
| Valor pago pelas toras ao SFB (R\$.m ³⁻¹) | 52,03 |
| Valor pago pela galhada ao SFB (R\$.m ³⁻¹) | 7,00 |
| Custos totais para produção de serrados (R\$.m ³⁻¹) | 200,56 |
| Comissão para vendas (%) | 5,00 |
| Impostos | |
| Itens | Valor (%) |
| PIS | 0,65 |
| COFINS | 3,00 |
| ICMS (Mercado Interno - RO) | 17,00 |
| ICMS (Mercado Interno - SP) | 12,00 |
| Crédito de ICMS | -17,00 |
| Receitas | |
| Itens | Valor (R\$.m³⁻¹) |
| Serrado Bruto | 1.150,00 |

| Continua... | |
|-------------------|--|
| Cont., Tabela 2 | |
| Receitas | |
| Itens | Valor (R\$.m⁻³.a⁻¹) |
| Serrado Aplainado | 1.800,00 |
| Assoalhos | 2.200,00 |
| Energia | 15,00 |
| Aproveitamentos | 162,00 |
| Resíduos | 15,00 |

*Valor médio, visto que o custo do item aumenta em função do aumento do número de parcelas permanentes.

Fonte: SFB, Madeflona.

A UMF 1 foi dividida em 30 Unidades de Planejamento Anuais (UPAs), sendo permitida a exploração de 25,8 m³/ha.ano⁻¹. Dessa forma, como a concessão é feita para um período de 40 anos, e o horizonte de planejamento foi elaborado com manejo florestal madeireiro por 39 anos, as nove primeiras UPAs serão manejadas também em um segundo ciclo.

3.3. Avaliação financeira do plano de manejo

Para a avaliação financeira do manejo florestal sustentável, foram adotados as metodologias do VPL, TIR, BPE e a Teoria das Opções Reais, sendo analisada a opção de abandono. Adotou-se a metodologia descrita por Copeland e Antikarov (2002), tendo como variável de análise a produtividade do manejo florestal da UMF 1 da FLONA Jamari. Os cálculos das metodologias adotadas estão descritas nos subitens apresentados a seguir. Todas as etapas foram realizadas com o auxílio do *software* Excel versão 2010, do pacote *Microsoft Office*.

3.3.1. Avaliação financeira por meio de métodos determinísticos

A partir do fluxo de caixa do investimento, foram realizados os cálculos dos métodos VPL, BPE e TIR apresentados a seguir, conforme descrito por Rezende e Oliveira (2013).

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

$$BPE = \frac{VPL \cdot i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (2)$$

$$TIR = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} = 0 \quad (3)$$

sendo:

VPL = Valor presente líquido (R\$);

BPE = Benefícios periódicos equivalentes;

TIR = Taxa interna de retorno;

R_j = Receitas (R\$);

C_j = Custos (R\$);

i = Taxa mínima de atratividade;

j = período de tempo considerado (anos);

n = Duração do projeto (anos).

Uma vez que a base de dados não apresenta investimentos externos, não foi necessário o cálculo do WACC. Como taxa de desconto, adotou-se o IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo) do período inicial do estudo (2008), que corresponde à 5,9023%, por ser este o índice utilizado pelo SFB para a atualização dos valores monetários do contato de concessão florestal. Para fins de tomada de decisão, foi considerada taxa de juros constante, uma vez que não é possível obter o índice para cada período do horizonte de planejamento.

3.3.2. Avaliação financeira por meio da TOR

3.3.2.1. Determinação da volatilidade

Segundo a metodologia de Copeland e Antikarov (2002), a volatilidade é calculada tendo como base a taxa de retorno do investimento. No entanto, ao adotar a taxa de retorno, não seria possível analisar a volatilidade dos dois períodos iniciais do investimento, visto que as receitas se iniciam a partir do terceiro período do horizonte de planejamento. Além disso, o cálculo da volatilidade por meio da taxa de retorno não é apropriado para o caso, uma vez que os custos e receitas que determinam o valor presente do investimento permanecem inalterados em todos os períodos (JOAQUIM, 2012). Dessa forma, a volatilidade foi calculada para a variável estocástica.

Uma vez que foi realizado inventário florestal na FLONA Jamari, o estoque de madeira não consiste em uma incerteza do investimento. Como fonte de incerteza, adotou-se a produtividade madeireira do manejo da UMF 1. Na ausência de série histórica da produtividade, aplicou-se a simulação Monte Carlo sucessivas vezes para obter a distribuição aleatória da variável. Os

dados de entrada da simulação Monte Carlo (média e desvio padrão) foram obtidos por meio da produtividade dos primeiros anos de manejo florestal na UMF em estudo (2010 a 2014), conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Produtividade da UMF 1, FLONA Jamari.

| Ano | Produtividade (m ³ .ha ⁻¹) |
|---------------|---|
| 2010 | 6,5887 |
| 2011 | 25,0859 |
| 2012 | 23,2362 |
| 2013 | 14,5740 |
| 2014 | 16,7522 |
| Média | 17,2474 |
| Desvio Padrão | 7,3876 |

Fonte: SFB, 2015.

Com os dados gerados a partir da simulação Monte Carlo, calculou-se a média e o desvio padrão (volatilidade) da variável estocástica em análise (Equação 4).

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^N (z_i - \bar{z})^2}{(N - 1)}} \quad (4)$$

em que:

$$z = \ln\left(\frac{VP_1}{VP_0}\right) \quad (5)$$

em que:

$$VP_0 = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (6)$$

$$VP_1 = \sum_{t=2}^T \frac{FC_t}{(1+i)^{t-1}} \quad (7)$$

sendo:

σ = Volatilidade (%);

z = Variável de previsão (R\$);

\bar{z} = Média da variável de previsão (R\$);

z_i = Variável de previsão no instante i (R\$);

N = Número de dados;

\ln = Logaritmo neperiano;

VP_0 = Valor presente no instante t_0 (R\$);

VP_1 = Valor presente no instante t_1 (R\$);

FC_1 = Fluxo de caixa no instante t_1 (R\$).

3.3.2.2. Cálculo da árvore de eventos

Para o cálculo dos movimentos ascendente e descendente da árvore de eventos, bem como suas respectivas probabilidades de ocorrência, adotou-se o modelo binomial de COX, Ross e Rubinstein (1979), apresentado nas equações a seguir.

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (8)$$

$$d = \frac{1}{u} \quad (9)$$

$$FC_u = FC_{n-1} \cdot u \quad (10)$$

$$FC_d = FC_{n-1} \cdot d \quad (11)$$

$$p = \frac{(1 + r_f) - d}{(u - d)} \quad (12)$$

$$q = 1 - p \quad (13)$$

sendo:

u = Proporção do movimento ascendente da árvore de eventos;

d = Proporção do movimento descendente da árvore de eventos;

e = Logaritmo neperiano;

Δt = Intervalo de tempo (limitado a 1);

FC_{n-1} = Fluxo de caixa no instante $n-1$;

FC_u = Fluxo de caixa ascendente;

FC_d = Fluxo de caixa descendente;

p = Probabilidade neutra ao risco (%);

r_f = Taxa de juros livre de risco (%).

Para a montagem da árvore de eventos, adotou-se o VPL do investimento como valor do período inicial (ativo subjacente sujeito a risco). Para o segundo período ($t = n$), o valor do nó em $t = n-1$ foi multiplicado pelo valor da proporção dos movimentos ascendente (u) e descendente (d). O mesmo foi feito para os períodos subsequentes.

3.3.2.3. Valor de abandono

As decisões gerenciais foram tomadas tendo por base os valores apresentados na árvore de eventos, transformando-a em uma árvore de decisão. A avaliação da árvore de eventos foi realizada, nó a nó, pela comparação do valor presente do nó com o valor de abandono para o período. A opção de abandono foi analisada a partir do terceiro período do investimento, instante em que se iniciaram as receitas do investimento.

Para a avaliação da árvore de eventos, foi considerada a opção de abandonar o investimento, quando este apresentou retornos financeiros insatisfatórios, ou prosseguir, quando os retornos foram satisfatórios. Considerou-se como insatisfatório os nós em que seu valor presente foi inferior ao valor de abandono do período em análise. Já como satisfatório, foram considerados os nós em que o valor presente do nó foi superior ao valor de abandono.

Como consta no contrato de concessão florestal, em caso de abandono do investimento, a empresa não será indenizada pelos investimentos em infraestrutura. Além disso, haverá a execução da garantia, que corresponde à R\$ 759.761,00. O valor de abandono corresponde ao valor presente dos custos com máquinas, equipamentos e veículos até o período analisado, que podem ser convertidos em possível receita caso o investidor decida por abandonar o investimento. Ao valor residual, foi subtraído o valor da garantia, que representa um custo caso a opção seja exercida. Assim, o preço de exercício da opção de abandono consiste no saldo entre o valor residual das máquinas, veículos e equipamentos, e a multa de rescisão contratual a ser paga ao rescindir o contrato de concessão.

3.3.2.4. Análise da Opção Real

Ao dar valor para as decisões gerenciais da árvore de decisão, obtém-se a árvore de opção. A avaliação dos retornos da árvore de decisão foi feita por uma análise *backward*, ou seja, do último período ($t = 40$) para o primeiro ($t = 0$), sendo o valor da opção calculado para cada nó da árvore de decisão.

O cálculo do último período da árvore de opção foi realizado por meio da Equação 14. Nos casos em que a opção de abandono foi exercida, o valor da opção foi resultante da subtração entre o valor de exercício da opção e o valor presente do nó analisado. Quando a decisão foi dar prosseguimento ao investimento, adotou-se zero para o valor da opção (Equação 14). Para os demais períodos, o valor da opção foi calculado de acordo com a probabilidade neutra ao risco (Equação 15).

$$V_{OR} = \text{Max} [X - V_t; 0] \quad (14)$$

$$C_0 = \frac{p \cdot C_u + (1 - p) \cdot C_d}{1 + i} \quad (15)$$

sendo:

V_{OR} = Valor de Opção Real (R\$);

X = Valor de exercício da opção (R\$);

V_t = Valor presente no nó da árvore de opção (R\$);

C_0 = Retorno da opção em $t = n$;

C_u = Retorno da opção ascendente em $t = n+1$;

C_u = Retorno da opção descendente em $t = n+1$.

O valor apresentado no primeiro período ($t=0$) da árvore de opção corresponde ao VPL com flexibilidade. A diferença entre o VPL tradicional e o VPL com flexibilidade corresponde ao Valor da Opção Real (VOR), conforme apresentado na Equação 16.

$$VOR = VPL_{exp} - VPL \quad (16)$$

sendo:

VPL_{exp} = Valor Presente Líquido expandido (R\$);

VPL = Valor Presente Líquido (R\$);

VOR = Valor Presente da opção (R\$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação financeira por meio de métodos determinísticos

De acordo com o contrato de concessão florestal da UMF 1 da FLONA Jamari, a empresa concessionária deve pagar ao SFB R\$ 53,02.m³⁻¹. Considerando que os demais itens do fluxo de caixa permaneçam constantes, para que o investimento seja considerado viável pelos métodos determinísticos, o investimento deverá apresentar produtividade mínima de 17,75 m³.ha⁻¹.

A avaliação financeira do investimento por meio de métodos determinísticos apresentou viabilidade (Tabela 4), uma vez que os métodos VPL e BPE apresentaram valores positivos (REZENDE, OLIVEIRA, 2013). O VPL do investimento corresponde a R\$ 14,74.m³⁻¹, com BPE de R\$ 0,96. (m³.ano)⁻¹. A TIR do investimento corresponde à 20,75%, 3,52 vezes maior que a taxa mínima de atratividade do investimento. Dessa forma, para que o investimento seja considerado viável, poderá apresentar taxa de desconto máxima de 20,75%. Assim, o investimento é financeiramente atrativo para o investidor. No entanto, o resultado apresentado é insuficiente para a tomada de decisão, uma vez que não são considerados os riscos e flexibilidade gerencial ao longo do investimento (NARDELI; MACEDO, 2012).

Tabela 4. Métodos determinísticos de análise financeira.

| Métodos determinísticos | |
|------------------------------------|-------|
| VPL (R\$/m³) | 14,74 |
| BPE (R\$/m³/ano) | 0,96 |
| TIR (%) | 20,75 |

Por meio da análise do VPL, o investimento é considerado viável a partir do oitavo período, instante a partir do qual a análise apresenta resultado positivo (Figura 3). Os valores negativos nos períodos iniciais do investimento são atribuídos aos elevados custos iniciais, e também ao fato de que as receitas ocorrem a partir do terceiro período. Por se tratar de uma concessão, muitos dos investimentos devem ser feitos nos períodos iniciais, não havendo a possibilidade de postergá-los (BRANDÃO, 2002).

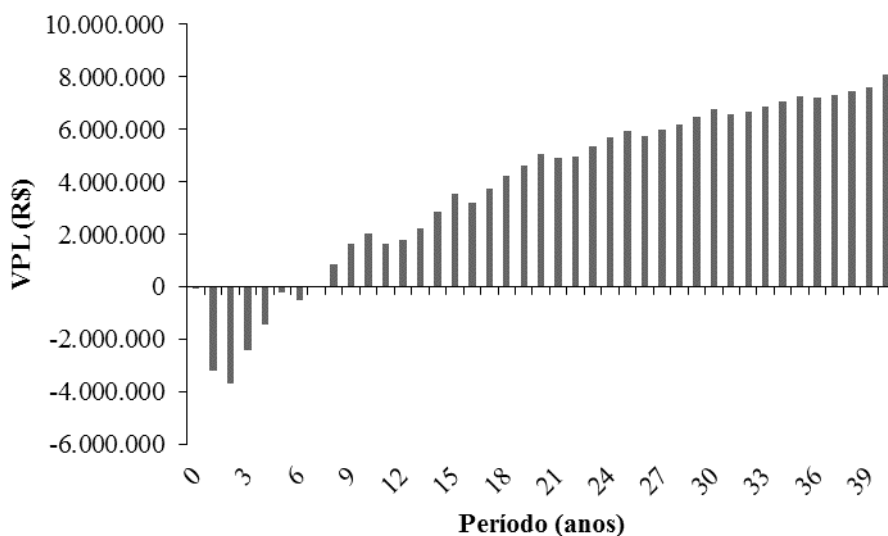


Figura 3. VPL anual do investimento.

Devido aos elevados custos iniciais do investimento, o retorno financeiro para os primeiros períodos de análise apresenta valores negativos. Isso ocorre, pois são necessários investimentos iniciais para a realização das atividades pré-exploratórias, além dos custos com veículos, máquinas e equipamentos para as atividades de exploração florestal. Dessa forma, há uma série de custos que devem ser realizados antes da extração de madeira propriamente dita e as receitas se iniciam apenas com a comercialização da madeira, uma vez que a madeira é o único produto a ser comercializado pela concessão florestal em estudo.

Além de ser um dos critérios de bonificação previstos no contrato de concessão florestal, a comercialização de produtos florestais não madeireiros consiste em mais uma fonte de receita do investimento em concessão florestal. As estimativas, tanto quantitativas quanto a periodicidade, de produtos florestais não madeireiros (castanhas, óleo-resina, sementes, etc.) com valor comercial deveriam constar no inventário florestal (NOGUEIRA; RODRIGUES, 2007), uma vez que podem agregar valor ao investimento.

4.2. Avaliação financeira por meio da TOR

4.2.1. Determinação da volatilidade

A simulação Monte Carlo gerou, de forma aleatória, distribuição normal da variável estocástica (Figura 4).

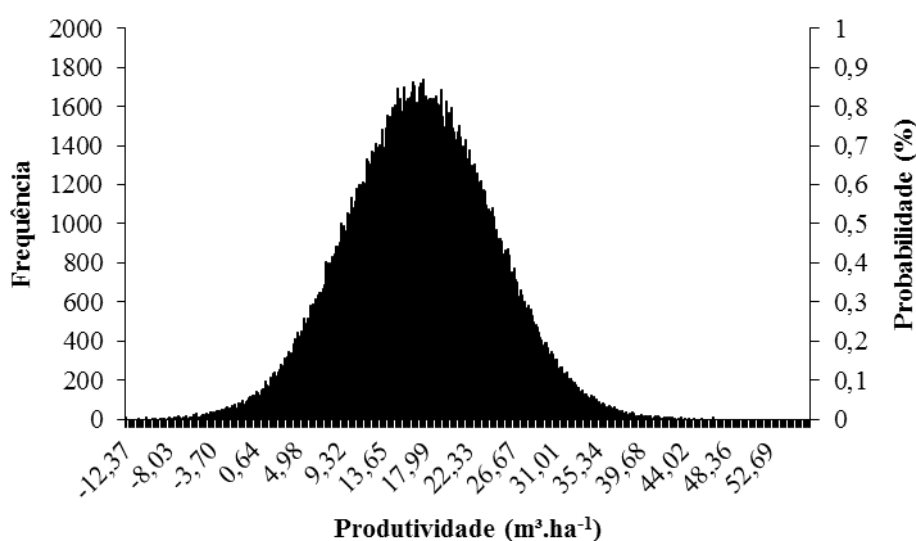


Figura 4. Distribuição de probabilidade da produtividade do manejo florestal.

Com a distribuição aleatória da produtividade da concessão florestal, calculou-se a média e desvio padrão (volatilidade) da probabilidade de ocorrência da produtividade (Tabela 5). A média e a volatilidade da variação da produtividade foram equivalentes a 0,00096 e 0,3464 (34,64%), respectivamente. Os movimentos ascendente e descendente foram equivalentes a 1,40 e 0,71, respectivamente. Foi observada maior probabilidade de ocorrência do movimento descendente, correspondente à

76,37%. A probabilidade de ocorrência do movimento ascendente foi de 26,63%.

Tabela 5. Parâmetros utilizados para construção da árvore de eventos.

| Variáveis | Valor |
|----------------------------------|--------------|
| Períodos da árvore (anos) | 41 |
| Expiração da opção (anos) | 41 |
| VPL (R\$.m ³⁻¹) | 14,74 |
| Média da variável Z | 0,00096 |
| Volatilidade da produtividade | 34,64% |
| Movimento ascendente (u) | 1,40 |
| Movimento descendente (d) | 0,71 |
| Probabilidade de ocorrência de u | 23,63% |
| (p) | |
| Probabilidade de ocorrência de d | 76,37% |
| (1-p) | |

4.2.2. Árvore de eventos

Ao multiplicar o VPL pelos valores dos movimentos ascendentes e descendentes, obteve-se a árvore de eventos, com total de 861 nós. Devido à longa duração do investimento analisado (41 períodos), a completa visualização gráfica da árvore de eventos, assim como da árvore de decisão e árvore de opção se torna impraticável. Uma representação da árvore de eventos está apresentada na Figura 5, estando apresentados os sete períodos iniciais.

| Períodos | | | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | | | | | 110,96 |
| | | | | | 79,26 | |
| | | | | 56,62 | | 56,62 |
| | | | 40,45 | | 40,45 | |
| | | 28,89 | | 28,89 | | 28,89 |
| 14,74 | 20,64 | | 20,64 | | 20,64 | 14,74 |
| | 10,53 | | 10,53 | | 10,53 | |
| | | 7,52 | | 7,52 | | 7,52 |
| | | | 5,37 | | 5,37 | |
| | | | | 3,84 | | 3,84 |
| | | | | | 2,74 | |
| | | | | | | 1,96 |

Figura 5. Representação da árvore de eventos do investimento.

Uma vez que a árvore de eventos apresenta disposição binomial, não é possível visualizar os demais valores que podem ocorrer no intervalo entre o mínimo e o máximo da variável em estudo (JOAQUIM et al., 2015). Sem inserir a flexibilidade gerencial na análise da árvore de eventos, o valor obtido corresponde ao VPL calculado inicialmente. Como forma de verificar se a árvore de eventos está correta pode-se analisar os valores apresentados nas linhas. Para cada linha, os valores devem ser iguais, uma vez que estes não estão sob efeito da volatilidade (COPELAND; ANTIKAROV, 2002).

Quanto maior o período de análise, maior será a amplitude dos valores da árvore de eventos, maior será o risco do investimento, e menor será a probabilidade de ocorrência dos valores extremos. Os nós extremos do último período da árvore de eventos apresentam valores entre R\$ 10.284.174,65.m³⁻¹,

e valores que tendem à zero no movimento descendente ($R\$ 0,000021.m^3^{-1}$). Para que os valores extremos ocorram, é necessário que ocorram, ao longo do período analisado, somente movimentos ascendentes ou descendentes na árvore de eventos. Independente do período analisado, a maior probabilidade de ocorrência é encontrada a partir da linha central (VPL), sendo de 23,63% para o primeiro movimento ascendente e 76,37% para o primeiro movimento descendente. Conforme apresentado na Figura 6, à medida que se distancia da linha central, sua probabilidade de ocorrência diminui.

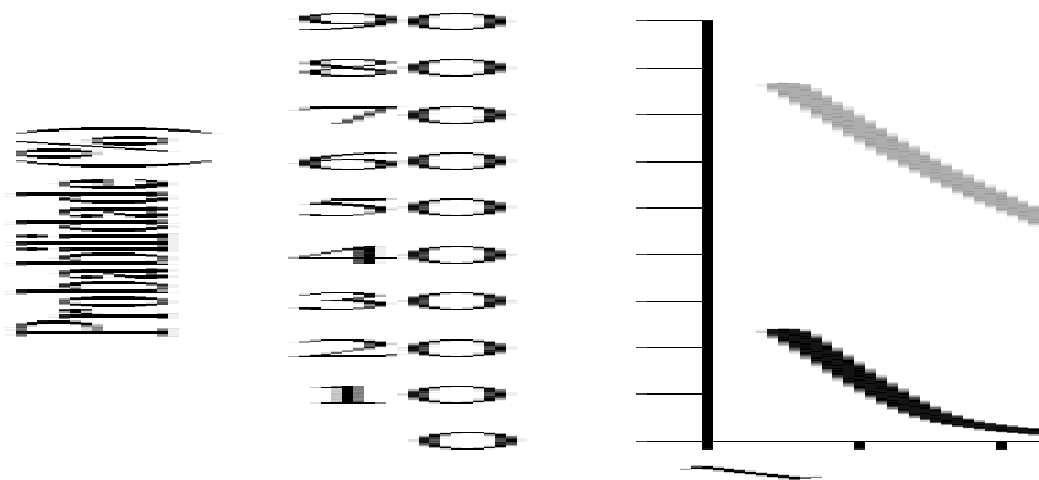


Figura 6. Probabilidade de ocorrência dos movimentos ascendente e descendente para cada período.

A probabilidade de ocorrência do valor extremo dos movimentos ascendentes corresponde à $8,65.10^{-26}$. Já a probabilidade de ocorrência do valor extremo dos movimentos descendentes é de $2,08.10^{-5}$. Assim, espera-se que os valores das extremidades, tanto o limite superior quanto o limite inferior, não sejam alcançados, de modo que os valores obtidos ao final do projeto

devem se aproximar do valor do ativo subjacente sujeito a risco (COPELAND; ANTIKAROV, 2002; SOUZA NETO et al., 2008).

4.2.3. Valor de Abandono

Com o objetivo de maximizar os retornos do investimento, a opção do abandono permite que o investidor exerça a opção em qualquer período do horizonte de planejamento. Ao exercer a opção, o investidor obterá o valor residual do investimento, o que adiciona valor ao projeto (MAGALHÃES, 2010).

O valor de abandono foi calculado para cada período do investimento (Figura 7), sendo considerada a mesma taxa de juros adotada para a análise do VPL. Uma vez que não há valor residual para o investimento nos dois períodos iniciais, o valor de abandono para estes períodos corresponde a zero. No último período do horizonte de planejamento, o valor de abandono corresponde a R\$ 615,91.m³⁻¹.

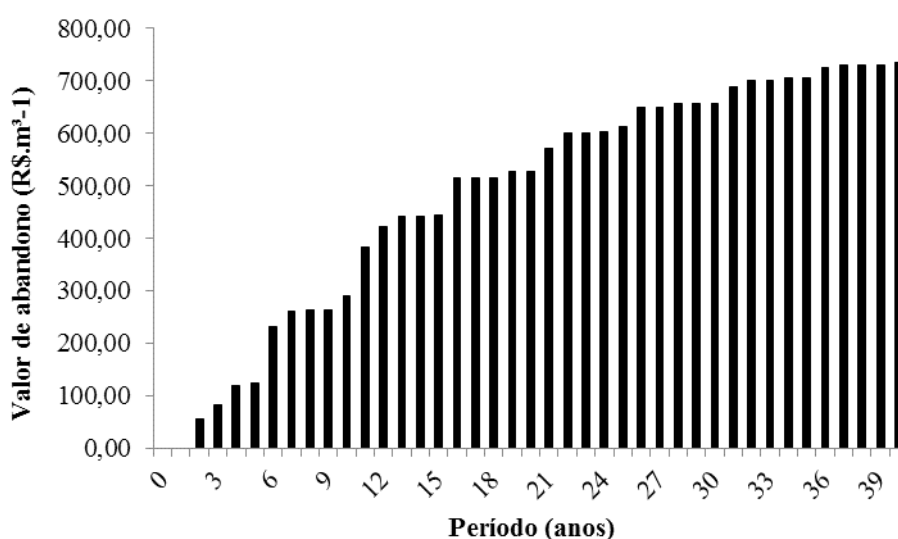
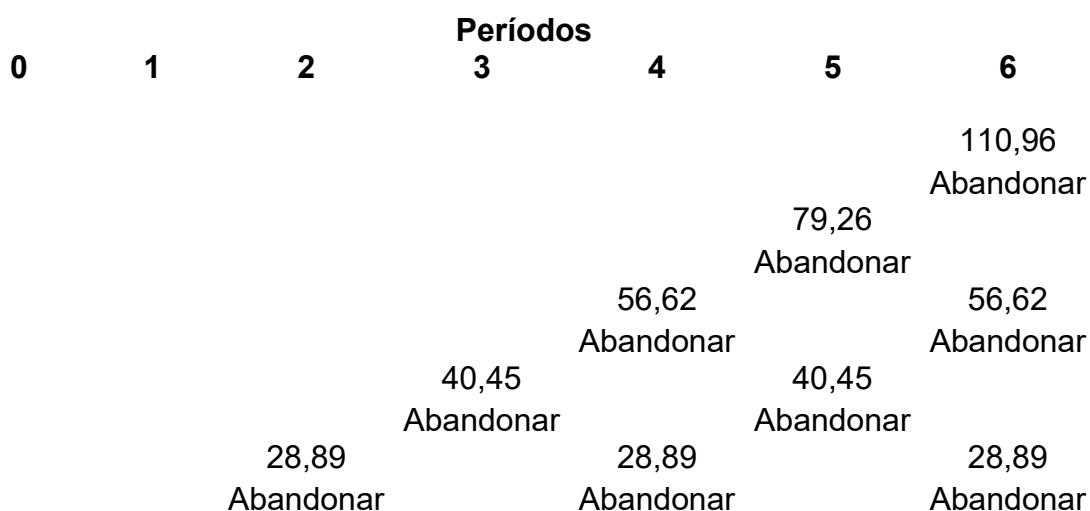


Figura 7. Valor da opção de abandono.

Conforme apresentado na Figura 7, o valor da opção de abandono é menor nos períodos iniciais do investimento, aumentando gradativamente ao longo do horizonte de planejamento. Em projetos que necessitam de investimento em todos os períodos do horizonte de planejamento, como é o caso do investimento em estudo, o valor de abandono é cumulativo e crescente (JOAQUIM, 2012).

4.2.4. Análise da Opção Real

Ao avaliar a árvore de eventos, é realizada a análise do momento ótimo para fazer o investimento, objetivando sempre a maximização do retorno financeiro (FABRINI, 2011). A decisão de prosseguir ou abandonar o investimento foi analisada por meio da comparação, nó a nó, entre o valor de abandono e o valor presente do nó da árvore de eventos. Dessa forma, a opção exercida depende de qual alternativa apresenta maior retorno financeiro esperado (RODRIGUES et al., 2013). A Figura 8 apresenta uma visão parcial da árvore de decisão, montada com as decisões gerenciais.



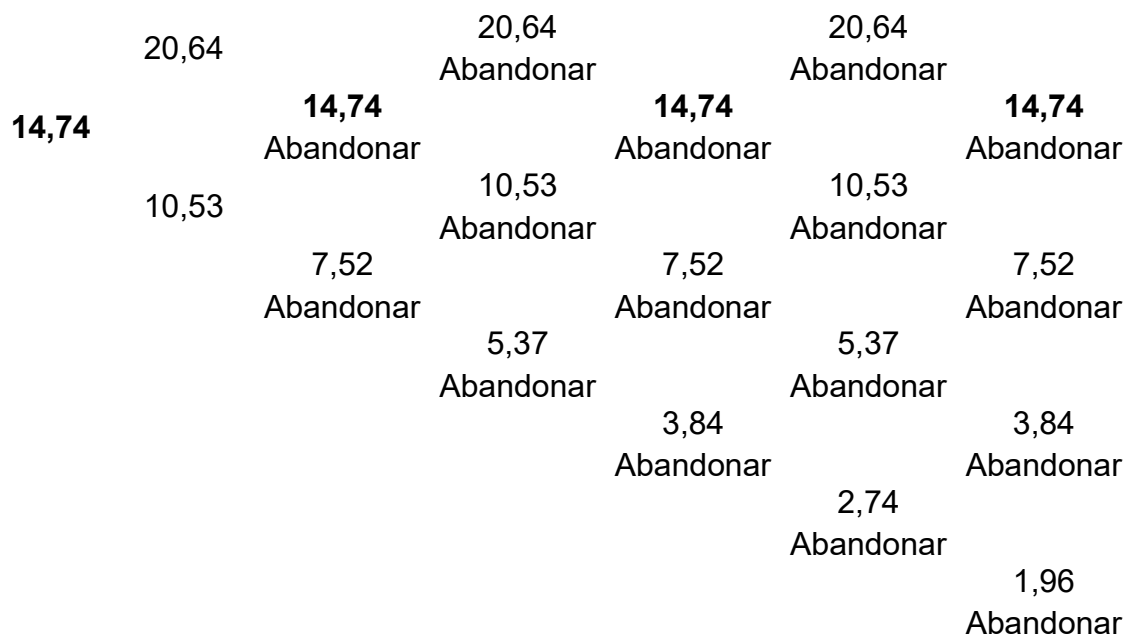


Figura 8. Representação da árvore de decisão do investimento.

Das 861 decisões gerenciais a serem tomadas na árvore de eventos, a opção de prosseguir com o investimento foi adotada em 237 nós (27,53%), e a decisão de abandono foi exercida em 624 nós (72,47%). Dessa forma, a opção de prosseguir com o investimento foi exercida apenas nos nós em que as condições foram consideradas muito favoráveis ao investimento.

A árvore de decisão apresenta as decisões ótimas para o investimento. Como era de se esperar, a opção de abandono foi exercida quando o projeto apresentar problemas, e a opção de prosseguir quando os retornos foram satisfatórios (COPELAND; ANTIKAROV, 2002).

A análise da flexibilidade gerencial foi feita por meio da árvore de opção real (Figura 9), que apresenta o valor da opção para cada nó. As decisões gerenciais foram tomadas com o objetivo de maximizar o retorno financeiro. Dessa forma, pode-se observar que, ao considerar as opções reais, houve um aumento do retorno financeiro do investimento.

| | Períodos | | | | | |
|--------------|----------|--------------|-------|--------------|-------|---------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | | | | | 104,32 |
| | | | | | 98,57 | |
| | | | | 93,11 | | 104,41 |
| | | | 87,94 | | 98,62 | |
| | | 83,06 | | 93,14 | | 104,45 |
| | 78,43 | | 87,96 | | 98,65 | |
| 74,07 | | 83,07 | | 93,16 | | 104,47 |
| | 78,44 | | 87,97 | | 98,66 | |
| | | 83,07 | | 93,17 | | 104,49 |
| | | | 87,98 | | 98,67 | |
| | | | | 93,17 | | 104,49 |
| | | | | | 98,67 | |
| | | | | | | 104,49 |

Figura 9. Representação da árvore de opção real do investimento.

Ao incorporar o valor de abandono na análise da TOR, utilizando a metodologia da probabilidade neutra ao risco, obteve-se um valor presente de R\$ 74,07.m³⁻¹, valor esse que corresponde ao VPL expandido do investimento, 5,02 vezes maior que o VPL tradicional. Uma vez que o VPL expandido é superior ao VPL tradicional, a flexibilidade do investimento é positiva. Assim, o exercício da opção real criada por meio da flexibilidade gerencial disponível aumentou o retorno do investimento (FABRINI, 2011).

O VOR (Tabela 6), obtido ao subtrair o VPL tradicional do VPL com flexibilidade, corresponde à R\$ 59,33.m³⁻¹. Esse valor expressa o a flexibilidade gerencial que os investidores obtêm ao empreender o investimento (COPELAND; ANTIKAROV, 2002).

Tabela 6. Resultados dos métodos de análise financeira.

| Método de análise | Valor (R\$.m ³⁻¹) |
|----------------------|-------------------------------|
|----------------------|-------------------------------|

| | |
|-----------------|-------|
| VPL tradicional | 14,74 |
| VPL expandido | 74,07 |
| VOR | 59,33 |

Como se esperava, a avaliação financeira do investimento por meio de métodos determinísticos apresentou valores inferiores à análise por meio da TOR. Uma vez que as concessões florestais são feitas em áreas públicas, os resultados obtidos com o método da TOR não devem ser negligenciados (MOREIRA et al., 2000; ROCHA et al., 2006). Dessa forma, os retornos financeiros de um investimento em concessão florestal dados pelo método da TOR são um importante elemento para o processo de licitação e para políticas de governo sobre concessões florestais (ROCHA et al., 2000).

5. CONCLUSÕES

- Para ser considerado viável pelos métodos determinísticos de avaliação financeira, o investimento deve apresentar produtividade mínima de $17,75 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.
- Adotando a produtividade máxima de $25,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, o investimento em estudo foi considerado viável pelos métodos determinísticos de análise financeira (VPL, BPE e TIR).
- Os valores encontrados com a análise da TOR apresentaram-se superiores ao encontrado pelo VPL. Como se esperava, ao considerar os riscos e flexibilidade gerencial houve agregação de valor ao investimento.
- Por se tratar de um investimento de longa duração, os métodos determinísticos se mostram insuficientes para a análise financeira. Dessa forma, a metodologia da TOR desenvolvida por Copeland e Antikarov (2002) se mostrou adequada para a análise em questão,

sendo uma boa ferramenta de auxílio à tomada de decisão, uma vez que podem ser inseridas diversas incertezas à análise.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

AZEVEDO RAMOS, C.; SILVA, J. N. M.; MERRY, F. The evolution of Brazilian forest concessions. **Elementa: Science of the Anthropocene**. Acesso em: 20/10/2015. Disponível em: <https://elementascience.org/articles/48>.

BATISTA, F. R. S. **Estimação do valor incremental do mercado de carbono nos projetos de fontes renováveis de geração de energia elétrica no Brasil: uma abordagem pela teoria das opções reais**. Tese (Engenharia Industrial), PUC, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

BRANDÃO, L. E. T. **Uma implantação da teoria das opções reais em tempo discreto para avaliação de uma concessão rodoviária no Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, p.132., 2002.

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

BRASIL. **Lei Nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. “Institui o Novo Código Florestal”. Acesso em: 15/08/2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 1988. Acesso em: 12/05/2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm.

BRASIL. **Decreto Nº 1.282**, de 19 de outubro 1995. Acesso em: 13/08/2014. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D1282.htm.

BRASIL. **LEI Nº 11.284**, de 02 de março de 2006. “Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável”. Acesso em: 17/08/2014. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11284.htm

BRASIL. **Decreto Nº 6.063**, de 20 de março de 2007. “Dispõe sobre a gestão de florestas públicas”. Acesso em: 15/08/2014. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6063.htm.

BRASIL. **Nº Lei 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2012.

CARNEIRO, M. S.; AMARAL NETO, M.; CASTRO, E. M. R. **Sociedade, floresta e sustentabilidade**. Instituto Internacional de Educação do Brasil; NAEA, 132p., 2013.

CARVALHO, J. O. P. de; SILVA, J. N. M; LOPES, J. do C. A.; COSTA, H. B. da. **Manejo de florestas naturais do trópico úmido com referência especial à Floresta Nacional do Tapajós no Estado do Pará.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 14p. (Documento, 26), 1984.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA N° 416**, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Acesso em: 28 de Julho de 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>.

COPELAND, T. E.; ANTIKAROV, V. **Opções Reais: Um Novo Paradigma para Reinventar a Avaliação de Investimentos.** Editora Campus, Rio de Janeiro, RJ, 2002.

COX, J. S.; ROSS, S.; RUBINSTEIN, M. Option Pricing: a simplified approach. **Journal of Financial Economics**, v.7, p.229-263, 1979.

DIXIT, A. K.; PINDYCK, Robert S. The Options Approach to Capital Investment. **Havard Business Review**, p.105-115, 1995.

DOZZA, M. A. Determinantes de valor: teoria de opções reais por simulação de Monte Carlo com mínimos quadrados. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis, SC, v.4, n.7, p.68-80, 2012.

DRIGO, I. G. **As barreiras para a implantação de concessões florestal na América do Sul: os casos de Bolívia e Brasil.** Tese (Doutorado – Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais). Universidade de São Paulo e

L'Institut des Sciences et industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech) Doutorado em Sciences de l'Environnement. São Paulo, SP, 287f., 2010.

FABRINI, K. L. **Teoria das opções reais: uma abordagem para análise de investimento em expansão do sistema elétrico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2011.

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

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**, 2 ed. Bookman, 610p., 2004.

GODOY, M. G. A gestão sustentável e a concessão das florestas públicas. **Revista Economia contemporânea**. Rio de Janeiro, RJ, 2006.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; TEIXEIRA, L. M.; LIMA, A. J. N. O mercado internacional de madeira tropical está à beira do colapso. **SBPN Scientific Journal**, v. 1, n. 2, p. 33-41, 2006.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; LIMA, A. J. N.; HIGUCHI, F. G.; SILVA, R. P.; SOUZA, C. A. S.; PINTO, F. R.; TEIXEIRA, L. M.; CARNEIRO, M. C.; SILVA, S. R. Perspectivas do manejo florestal sustentável para a Amazônia brasileira. **Hiléia - Revista do Direito Ambiental da Amazônia**, n.8, 2010.

JOAQUIM, M. S. **Aplicação da teoria de opções reais na análise de investimentos em sistemas agroflorestais**. Tese (Doutorado em Ciências

Florestais), Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 126 p., 2012.

JOAQUIM, M. S.; SOUZA, A. N.; SOUZA, S. N.; PEREIRA, R. S.; ANGELO, H. Aplicação da teoria das opções reais na análise de investimentos em sistemas agroflorestais. **Cerne**, Lavras, MG, v.21 n.3, p.439-447, 2015.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. G. **O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, RJ, n.16, p.3-30, 2002.

KARSENTY, A.; DRIGO, I. G.; PIKETTY, M. G.; SINGER, B. Regulating industrial forest concessions in Central Africa and South America. **Forest Ecology and Management**, v.256, p.1498–1508, 2008.

KEYNES, J. M. **A teoria geral do emprego, do juro e da moeda**. Atlas, São Paulo, SP, 1936.

MAGALHÃES, D. J. Q. **Teoria das opções reais: uma abordagem estratégica na análise de investimentos**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Dourado. Vila Real, Portugal, 2010.

MENDÉZ, M.; GOYANES, A. **Real Options Valuation of a Wind Farm**. ESIC Business and Marketing School, Sapphire Finance LLP. Business Finance Department, Universidad Autónoma de Madrid, Espanha, 2009.

MINARDI, A. M. A. F.; SAITO, R. Orçamento de Capital. **Revista de Administração de Empresas**, v.47, n.3, p.79-83, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Pilares para a Sustentabilidade Financeira do Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Departamento de Áreas Protegidas. Brasília, DF, 72p., 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IBAMA). **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Jamari – Rondônia**. v.1. 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Plano anual de outorga florestal 2016**. Brasília, DF, 72p., 2015.

MOREIRA, A. R. B.; REIS, E. J.; ROCHA, K.; CARVALHO, L. A valoração das concessões nas florestas nacionais da Amazônia: uma abordagem com opções reais. **Pesquisa e Planejamento Econômico**. Rio de Janeiro, RJ, v.30, n.3, p.327-354, 2000.

NARDELLI, P. M.; MACEDO, M. A. Análise de um projeto agroindustrial utilizando a teoria de opções reais: a opção de adiamento. **RESR**, Piracicaba, SP, vol.49, n.4, p.941-966, 2011.

NOGUEIRA, J. M.; RODRIGUES, A. A. **Manual de Valoração Econômica de Florestas Nacionais**. Quarto relatório, versão corrigida, do Estudo sobre Valoração Econômica de Florestas Nacionais: Produtos Madeireiros e Não Madeireiros do Projeto PNUD/BRA 97/044 – Desenvolvimento Florestal Sustentável. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a Fundação de Tecnologia Florestal e Geo-Processamento (FUNTEC), p.385-393, 2007.

OLIVEIRA, R. J. de. **A volatilidade de projetos Industriais para uso em análise de Risco de investimentos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2010.

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

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa – MG, 3 ed., 2013.

ROCHA, K.; MOREIRA, A. R. B.; CARVALHO, L.; REIS, E. J. **O Valor de Opção das Concessões nas Florestas Nacionais da Amazônia**. IPEA, Série Texto para Discussão n.737, 28p., Rio de Janeiro, RJ, 2000.

ROCHA, K.; MOREIRA, A. R. B.; REIS E. J.; CARVALHO, L. The market value of forest concessions in the brazilian Amazon: a real option approach. **Forest Policy and Economics**, v.8, p.149–160, 2006.

RODRIGUES, P. H. da F.; FERREIRA, V. A. de C.; LEMME, C. F.; BRANDÃO, L. H. T. Avaliação de empresas start-up por opções reais: o caso do setor de biotecnologia. **Gest. Prod.**, São Carlos, v.20, n.3, p.511-523, 2013.

RUSCHEL, A. R. **Dinâmica da composição florística e do crescimento de uma floresta explorada há 18 anos na Flona Tapajós, PA**. Belém, PA, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, 57p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 341), 2008.

SABOGAL, C.; LENTINI, M.; POKORNY, B.; SILVA, J. M. N.; ZWEEDE, J.; VERÍSSIMO, A.; BOSCOLO, M. **Manejo empresarial da Amazônia brasileira**. Belém: CIFOR, 2006.

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

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

SANTOS, E. M.; PAMPLONA, E. O. Teoria das Opções Reais: uma atraente opção no processo de análise de investimentos. **Revista de Administração**, São Paulo, SP, v.40, n.3, p.235-252, 2005.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Concessão Florestal**. Acesso em: 03/01/2016. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/concessoes-florestais/florestas-sob-concessao/tres-florestas-nacionais-abrigam-concessao-florestal>.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Edital de licitação para concessão florestal para a FLONA Jamari**. 2007. Acesso em: 20/08/2015. Disponível em: http://www.florestal.gov.br/concessoes-florestais/florestas-sob-concessao/index.php?option=com_k2view=itemlayout=itemcatid=98eid=577.

SILVA, K. E.; RIBEIRO, C. A. A. 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.

SILVA, L. F.; SILVA, M. L. CORDEIRO, S. A. Análise do mercado mundial de madeiras tropicais. *Revista de Política Agrícola*, v.21, n.3, 2012.

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

VILANOVA, E.; RAMÍREZ-ÂNGULO, H.; RAMÍREZ, G.; TORRES-LEZAMA, A. Compliance with sustainable forest management guidelines in three timber concessions in the Venezuelan Guayana: Analysis and implications. **Forest Policy and Economics** v.17, p.3–12, 2012.