

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ENGENHARIA FLORESTAL**

**ANÁLISE ECONÔMICA DA ROTAÇÃO FLORESTAL VISANDO  
MAXIMIZAR O RETORNO DO INVESTIMENTO**

**LUCAS ALAIR DIAS**



**Lucas Alair Dias**

**ANÁLISE ECONÔMICA DA ROTAÇÃO FLORESTAL VISANDO  
MAXIMIZAR O RETORNO DO INVESTIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Stanley Schettino

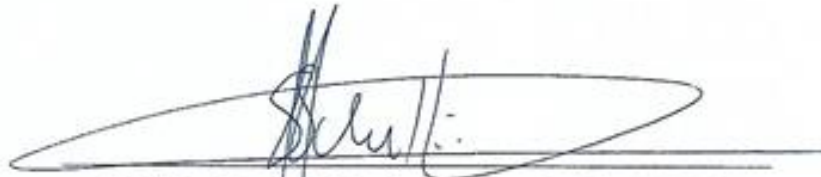
Montes Claros  
2019

Lucas Alair Dias. ANÁLISE ECONÔMICA DA ROTAÇÃO FLORESTAL VISANDO  
MAXIMIZAR O RETORNO DO INVESTIMENTO

Aprovado pela banca examinadora constituída por:

Prof. Dr. Edy Eime Pereira Baraúna - ICA/UFMG

Profa. Dra. Denise Ransolin Soranso - UNIFEI

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Schettino', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

Prof. Dr. Stanley Schettino - Orientador ICA/UFMG

Montes Claros, 14 de novembro de 2019.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado chegar até aqui com saúde e força.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao meu orientador, Prof. Stanley Schettino, pela confiança e paciência ao longo dessa jornada.

A banca examinadora pelas importantes contribuições.

A FUMP (Fundação Mendes Pimentel) pela assistência estudantil de excelente qualidade.

A moradia universitária Cyro Versiane dos Anjos, por ter sido minha segunda casa durante a graduação.

Agradeço aos meus colegas de curso, que dividiram momentos de descontração, estudos e oportunizaram trocas de experiências.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, meu muito obrigado.

## RESUMO

O plantio florestal apresenta um ciclo de produção de médio a longo prazo, tornando mais difícil o processo de tomada de decisão, sendo o estudo de viabilidade econômica da colheita da madeira é fundamental para garantir o momento ótimo de maximização do negócio florestal. Dessa forma, este teve como objetivo avaliar o melhor momento para a colheita da madeira, considerando os fatores de mercado (preço de venda da madeira e taxa de juros) e os do povoamento (IMA e idade de colheita), de forma a maximizar o retorno do investimento no negócio florestal. Com dados coletados em áreas de uma empresa florestal localizada nas regiões dos vales dos Rio Jequitinhonha e São Francisco, Estado de Minas Gerais, os custos (de implantação e manutenção no ano 1 até a época de colheita) foram convertidos em custos por hectare (R\$/ha) e agrupados para analisar as diferentes variáveis, admitindo que a taxa de juros do mercado é fixa (8%). Foram utilizadas estimativas de produtividades dos povoamentos: IMA (desde 30 até 50 m<sup>3</sup>/ha.ano), idade (5 a 12 anos) e valor de venda da madeira (variando desde R\$ 80,00 até R\$ 120,00/m<sup>3</sup>), foram ajustadas equações de regressão não linear de forma a estimar o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) do negócio florestal nos diferentes cenários avaliados. As equações ajustadas foram avaliadas através do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), do coeficiente de variação (CV%) e pelo coeficiente de correlação entre os valores observados e estimados ao quadrado (R<sub>yy</sub><sup>2</sup>). Ainda, foi obtido o grau de associação efetuando-se a análise da matriz de coeficientes da correlação de Pearson (r) e pelo teste “t” a 5% e 1% de probabilidade, sendo testados e correlacionados o VPL e a TIR com variável preço de venda da madeira, de incremento médio anual das florestas e da idade de corte. Os resultados apontaram que quando a variável analisada foi a idade de corte, quanto menor for a idade de corte maior deverá ser o preço de venda e incremento médio anual para que a viabilidade do projeto seja alcançada, e que com a idade de corte elevada, sua colheita se justificará a medida que o IMA for aumentando e o preço de venda da madeira também. Quando foi analisada a variável IMA, em caso de florestas com elevados ganhos volumétricos, a madeira poderá ser colhida em qualquer cenário, sendo os melhores resultados econômicos com preços de venda mais elevados e com idade de corte entre 7 e 8 anos, embora não seja ruim com idades superiores. Por sua vez, quando a variável preço é alta, a viabilidade do negócio florestal se dá em qualquer faixa de produtividade e idade de corte, sendo que a melhor remuneração do negócio florestal se dá quando o preço de venda da madeira estiver acima do preço de mercado, embora os parâmetros técnicos e econômicos tenham que, mesmo com a baixa remuneração da madeira, o negócio florestal é viável quando as florestas alcançarem altas produtividades, ou seja, (IMA acima de 45,0 m<sup>3</sup>/ha.ano) e idade de corte entre 6 e 10 anos. Tais resultados permitiram concluir que o preço de venda da madeira foi a variável que mais influenciou o resultado econômico dos projetos florestais; a produtividade das florestas também apresentou forte correlação positiva com o resultado econômico do negócio florestal; a idade de corte, isoladamente, foi a variável que menos influenciou o resultado econômico dos projetos florestais, embora possua correlação negativa com as variáveis de estudo; e que, independentemente do preço de venda da madeira e da idade de corte, para que o negócio florestal seja viável é necessário que as florestas apresentem elevada produtividade.

Palavras-chave: Economia florestal; Negócio florestal; Análise de investimentos; Produção florestal.

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Custos de formação e colheita de florestas de eucalipto na área de estudo.....	14
Tabela 2. Equações ajustadas para VPL e TIR.....	16
Tabela 3. Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 80,00/m <sup>3</sup> .....	18
Tabela 4. Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 90,00/m <sup>3</sup> .....	19
Tabela 5. Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 100,00/m <sup>3</sup> .....	20
Tabela 6. Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 110,00/m <sup>3</sup> .....	21
Tabela 7. Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 120,00/m <sup>3</sup> .....	22

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	3
<b>2.1. Setor Florestal Brasileiro</b> .....	3
<b>2.2. Mercado Florestal</b> .....	4
<b>2.3. Análise Decisória em Economia Florestal</b> .....	5
2.3.1. Teoria das Firmas .....	5
2.3.2. Retardar Colheita .....	6
2.3.3. Ferramentas de Análise Econômica.....	6
<b>2.4. Variáveis do Povoamento</b> .....	<b>8</b>
2.4.1. Espaçamento .....	8
2.4.2. Produção Volumétrica (m <sup>3</sup> /ha) / Produtividade.....	9
2.4.3. Espécie.....	9
2.4.4. Manejo Adotado .....	10
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
<b>3.1. Caracterização da Área de Estudo</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2. Custos e Receitas Envolvidos na Produção Florestal</b> .....	<b>13</b>
<b>3.3. Análise Econômica</b> .....	<b>14</b>
<b>3.4. Análises Estatísticas</b> .....	Erro! Indicador não definido.
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	16
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	226

## 1. INTRODUÇÃO

A determinação da idade de corte de um povoamento, também chamada de rotação florestal, é uma das fases mais importantes no conjunto das técnicas de manejo e planejamento florestal. No caso específico do negócio florestal, em que o objetivo principal é a maximização do lucro, esta fase reveste-se da maior importância, em razão do alto custo do empreendimento (RESENDE et al., 2004), do longo período de maturação do negócio, das variações mercadológicas (preço de venda da madeira) e das incertezas inerentes ao desenvolvimento florestal.

O plantio florestal apresenta um ciclo de produção relativamente longo comparado com outros ciclos produtivos como exemplo as culturas agrícolas, por isso a tomada de decisão é mais complexa neste caso. Assim como todo investimento, os planejadores precisam decidir quanto produzir (área), como produzir (espaçamento, manejo, etc) e para quem produzir, ou seja, para energia, celulose ou serraria. O estudo de viabilidade econômica da colheita da madeira é fundamental para garantir o momento ótimo de maximização do negócio florestal.

Os projetos de reflorestamento, independentemente da espécie plantada, caracterizam-se pelo elevado risco, técnico e econômico, a que estão sujeitos. Na maioria das vezes esses riscos estão associados ao horizonte de planejamento devido à sua natureza de longo prazo, pois com tempo tudo pode ocorrer, por exemplo incêndios, ataques de pragas, ocorrências de doenças, sinistros, ameaças de mercado, prejudicando a viabilidade do projeto, e a atratividade pelo mesmo (VALVERDE et al., 2004). Ainda, de acordo com os autores, soma-se a isso o fato de os projetos florestais se caracterizarem por longo prazo, baixa rentabilidade, pouca atratividade, baixo coeficiente preço sobre peso específico e exigência de elevado investimento inicial.

Outro aspecto que diferencia o setor florestal, é a possibilidade de que o usufruto ou o corte da madeira seja feito a depender da oportunidade da época, da rentabilidade da floresta, etc, de forma que a idade ótima de rotação não é necessariamente pré-determinado como na agricultura, que acontece no fim do período da cultura, inexoravelmente. Os plantios florestais permitem essa flexibilidade de antecipar ou postergar cortes; a depender da produtividade da floresta, das estruturas de custo do povoamento e dos valores de venda da



madeira. Esses aspectos trazem muito mais complexidade às atividades florestais e nas decisões que são baseadas em lucratividade (GRAÇA; RODIGHIERI; CONTO, 2000).

De acordo com Casarotto Filho & Kopittke (2000), as alternativas para a solução de problemas sob condições de incerteza são: análise de sensibilidade e simulação. É preciso transformar as incertezas em riscos através do processo de simulação, ou seja, apontar as possibilidades futuras a partir de mudanças nas variáveis que mais influenciam a tomada de decisão. A transformação das incertezas em riscos é condição para a criação de cenários que subsidiam as simulações. Portanto é necessário a compreensão dos diversos fatores envolvidos no processo de colheita da madeira, e analisar quando será possível a maximização dos resultados econômicos dessa colheita, considerando o valor de mercado, taxa de juros e preço real da madeira.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o melhor momento para a colheita da madeira, considerando os fatores de mercado (preço de venda da madeira e taxa de juros) e os do povoamento (IMA e idade de colheita), de forma a maximizar o retorno do investimento no negócio florestal.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Setor Florestal Brasileiro**

O setor florestal pode ser analisado como parte da sociedade relacionada ao uso dos recursos silvestres ou florestal. Ele engloba especialmente o uso da fauna (exceto peixe) e dos recursos da flora, em particular, das florestas naturais ou plantadas (CARVALHO et al., 2005).

O Brasil é um país florestal com aproximadamente 59% do seu território coberto por florestas naturais e plantadas - o que representa a segunda maior área de florestas do mundo, atrás apenas da Rússia (Boletim SNIF, 2018).

De acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (SFB), a área estimada de florestas naturais nos biomas brasileiros no ano de 2017 foi: Amazônia (335.445,99 ha), Caatinga (36.387,93 ha), Cerrado (90.607,47 ha), Mata Atlântica (19.499,59 ha), Pampa (2.838, 85 ha) e Pantanal (5.627,03 ha), totalizando assim, 490.251, 86 hectares de vegetação nativa (Boletim SNIF, 2018).

No ano de 2016 o Brasil totalizou uma área de 7,84 milhões de hectares em floresta plantada, esse crescimento representa 0,5% em relação ao ano de 2015, esse crescimento é exclusivo para plantios de eucalipto. Áreas com pinus e demais gêneros permaneceram inalteradas. Os principais estados que possuem florestas plantadas são: Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (15%), essas regiões concentram cerca de 5,7 milhões de hectares. Nos últimos cinco anos, o crescimento da área de eucalipto foi de 2,4% ao ano, sendo o estado do Mato Grosso o líder em expansão, registrando um aumento de 400 mil hectares neste período, com uma taxa média de crescimento de 13% a.a (IBÁ, 2017).

A cultura do Pinus ocupa cerca de 1,6 milhão de hectares, os quais estão concentrados no Paraná (42%) e em Santa Catarina (34%). Nos últimos cinco anos, a área plantada com esse gênero vem caindo a uma taxa de 0,7% a.a, devido, principalmente, à substituição por eucalipto nos estados da região sul do Brasil, que possuem melhores condições de solo e clima, a área com plantios de pinus tem se mantido constante neste período (IBÁ, 2017).

O reconhecimento mundial das indústrias brasileiras do setor florestal se dá, devido sua alta produtividade de suas áreas de florestas plantadas. As condições de clima e

solo bem como os investimentos das empresas do setor florestal, contribuíram para os índices de maior produtividade, medida em volume de madeira produzida por unidade de área ao ano, e a menor rotação do mundo. Em 2016, o Brasil liderou o ranking global de produtividade florestal, com uma média de 35,7 m<sup>3</sup>/ha ao ano para os plantios de eucalipto e 30,5 m<sup>3</sup>/ha ao ano nos plantios de pinus (IBÁ, 2017).

## 2.2. Mercado Florestal no Brasil

A indústria brasileira de árvores plantadas é, atualmente, uma referência mundial por sua atuação pautada pela sustentabilidade, competitividade e inovação. Destinadas à produção de celulose, papel, painéis de madeira, pisos laminados, carvão vegetal e biomassa, as árvores plantadas são fonte de centenas de produtos e subprodutos presentes em nossas casas e atividades cotidianas, exercem papel fundamental na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas; e proveem diversos serviços ambientais, como a regulação dos ciclos hidrológicos, o controle da erosão e da qualidade do solo, a conservação da biodiversidade e a provisão de oxigênio para o planeta (IBÁ, 2017).

De toda a área composta por plantios florestais (7,84 milhões/ha), 34% pertence ao segmento de papel e celulose, em seguida, com 29% encontram-se proprietários independentes e pequenos e médios produtores que investem em plantios florestais para comercialização de madeira *in natura*. Em terceiro lugar, está o seguimento da siderurgia e carvão vegetal, que compreende 14% da área plantadas (IBÁ, 2017).

Dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF) referentes ao ano de 2016 mostram que, os produtos madeireiros provenientes da extração vegetal (floresta nativa) movimentaram R\$ 2,8 bilhões, enquanto a produção silvicultural movimentou R\$ 13,7 bilhões, o que equivale, em valor, a 83% da extração madeireira. A quantidade total de madeira extraída correspondeu a 267.368.113 m<sup>3</sup>, desse total, 122.266.650 m<sup>3</sup> foram destinados para produção de combustível e 145.101.163 m<sup>3</sup> para uso industrial. Foram provenientes de florestas plantadas: 84,8% do total de madeira extraída (226.606.576 m<sup>3</sup>); 76% do total de madeira extraída para combustível (92.955.806 m<sup>3</sup>); 92,1% do total de madeira extraída para uso industrial (133.650.770 m<sup>3</sup>). Do total de madeira em tora extraída da silvicultura para uso industrial - outras finalidades (48.498.596 m<sup>3</sup>): 54,6% são provenientes de eucalipto (26.502.114 m<sup>3</sup>); 41,9% são provenientes de pinus (20.312.931 m<sup>3</sup>). Do total de madeira em tora extraída da silvicultura para uso industrial - papel e celulose

(85.152.174 m<sup>3</sup>): 80,2% são provenientes de eucalipto (68.316.790 m<sup>3</sup>); 18,8% são provenientes de pinus (16.016.507 m<sup>3</sup>). A quantidade de madeira em tora proveniente da silvicultura equivaleu a 5,6 vezes a quantidade da extração vegetal (226.606.576 m<sup>3</sup> x 40.761.537 m<sup>3</sup>). Em relação a 2015 (267.131.410 m<sup>3</sup>) houve um aumento de 0,08% de extração madeireira em 2016 (267.368.113 m<sup>3</sup>), sendo um aumento de 0,2% do volume proveniente de silvicultura e uma redução de 8,9% do volume proveniente de floresta nativa (Boletim SNIF, 2018).

De acordo com o Sistema Nacional de Informação Florestal, o produto historicamente mais exportado pelo Brasil é a celulose. No ano de 2016 foram 13,5 milhões de toneladas e de janeiro a setembro de 2017 foram 10,5 milhões de toneladas. Cavacos e partículas também são produtos exportados em grande volume (6,4 milhões de metros cúbicos em 2016), mas com baixo valor agregado. Em 2016, os cinco países que mais importaram produtos madeireiros do Brasil, considerando o total em valor, foram Estados Unidos (US\$ 2.116.720.766), China (US\$ 2.412.879.200), Países Baixos (US\$ 798.674.299), Itália (US\$ 638.785.831) e Argentina (US\$ 457.870.715). Os cinco estados brasileiros que mais exportaram foram Paraná (US\$ 1.839.446.548), São Paulo (US\$ 1.573.206.359), Bahia (US\$ 1.151.818.128), Santa Catarina (US\$ 1.090.629.312) e Mato Grosso do Sul (US\$ 993.712.956).

### **2.3. Análise Decisória em Economia Florestal**

#### **2.3.1. Teoria das Firmas**

Na teoria da firma, a empresa tem uma função de produção determinada pela quantidade do produto em função das quantidades dos insumos variáveis, tomando outros insumos como fixos, e uma função de custo expressa pela função de produção mais o custo de insumos fixos (MCGUIGAN, MOYER e HARRIS, 2010).

Uma melhoria na tecnologia permite capacitar as empresas a gerarem maior produção com a mesma quantidade de insumos e/ou obterem o mesmo nível de produção com menor quantidade de insumos. Uma tecnologia só será economicamente viável se provocar um aumento da produção proporcionalmente maior que a elevação no custo total, de tal modo que resulte numa redução de custo médio de produção (MENDES, 1989).

### 2.3.2. Retardar colheita

A teoria econômica nos diz que a escala ótima de produção é aquela em que a combinação dos fatores de produção é realizada no ponto de mínimo custo médio de produção. No caso do negócio florestal, a dificuldade prática dessa determinação é considerada muito complexa, pois dependerá de uma série de fatores físicos, econômicos e institucionais, que variam de ano para ano. É claro que, à medida que o tempo passa, o investidor, por tentativa na maior parte das vezes, vai se ajustando ao que seria a produção florestal ótima. Há ainda que se considerar que a colheita do produto florestal pode ser antecipada ou adiada, o que adiciona elementos novos de custos no processo de decisão (GRAÇA; RODIGHIERI; CONTO, 2000).

Ainda, vale ressaltar que, como qualquer bem estocável, as árvores têm um custo de oportunidade que merece uma remuneração. De qualquer maneira, evidencia-se que: 1) a atividade florestal tem uma escala de produção a ser otimizada; 2) existem combinações ou alternativas de manejo que reduzem custos e possibilitam reduzir fluxos de caixa; 3) a árvore em pé é um estoque de si mesma, e como tal, merece ganhar juros.

Dessa forma é mais fácil falar-se em minimização de custos globais como um princípio a ser perseguido, do que se entrar no mérito de conceitos específicos, que são pertencentes à alçada exclusiva de economistas.

### 2.3.3. Ferramentas de Análise Econômica

#### 2.3.3.1. Valor Presente Líquido

Valor Presente Líquido: Representa a diferença entre os fluxos anuais de receitas e custos descontados por uma taxa de juros. Se o valor de VPL for  $>0$ , diz-se que o empreendimento é viável, já que remunera acima da taxa de juros adotada; se for  $=0$ , diz-se que é indiferente realizar ou não essa atividade, já que há um resultado final zerado, ou seja, ganha-se o equivalente à taxa adotada. Se o VPL for negativo, diz-se que o empreendimento não é viável, pois remunera abaixo das taxas de atratividade do mercado.

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

Onde:

R<sub>t</sub> = Receitas no ano t; C<sub>t</sub> = Custos no ano t; r = taxa de juros ou de desconto; t = tempo em anos.

### 2.3.3.2. Taxa Interna de Retorno

Taxa Interna de Retorno: é a taxa anual de retorno do capital investido, tendo a propriedade de ser a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas (futuras) ao valor atual dos custos (futuros) do projeto. Também pode ser entendida como a taxa média de crescimento de um investimento. Um projeto é considerado viável economicamente se sua TIR for maior que uma taxa de desconto correspondente à taxa de remuneração alternativa do capital, usualmente denominada de taxa mínima de atratividade (TMA) (REZENDE E OLIVEIRA, 2013).

$$\sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + TIR)^i} - \text{Investimento inicial} = 0$$

Onde:

FC = fluxos de caixa; i = período de cada investimento; N = período final do investimento

### 2.3.3.3. Análise Custo-Benefício

Relação Benefício-Custo (RBC): Esse método é muito utilizado pelo governo na avaliação e seleção de projetos públicos. Consiste em determinar a relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos, para dada taxa de desconto (REZENDE E OLIVEIRA, 2013). Essa relação é representada abaixo:

$$R(i) = \frac{VB(i)}{VC(i)}$$

Onde:

R(i) = razão benefício-custo à taxa de desconto i; VB(i) = valor presente à taxa i da sequência de benefícios; e VC(i) = valor presente à taxa i da sucessão de custos.

Segundo os autores, um projeto será considerado economicamente viável, caso apresente um valor R(i) maior que a unidade, sendo tanto mais viável quanto maior for esse valor.

#### 2.3.3.4. Taxa Mínima de Atratividade

A Taxa Mínima de Atratividade - TMA é a taxa de desconto que representa o mínimo de ganho financeiro para o investidor considerando o custo de oportunidade, o risco e a liquidez do negócio.

### 2.4. Variáveis do Povoamento

#### 2.4.1. Espaçamento

O espaçamento da plantação afeta as opções de manejo e o produto final através do regime de corte. A produção de madeira, polpa ou material para bioenergia, por exemplo, pode ser maximizada com diferentes espaçamentos de plantio, porque os produtos finais requeridos são diferentes. A seleção do espaçamento inicial afeta a ocupação do sítio, o tamanho médio da tora e qualidade da madeira, fator chave do componente da economia da plantação (PINKARD e NIELSEN, 2001).

A escolha do espaçamento tem como objetivo inicial proporcionar para cada árvore o espaço suficiente para obtenção do crescimento máximo com melhor qualidade e menor custo. Durante a fase inicial de crescimento, a demanda de uma planta é, principalmente, por umidade e calor. Se estes elementos estão em quantidade adequada, qualquer sítio é capaz de suportar o crescimento inicial de um povoamento, mesmo com alta densidade. Entretanto, após alguns anos de crescimento, há um aumento na demanda e as árvores entram em competição por água, nutrientes, luz e pelo espaço para crescimento da copa e sistema radicular (CHIES, 2005).

Segundo Oliveira Neto *et al.* (2003), o espaçamento a ser adotado deve ser selecionado em função do produto florestal desejado, uma vez que, em espaçamentos mais amplos, a produção de matéria seca da parte aérea e, em especial, da madeira por árvore, é elevada em razão de seu maior crescimento em diâmetro, enquanto que em espaçamentos mais reduzidos ocorre maior produção de biomassa por unidade de área, em razão de ter um maior número de plantas. Em espaçamentos de 6, 9, 12 e 15 m<sup>2</sup> em arranjos de 3,0 x 2,0m; 3,0 x 3,0m; 3,0 x 4,0m e 3,0 x 5,0m encontrou-se que a produção de madeira teve uma resposta linear positiva para a variável área útil por planta, sendo considerado, neste caso, o espaçamento de 15 m<sup>2</sup> como o que proporcionou maior produção de matéria seca da parte aérea.

Do ponto de vista da colheita, o aumento da densidade da floresta implica diretamente na redução do volume individual das árvores, ocasionando também uma redução da capacidade produtiva do *harvester* (colhedora florestal) (BRAMUCCI e SEIXAS, 2002; BURLA, 2008). Essa redução pode ser atribuída à maior dificuldade de movimentação do equipamento e de enleiramento das árvores derrubadas. Essa influência deve ser levada em conta na ocasião do plantio, sendo que, do ponto de vista da capacidade operacional dos equipamentos de colheita, a faixa ideal está entre 800 e 1200 árvores por hectare (BRAMUCCI e SEIXAS, 2002).

#### 2.4.2. Produção Volumétrica (m<sup>3</sup>/ha) / Produtividade

Uma variável de extrema importância no manejo florestal sustentável é o crescimento, definido como o aumento de tamanho ou de peso de um organismo ou comunidade viva, sendo expresso em volume ou biomassa, no caso de árvores ou florestas (SCHNEIDER & SCHNEIDER, 2008). De acordo com Campos & Leite (2009), apesar do crescimento expresso em volume ser a forma mais comum, o desenvolvimento de árvores ou florestas também pode ser avaliado em função de informações de área basal e altura, além da massa, permitindo tomadas de decisão prévias, práticas e concretas, tendo em vista melhorias de qualidade e de produtividade do povoamento florestal (WEST, 2009).

A produtividade está em estreita relação com as condições predominantes do ambiente e com os tipos ecofisiologicamente distintos. Por exemplo, a alta produtividade promovida por condições abióticas favoráveis é uma condição prévia para o rápido crescimento e colonização das plantas ruderais, pioneiras e espécies com eficientes estratégias de competição (GRIME, 2006).

O volume de madeira produzido e sua qualidade podem ser influenciados pelos arranjos espaciais adotados nos sistemas, uma vez que são mais amplos, visando otimizar a disponibilidade de recursos de crescimento para outras espécies que os compõem (FONTAN *et al.*, 2011; GONÇALVES *et al.*, 2004).

#### 2.4.3. Espécie

Entre as espécies florestais utilizadas no setor florestal destaca-se o eucalipto, que apresenta rápido crescimento, potencial para grande número de sortimentos e adaptabilidade a



várias regiões do país. Sendo o gênero florestal com maior área plantada no Brasil e devido a seu rápido crescimento, a definição da rotação florestal torna-se de suma importância (GONÇALVES *et al.*, 2017).

*Eucalyptus* é um grande gênero de plantas que inclui mais de 900 espécies e subespécies de ocorrência natural na Austrália e em algumas ilhas ao norte desse país. Apresenta distribuição geográfica ampla com espécies adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas (BROOKER; KLEINIG, 2006).

Sua madeira pode ser utilizada para celulose, papel, lenha, carvão, serraria, móveis, laminação, caixotaria, construções, dormentes, postes, estacas e moirões. O gênero também pode ser usado na produção de óleos essenciais, taninos e mel (MORA; GARCIA, 2000).

A produtividade de um plantio florestal é intensamente dependente da interceptação de luz (CAMPOE *et al.*, 2013). Florestas de eucalipto intensivamente manejadas sob condições de grande disponibilidade hídrica e nutricional apresentam maior índice de área foliar e usam os recursos mais eficientemente para produção de madeira (RYAN *et al.*, 2010). A eficiência de utilização da luz pelo dossel de uma floresta depende da sua arquitetura de copa, podendo variar em morfologia, tamanho, ângulo de inserção, orientação, distribuição e espaçamento de folhas e ramos, de acordo com a espécie e a fase de desenvolvimento da planta (LAMBERS; CHAPIN III; PONS, 2000; LARCHER, 2003).

#### 2.4.4. Manejo adotado

##### 2.4.4.1. Desbastes

Os desbastes são cortes parciais feitos em povoamentos imaturos com o objetivo de estimular o crescimento das árvores remanescentes e aumentar a produção de madeira de melhor qualidade. Entende-se como melhor qualidade árvores de maior dimensão aumentando o rendimento nas serrarias e também as características físicas da madeira. É importante ressaltar que os efeitos dos desbastes nas florestas de coníferas, em especial do gênero *Pinus* são diferentes em muitos aspectos quando se considera as florestas de folhosas, em especial do gênero *Eucalyptus*. Dentre as diferenças pode-se citar a qualidade física da madeira e as respostas em crescimento dos dois gêneros. Enquanto que no *Pinus* os desbastes tendem a

diminuir a densidade básica da madeira, no *Eucalyptus* pode aumentar essa densidade (COUTO, 1995).

#### 2.4.4.2. Regimes de Manejo

O Eucalipto foi introduzido no Brasil por Edmundo Navarro de Andrade, desde a introdução da espécie no comércio de madeira brasileira a condução da rebrota (talhadia), foi o regime de manejo predominante para os produtores da época. Porém, devido às diferentes condições edafoclimáticas, níveis tecnológicos e diferenças entre espécies, a produtividade obtida na segunda rotação era muito variável, fazendo com que as empresas, produtoras desse material, parassem de utilizar a condução das cepas para iniciar o processo de corte e reforma do plantio (GONÇALVES *et al.*, 2014). O processo de corte e reforma ou alto fuste, é um sistema de manejo em que a propagação é feita de forma natural, utilizando sementes, ou de forma artificial, utilizando mudas que foram obtidas por sementes ou clones.

De acordo com os autores Ferrari; Ferreira; Silva (2004), as espécies de eucalipto apresentam capacidade de rebrota variáveis pois algumas espécies apresentam uma estrutura de reserva de nutrientes, a qual favorece a emissão de brotações. Além da capacidade de rebrota de uma espécie, fatores edafoclimáticos interferem no processo.

A grande maioria das plantações conduzidas por talhadia é manejada em ciclos curtos de produção (6-8 anos) (GONÇALVES *et al.*, 2014). Normalmente, a produtividade do povoamento tende a cair com o aumento do número de rotações, tendo como um dos fatores responsáveis por essa queda, a própria exaustão da planta (FERRARI; FERREIRA; SILVA, 2004).

Segundo Chaves e Marrich (2015), os custos de produção da talhadia ficam em torno de 75% a 80% dos custos da reforma, devido à dispensa do preparo de solo, aquisição de mudas, irrigação, replantio e controle de brotação em áreas de reforma. Além de reduzir os problemas com tocos, melhorar a conservação do solo e diminuir a pressão ambiental.

#### 2.4.4.3. Rotação Florestal

Quando a finalidade é produção de madeira, muitos gerentes florestais tradicionalmente têm defendido que o objetivo de uma boa política é obter o máximo de produção. Isto corresponde ao ponto mais elevado da curva de volume/idade de crescimento

florestal. Se todas as árvores forem cortadas neste momento em suas vidas o proprietário florestal atingirá a meta de máxima produção de madeira de qualidade (KULA; GUNALAY, 2012).

Resende *et al.* (2014), ressaltam que como a determinação da idade de corte de um povoamento, a rotação florestal é uma das etapas mais importantes no conjunto de técnicas de manejo e planejamento florestal. A idade de corte é o tempo passado entre o estabelecimento e o crescimento de uma floresta até o momento de ser explorada. No caso do produtor e empresário florestal, essa etapa de análise mostra-se como de umas das mais cruciais, devido ao objetivo principal do plantio florestal, que seria a maximização dos lucros, como também devido aos altos valores de investimentos associados a esse tipo de empreendimento.

A idade ótima de corte é afetada diretamente por fatores técnicos como espaçamento, produtividade, produto final desejado e por fatores econômicos como horizonte de planejamento, custos de produção, preço da madeira e taxa de desconto (REZENDE *et al.*, 2005). Florestas que utilizam o método de rotação de máxima produtividade, ou seja, que possui máximo incremento médio anual, tem como resultado a ocupação da menor área possível (RODRIGUEZ; BUENO; RODRIGUES, 1997).

A rotação econômica de um povoamento florestal é determinada pela estimativa do seu fluxo de caixa, ou seja, informações de custos e receitas compiladas em um período de tempo determinado. Contudo, esse fluxo de caixa possui as mais diversas incertezas, como, por exemplo, àquelas relacionadas às informações de custo ou receita. Como abordado por Lapponi (2007), a incerteza está relacionada com o desvio do fluxo de caixa esperado de um projeto.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Caracterização da Área de Estudo**

Os dados foram coletados em áreas de uma empresa florestal localizada nas regiões dos vales dos Rio Jequitinhonha e São Francisco, Estado de Minas Gerais, situadas entre os meridianos de 42°48'00" a 43°43'00" de longitude a Oeste de Greenwich e os paralelos de 16°49'00" a 17°42'00" de latitude a Sul da linha do Equador. A altitude varia entre 600 e 1.100 m.

A região abrange áreas com precipitação medial anual que vão de 750 mm até 1.400 mm. Segundo a classificação climática de Köppen, os tipos climáticos predominantes na região são o Aw – tropical chuvoso de savana, ou seja, inverno seco e chuvas máximas no verão, e a estação chuvosa ocorre entre os meses de outubro e março (NASCIMENTO *et al.*, 2011) e Cwb - temperado chuvoso e moderadamente quente, com preponderância de chuvas em verões brandamente quentes (MEIRA JUNIOR *et al.*, 2017).

Na área de estudo, as florestas são, em sua totalidade, cultivadas com eucaliptos em povoamentos de clones híbridos (*Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*) com produtividade média de 245 m<sup>3</sup>/ha, em regime de alto fuste com rotação de 7 anos de idade, espaçamento 3 x 3 m, sempre em relevo plano a suave ondulado. A colheita, por sua vez, era realizada através do sistema de árvores inteiras (full-tree), sistema em que, de acordo com Malinovski *et al.* (2014), a árvore é derrubada e levada para a margem da estrada ou pátio intermediário, onde é processada em forma de pequenas toras, com menos de 6 m de comprimento.

#### **3.2. Custos e Receitas Envolvidos na Produção Florestal**

Na Tabela 1 são apresentados os custos totais, distribuídos de acordo com as operações necessárias à implantação e manutenção de um hectare de floresta de eucalipto, dadas as condições da área estudada, desde o plantio até o carregamento da madeira no pátio.

Os custos (de implantação e manutenção no ano 1 até a época de colheita) foram convertidos em custos por hectare (R\$/ha) e agrupados para analisar as diferentes variáveis, admitindo que a taxa de juros do mercado é fixa (8%). Foram utilizadas estimativas de produtividades dos povoamentos: IMA (desde 30 até 50 m<sup>3</sup>/ha.ano), idade (5 a 12 anos) e valor de venda da madeira (variando desde R\$ 80,00 até R\$ 120,00/m<sup>3</sup>), de modo a permitir

que as simulações necessárias aos objetivos deste estudo estivessem condizentes com a realidade da região avaliada.

Tabela 1. Custos de formação e colheita de florestas de eucalipto na área de estudo.

<b>Itens</b>	<b>Valores</b>
Custo de implantação	R\$ 3.591,00/ha
Custo de manutenção - ano 1	R\$ 1.755,00/ha
Custo de manutenção - ano 2 até a colheita (anual)	R\$ 297,00/ha
Gastos administrativos – ano 1 até a colheita (anual)	R\$ 135,00/ha
Taxa de juros	8% a.a.
Custo de colheita <sup>1/</sup>	R\$ 22,50/m <sup>3</sup>
Custo de carregamento da madeira	R\$ 2,00/m <sup>3</sup>

<sup>1/</sup> Valores médios praticados na região do estudo.

Obs.: Para este estudo, não foi considerado o valor terra.

### 3.3. Análise Econômica

Para atender às finalidades deste estudo, considerou na a análise econômica os custos totais do projeto (implantação, manutenção das florestas e colheita), bem como as receitas oriundas da venda da madeira ao longo de um horizonte de planejamento variável (de 5 a 12 anos). Considerando os diferentes horizontes de planejamento, após a obtenção do fluxo de caixa contendo as entradas e saídas monetárias ao longo de cada horizonte possível, realizou-se a análise econômica com base nos critérios Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

O Valor Presente Líquido representa a diferença entre o valor presente das receitas e o valor presente dos custos, a uma determinada taxa de desconto. Por sua vez, a TIR é a taxa de juros que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, é alcançada quando o VPL do fluxo de caixa se iguala a zero. Também pode ser entendida como a taxa percentual de retorno do capital investido.

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

Onde:

VPL = valor presente líquido (R\$/ha); R = receita no período de tempo j (R\$/ha); C = custo no período de tempo j (R\$/ha); i = taxa de juros (% ao ano); j = período de ocorrência da receita ou custo (anos); e n = duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo.

$$\sum_{j=0}^n R_j(1 + TIR)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j(1 + TIR)^{-j} \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde:

TIR = taxa interna de retorno (% ao ano); R = receita no período de tempo j (R\$/ha); C = custo no período de tempo j (R\$/ha); j = período de ocorrência da receita ou custo (anos); e n = duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo.

### 3.4. Análises Estatísticas

A técnica de regressão não linear utilizada foi desenvolvida por Seber e Wild (2003) e seu ajuste foi realizado para VPL e TIR visando estabelecer uma relação entre essas variáveis (dependentes) e o IMA (m<sup>3</sup>/ha.ano), a idade de corte (anos) e o preço de venda da madeira (variáveis independentes), tendo sido ajustado o seguinte modelo:

$$VPL = \beta_0 + \text{preco}^{\beta_1} + \text{ima}^{\beta_2} + \beta_3 * \text{idade} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$TIR = \beta_0 + \text{preco}^{\beta_1} + \text{ima}^{\beta_2} + \beta_3 * \text{idade} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido; TIR = Taxa Interna de Retorno; preço, ima e idade = variáveis independentes; e  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  = parâmetros dos modelos.

As equações ajustadas foram avaliadas através do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), do coeficiente de variação (CV%) e pelo coeficiente de correlação entre os valores observados e estimados ao quadrado ( $R_{yy}^2$ ), tendo sido utilizado o software STATISTICA for Windows (STATSOFT Inc., 1995).

Foi avaliado o preço de venda da madeira simulando diferentes faixas de IMA e idade de corte no estudo. Para isso, foi obtido o grau de associação efetuando-se a análise da matriz de coeficientes da correlação de Pearson (r) e pelo teste “t” a 5% e 1% de probabilidade, sendo testados e correlacionados o VPL e a TIR com variável preço de venda da madeira, de incremento médio anual das florestas e da idade de corte.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos ajustes das equações e da análise econômica, para cada combinação de preço, idade e incremento médio anual (IMA), após a obtenção do fluxo de caixa contendo as entradas e saídas monetárias ao longo do horizonte de planejamento, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Equações ajustadas para a determinação do valor presente líquido (VPL, em R\$/ha) e da TIR (Taxa Interna de Retorno, em %), considerando o preço de venda da madeira (P, em R\$/m<sup>3</sup>), o incremento médio anual (IMA, em m<sup>3</sup>/ha/ano) e a idade de corte da madeira (Ic, em anos)

Equações	R <sup>2</sup>	R <sub>yy</sub> <sup>2</sup>	r <sup>1/</sup>	r <sup>2/</sup>	r <sup>3/</sup>
VPL = -9737,58 + P <sup>1,941263</sup> + IMA <sup>2,298608</sup> - 193,229 * Ic	0,97	67,3	0,359*	0,635*	-0,234**
TIR = -40,4995 + P <sup>0,760778</sup> + IMA <sup>0,843867</sup> - 0,583757 * Ic	0,95	95,3	0,731*	0,626*	-0,273**

Onde: R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação.

R<sub>yy</sub><sup>2</sup> = Coeficiente de correlação entre os valores observados e estimados ao quadrado.

\* significativo a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste “t” com n-2 graus de liberdade.

\*\* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste “t” com n-2 graus de liberdade.

<sup>1/</sup> Correlação de Pearson entre as variáveis VPL e TIR e o preço de venda da madeira.

<sup>2/</sup> Correlação de Pearson entre as variáveis VPL e TIR e o incremento médio anual das florestas.

<sup>3/</sup> Correlação de Pearson entre as variáveis VPL e TIR e a idade de corte das florestas.

As equações ajustadas para os conjuntos de dados apresentaram boa qualidade de ajuste, haja vista as estimativas dos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>).

A observação desses resultados permite constatar que o sinal positivo do coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis VPL e TIR com as variáveis preço de venda da madeira e incremento médio anual das florestas (P < 0,05 e P < 0,01), evidencia o aumento do VPL e TIR com o aumento da do preço de venda e do IMA das florestas, podendo essa correlação ser considerada forte dados os valores se apresentarem próximos da unidade. Por outro lado, os valores de significância apresentados para a correlação das mesmas variáveis com a idade de corte das florestas (P < 0,05) deixam evidente que, embora

estas variáveis possuam correlação negativa moderada, indicam ainda possuir interferência significativa sobre o resultado econômico dos projetos florestais.

Entretanto, a simples observação de tais resultados não deve ser conclusiva para a análise decisória. Coelho (2015) alerta que se deve levar em consideração que o incremento no volume das florestas não ocorre linearmente, nem ao longo de toda vida das árvores, por isso é necessária uma análise crítica dos dados para não se ter uma interpretação errada e concluir que quanto mais velho for o povoamento, maior será o lucro, considerando a apenas a produtividade da floresta.

Mesmo possuindo uma taxa de juros fixa, a variação nos coeficientes de custos e receitas e, conseqüentemente, alterações nos critérios de viabilidade econômica, os indicadores avaliados podem sofrer alterações em função das diversidades climáticas, edáficas, do tipo do material genético empregado, do índice de sítio e boa adaptação da espécie ao local de plantio, bem como dos níveis tecnológicos utilizados no processo produtivo. Estes fatores, isolada ou conjuntamente, podem favorecer positivamente ou negativamente nos valores de VPL e de TIR (VIRGENS; FREITAS; LEITE, 2016).

Uma empresa florestal pode utilizar as melhores técnicas de produção e plantio de mudas, usar a espécie mais adequada, atingir uma estrutura ótima de povoamento, adotar as técnicas de proteção e ainda ficar muito aquém dos resultados econômicos potencialmente atingíveis, caso o corte final e, ou, intermediário não for realizado no momento adequado.

Os resultados das estimativas de Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno avaliada para cada combinação de preço da madeira, idade de corte e IMA encontram-se nas Tabelas 3 a 7.



Tabela 3 - Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 80,00/m<sup>3</sup>, sendo VPL = Valor Presente Líquido, em R\$/ha e TIR = Taxa Interna de Retorno, em %

IMA (m <sup>3</sup> /ha/ano)	Idade de Corte (anos)															
	5		6		7		8		9		10		11		12	
	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR
30,0	-3.099	-5,24	-2.908	-1,61	-2.962	0,01	-3.192	0,69	-3.543	0,92	-3.975	0,91	-4.458	0,79	-4.969	0,61
32,5	-2.666	-3,00	-2.417	0,30	-2.436	1,67	-2.650	2,17	-2.997	2,24	-3.434	2,12	-3.928	1,90	-4.456	1,64
35,0	-2.233	-0,92	-1.926	2,07	-1.911	3,21	-2.108	3,53	-2.451	3,46	-2.893	3,23	-3.399	2,92	-3.942	2,58
37,5	-1.800	1,03	-1.435	3,72	-1.386	4,64	-1.565	4,79	-1.905	4,59	-2.352	4,25	-2.870	3,86	-3.429	3,45
40,0	-1.367	2,85	-944	5,27	-861	5,98	-1.023	5,97	-1.359	5,65	-1.811	5,21	-2.340	4,73	-2.916	4,26
42,5	-934	4,58	-453	6,73	-335	7,24	-481	7,07	-812	6,64	-1.270	6,10	-1.811	5,55	-2.402	5,01
45,0	-502	6,21	<b><u>37</u></b>	<b><u>8,10</u></b>	<b><u>190</u></b>	<b><u>8,42</u></b>	<b><u>61</u></b>	<b><u>8,11</u></b>	-266	7,57	-729	6,94	-1.281	6,32	-1.889	5,72
47,5	-69	7,76	<b><u>528</u></b>	<b><u>9,41</u></b>	<b><u>715</u></b>	<b><u>9,54</u></b>	<b><u>603</u></b>	<b><u>9,10</u></b>	<b><u>280</u></b>	<b><u>8,44</u></b>	-188	7,73	-752	7,04	-1.376	6,38
50,0	<b><u>364</u></b>	<b><u>9,24</u></b>	<b><u>1.019</u></b>	<b><u>10,65</u></b>	<b><u>1.241</u></b>	<b><u>10,61</u></b>	<b><u>1.145</u></b>	<b><u>10,03</u></b>	<b><u>826</u></b>	<b><u>9,28</u></b>	<b><u>353</u></b>	<b><u>8,48</u></b>	-222	7,72	-863	7,01

Obs.: Os valores em negrito e sublinhados correspondem a melhor alternativa econômica em cada combinação de idade e IMA avaliada.

Quando TIR < 0 → Inviável nas condições avaliadas

Quando VPL < 0 → TIR < que Taxa Mínima de Atratividade → Inviável nas condições avaliadas.

Tabela 4 - Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 90,00/m<sup>3</sup>, sendo VPL = Valor Presente Líquido, em R\$/ha e TIR = Taxa Interna de Retorno, em %

IMA (m <sup>3</sup> /ha/ano)	Idade de Corte (anos)															
	5		6		7		8		9		10		11		12	
	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR
30,0	-2.163	-0,59	-1.846	2,35	-1.826	3,45	-2.020	3,74	-2.362	3,65	-2.806	3,40	-3.313	3,07	-3.859	2,72
32,5	-1.652	1,67	-1.267	4,26	-1.206	5,11	-1.380	5,20	-1.718	4,96	-2.167	4,59	-2.688	4,16	-3.253	3,73
35,0	-1.141	3,77	-688	6,04	-586	6,64	-740	6,55	-1.073	6,17	-1.528	5,68	-2.064	5,16	-2.648	4,66
37,5	-630	5,73	-109	7,70	<b>34</b>	<b>8,08</b>	-100	7,81	-429	7,30	-890	6,70	-1.439	6,09	-2.042	5,51
40,0	-119	7,58	<b>471</b>	<b>9,26</b>	<b>654</b>	<b>9,42</b>	<b>540</b>	<b>8,99</b>	<b>216</b>	<b>8,34</b>	-251	7,64	-814	6,96	-1.436	6,31
42,5	<b>392</b>	<b>9,33</b>	<b>1.050</b>	<b>10,73</b>	<b>1.274</b>	<b>10,68</b>	<b>1.179</b>	<b>10,09</b>	<b>861</b>	<b>9,33</b>	<b>387</b>	<b>8,53</b>	-189	7,77	-830	7,05
45,0	<b>903</b>	<b>10,99</b>	<b>1.629</b>	<b>12,11</b>	<b>1.894</b>	<b>11,87</b>	<b>1.819</b>	<b>11,13</b>	<b>1.505</b>	<b>10,25</b>	<b>1.026</b>	<b>9,37</b>	<b>436</b>	<b>8,53</b>	-224	7,75
47,5	<b>1.413</b>	<b>12,56</b>	<b>2.209</b>	<b>13,43</b>	<b>2.513</b>	<b>12,99</b>	<b>2.459</b>	<b>12,12</b>	<b>2.150</b>	<b>11,13</b>	<b>1.664</b>	<b>10,15</b>	<b>1.061</b>	<b>9,24</b>	<b>381</b>	<b>8,41</b>
50,0	<b>1.924</b>	<b>14,07</b>	<b>2.788</b>	<b>14,69</b>	<b>3.133</b>	<b>14,07</b>	<b>3.099</b>	<b>13,05</b>	<b>2.794</b>	<b>11,96</b>	<b>2.303</b>	<b>10,90</b>	<b>1.685</b>	<b>9,92</b>	<b>987</b>	<b>9,03</b>

Obs.: Os valores em negrito e sublinhados correspondem a melhor alternativa econômica em cada combinação de idade e IMA avaliada.

Quando TIR < 0 → Inviável nas condições avaliadas

Quando VPL < 0 → TIR < que Taxa Mínima de Atratividade → Inviável nas condições avaliadas.

Tabela 5 - Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 100,00/m<sup>3</sup>, sendo VPL = Valor Presente Líquido, em R\$/ha e TIR = Taxa Interna de Retorno, em %

IMA (m <sup>3</sup> /ha/ano)	Idade de Corte (anos)															
	5		6		7		8		9		10		11		12	
	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR
30,0	-1.227	3,4	-785	5,8	-690	6,4	-847	6,3	-1.181	6,0	-1.636	5,5	-2.168	5,0	-2.749	4,5
32,5	-638	5,7	-117	7,7	<b>24</b>	<b>8,1</b>	-110	7,8	-438	7,3	-900	6,7	-1.448	6,1	-2.051	5,5
35,0	-49	7,8	<b>550</b>	<b>9,5</b>	<b>739</b>	<b>9,6</b>	<b>628</b>	<b>9,1</b>	<b>305</b>	<b>8,5</b>	-164	7,8	-728	7,1	-1.353	6,4
37,5	<b>540</b>	<b>9,8</b>	<b>1.218</b>	<b>11,1</b>	<b>1.453</b>	<b>11,0</b>	<b>1.365</b>	<b>10,4</b>	<b>1.048</b>	<b>9,6</b>	<b>572</b>	<b>8,8</b>	-8	7,9	-654	7,3
40,0	<b>1.129</b>	<b>11,7</b>	<b>1.886</b>	<b>12,7</b>	<b>2.168</b>	<b>12,4</b>	<b>2.103</b>	<b>11,6</b>	<b>1.791</b>	<b>10,6</b>	<b>1.308</b>	<b>9,7</b>	<b>712</b>	<b>8,8</b>	<b>44</b>	<b>8,0</b>
42,5	<b>1.718</b>	<b>13,5</b>	<b>2.554</b>	<b>14,2</b>	<b>2.883</b>	<b>13,6</b>	<b>2.840</b>	<b>12,7</b>	<b>2.534</b>	<b>11,6</b>	<b>2.044</b>	<b>10,6</b>	<b>1.433</b>	<b>9,7</b>	<b>742</b>	<b>8,8</b>
45,0	<b>2.307</b>	<b>15,1</b>	<b>3.221</b>	<b>15,6</b>	<b>3.597</b>	<b>14,8</b>	<b>3.578</b>	<b>13,7</b>	<b>3.277</b>	<b>12,6</b>	<b>2.780</b>	<b>11,4</b>	<b>2.153</b>	<b>10,4</b>	<b>1.440</b>	<b>9,5</b>
47,5	<b>2.896</b>	<b>16,7</b>	<b>3.889</b>	<b>16,9</b>	<b>4.312</b>	<b>16,0</b>	<b>4.315</b>	<b>14,7</b>	<b>4.020</b>	<b>13,4</b>	<b>3.517</b>	<b>12,2</b>	<b>2.873</b>	<b>11,1</b>	<b>2.139</b>	<b>10,1</b>
50,0	<b>3.484</b>	<b>18,3</b>	<b>4.557</b>	<b>18,2</b>	<b>5.026</b>	<b>17,0</b>	<b>5.052</b>	<b>15,6</b>	<b>4.763</b>	<b>14,3</b>	<b>4.253</b>	<b>13,0</b>	<b>3.593</b>	<b>11,8</b>	<b>2.837</b>	<b>10,8</b>

Obs.: Os valores em negrito e sublinhados correspondem a melhor alternativa econômica em cada combinação de idade e IMA avaliada.

Quando TIR < 0 → Inviável nas condições avaliadas

Quando VPL < 0 → TIR < que Taxa Mínima de Atratividade → Inviável nas condições avaliadas.

Tabela 6 - Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 110,00/m<sup>3</sup>, sendo VPL = Valor Presente Líquido, em R\$/ha e TIR = Taxa Interna de Retorno, em %

IMA (m <sup>3</sup> /ha/ano)	Idade de Corte (anos)															
	5		6		7		8		9		10		11		12	
	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR
30,0	-291	6,97	<b><u>276</u></b>	<b><u>8,75</u></b>	<b><u>446</u></b>	<b><u>8,97</u></b>	<b><u>325</u></b>	<b><u>8,60</u></b>	-1	7,99	-466	7,33	-1.024	6,67	-1.639	6,05
32,5	<b><u>376</u></b>	<b><u>9,28</u></b>	<b><u>1.032</u></b>	<b><u>10,68</u></b>	<b><u>1.255</u></b>	<b><u>10,64</u></b>	<b><u>1.160</u></b>	<b><u>10,06</u></b>	<b><u>841</u></b>	<b><u>9,30</u></b>	<b><u>368</u></b>	<b><u>8,50</u></b>	-208	7,74	-849	7,03
35,0	<b><u>1.043</u></b>	<b><u>11,43</u></b>	<b><u>1.789</u></b>	<b><u>12,48</u></b>	<b><u>2.064</u></b>	<b><u>12,18</u></b>	<b><u>1.995</u></b>	<b><u>11,41</u></b>	<b><u>1.682</u></b>	<b><u>10,50</u></b>	<b><u>1.201</u></b>	<b><u>9,59</u></b>	<b><u>607</u></b>	<b><u>8,73</u></b>	-58	7,94
37,5	<b><u>1.710</u></b>	<b><u>13,44</u></b>	<b><u>2.545</u></b>	<b><u>14,17</u></b>	<b><u>2.873</u></b>	<b><u>13,62</u></b>	<b><u>2.830</u></b>	<b><u>12,67</u></b>	<b><u>2.524</u></b>	<b><u>11,61</u></b>	<b><u>2.035</u></b>	<b><u>10,59</u></b>	<b><u>1.423</u></b>	<b><u>9,64</u></b>	<b><u>733</u></b>	<b><u>8,78</u></b>
40,0	<b><u>2.377</u></b>	<b><u>15,34</u></b>	<b><u>3.301</u></b>	<b><u>15,75</u></b>	<b><u>3.682</u></b>	<b><u>14,97</u></b>	<b><u>3.665</u></b>	<b><u>13,84</u></b>	<b><u>3.365</u></b>	<b><u>12,66</u></b>	<b><u>2.868</u></b>	<b><u>11,53</u></b>	<b><u>2.239</u></b>	<b><u>10,49</u></b>	<b><u>1.524</u></b>	<b><u>9,56</u></b>
42,5	<b><u>3.044</u></b>	<b><u>17,14</u></b>	<b><u>4.057</u></b>	<b><u>17,24</u></b>	<b><u>4.492</u></b>	<b><u>16,25</u></b>	<b><u>4.501</u></b>	<b><u>14,95</u></b>	<b><u>4.207</u></b>	<b><u>13,64</u></b>	<b><u>3.702</u></b>	<b><u>12,41</u></b>	<b><u>3.054</u></b>	<b><u>11,29</u></b>	<b><u>2.315</u></b>	<b><u>10,29</u></b>
45,0	<b><u>3.711</u></b>	<b><u>18,84</u></b>	<b><u>4.813</u></b>	<b><u>18,66</u></b>	<b><u>5.301</u></b>	<b><u>17,45</u></b>	<b><u>5.336</u></b>	<b><u>16,00</u></b>	<b><u>5.048</u></b>	<b><u>14,56</u></b>	<b><u>4.535</u></b>	<b><u>13,24</u></b>	<b><u>3.870</u></b>	<b><u>12,05</u></b>	<b><u>3.105</u></b>	<b><u>10,98</u></b>
47,5	<b><u>4.378</u></b>	<b><u>20,47</u></b>	<b><u>5.570</u></b>	<b><u>20,00</u></b>	<b><u>6.110</u></b>	<b><u>18,59</u></b>	<b><u>6.171</u></b>	<b><u>16,99</u></b>	<b><u>5.889</u></b>	<b><u>15,44</u></b>	<b><u>5.369</u></b>	<b><u>14,02</u></b>	<b><u>4.686</u></b>	<b><u>12,76</u></b>	<b><u>3.896</u></b>	<b><u>11,63</u></b>
50,0	<b><u>5.045</u></b>	<b><u>22,02</u></b>	<b><u>6.326</u></b>	<b><u>21,28</u></b>	<b><u>6.919</u></b>	<b><u>19,68</u></b>	<b><u>7.006</u></b>	<b><u>17,93</u></b>	<b><u>6.731</u></b>	<b><u>16,27</u></b>	<b><u>6.202</u></b>	<b><u>14,77</u></b>	<b><u>5.501</u></b>	<b><u>13,43</u></b>	<b><u>4.687</u></b>	<b><u>12,25</u></b>

Obs.: Os valores em negrito e sublinhados correspondem a melhor alternativa econômica em cada combinação de idade e IMA avaliada.

Quando TIR < 0 → Inviável nas condições avaliadas

Quando VPL < 0 → TIR < que Taxa Mínima de Atratividade → Inviável nas condições avaliadas.

Tabela 7 - Indicadores econômicos para cada combinação de IMA e idade de corte avaliados, considerando o valor da madeira igual a R\$ 120,00/m<sup>3</sup>, sendo VPL = Valor Presente Líquido, em R\$/ha e TIR = Taxa Interna de Retorno, em %

IMA (m <sup>3</sup> /ha/ano)	Idade de Corte (anos)															
	5		6		7		8		9		10		11		12	
	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR	VPL	TIR
30,0	<b><u>645</u></b>	<b><u>10,16</u></b>	<b><u>1.338</u></b>	<b><u>11,42</u></b>	<b><u>1.581</u></b>	<b><u>11,27</u></b>	<b><u>1.497</u></b>	<b><u>10,61</u></b>	<b><u>1.180</u></b>	<b><u>9,79</u></b>	<b><u>704</u></b>	<b><u>8,95</u></b>	<b><u>121</u></b>	<b><u>8,15</u></b>	-530	7,40
32,5	<b><u>1.390</u></b>	<b><u>12,49</u></b>	<b><u>2.182</u></b>	<b><u>13,37</u></b>	<b><u>2.485</u></b>	<b><u>12,94</u></b>	<b><u>2.430</u></b>	<b><u>12,07</u></b>	<b><u>2.120</u></b>	<b><u>11,09</u></b>	<b><u>1.635</u></b>	<b><u>10,12</u></b>	<b><u>1.032</u></b>	<b><u>9,21</u></b>	<b><u>354</u></b>	<b><u>8,38</u></b>
35,0	<b><u>2.135</u></b>	<b><u>14,67</u></b>	<b><u>3.027</u></b>	<b><u>15,19</u></b>	<b><u>3.389</u></b>	<b><u>14,49</u></b>	<b><u>3.363</u></b>	<b><u>13,42</u></b>	<b><u>3.060</u></b>	<b><u>12,29</u></b>	<b><u>2.566</u></b>	<b><u>11,20</u></b>	<b><u>1.943</u></b>	<b><u>10,19</u></b>	<b><u>1.237</u></b>	<b><u>9,28</u></b>
37,5	<b><u>2.880</u></b>	<b><u>16,71</u></b>	<b><u>3.872</u></b>	<b><u>16,88</u></b>	<b><u>4.293</u></b>	<b><u>15,94</u></b>	<b><u>4.295</u></b>	<b><u>14,68</u></b>	<b><u>4.000</u></b>	<b><u>13,40</u></b>	<b><u>3.497</u></b>	<b><u>12,20</u></b>	<b><u>2.854</u></b>	<b><u>11,10</u></b>	<b><u>2.120</u></b>	<b><u>10,12</u></b>
40,0	<b><u>3.625</u></b>	<b><u>18,63</u></b>	<b><u>4.716</u></b>	<b><u>18,48</u></b>	<b><u>5.197</u></b>	<b><u>17,30</u></b>	<b><u>5.228</u></b>	<b><u>15,87</u></b>	<b><u>4.940</u></b>	<b><u>14,45</u></b>	<b><u>4.428</u></b>	<b><u>13,14</u></b>	<b><u>3.765</u></b>	<b><u>11,95</u></b>	<b><u>3.004</u></b>	<b><u>10,90</u></b>
42,5	<b><u>4.370</u></b>	<b><u>20,45</u></b>	<b><u>5.561</u></b>	<b><u>19,99</u></b>	<b><u>6.101</u></b>	<b><u>18,58</u></b>	<b><u>6.161</u></b>	<b><u>16,98</u></b>	<b><u>5.880</u></b>	<b><u>15,43</u></b>	<b><u>5.359</u></b>	<b><u>14,02</u></b>	<b><u>4.676</u></b>	<b><u>12,75</u></b>	<b><u>3.887</u></b>	<b><u>11,63</u></b>
45,0	<b><u>5.115</u></b>	<b><u>22,18</u></b>	<b><u>6.406</u></b>	<b><u>21,41</u></b>	<b><u>7.004</u></b>	<b><u>19,79</u></b>	<b><u>7.094</u></b>	<b><u>18,03</u></b>	<b><u>6.819</u></b>	<b><u>16,36</u></b>	<b><u>6.290</u></b>	<b><u>14,85</u></b>	<b><u>5.587</u></b>	<b><u>13,50</u></b>	<b><u>4.770</u></b>	<b><u>12,31</u></b>
47,5	<b><u>5.860</u></b>	<b><u>23,82</u></b>	<b><u>7.250</u></b>	<b><u>22,77</u></b>	<b><u>7.908</u></b>	<b><u>20,94</u></b>	<b><u>8.027</u></b>	<b><u>19,02</u></b>	<b><u>7.759</u></b>	<b><u>17,23</u></b>	<b><u>7.221</u></b>	<b><u>15,63</u></b>	<b><u>6.498</u></b>	<b><u>14,21</u></b>	<b><u>5.653</u></b>	<b><u>12,96</u></b>
50,0	<b><u>6.605</u></b>	<b><u>25,40</u></b>	<b><u>8.095</u></b>	<b><u>24,07</u></b>	<b><u>8.812</u></b>	<b><u>22,04</u></b>	<b><u>8.960</u></b>	<b><u>19,97</u></b>	<b><u>8.699</u></b>	<b><u>18,07</u></b>	<b><u>8.152</u></b>	<b><u>16,37</u></b>	<b><u>7.409</u></b>	<b><u>14,89</u></b>	<b><u>6.537</u></b>	<b><u>13,58</u></b>

Obs.: Os valores em negrito e sublinhados correspondem a melhor alternativa econômica em cada combinação de idade e IMA avaliada.

Quando TIR < 0 → Inviável nas condições avaliadas

Quando VPL < 0 → TIR < que Taxa Mínima de Atratividade → Inviável nas condições avaliadas.

Dentre os cenários descritos nesse estudo, os parâmetros técnicos e econômicos evidenciam que, com a baixa remuneração da madeira, o negócio florestal é viável quando as florestas alcançarem altas produtividades, ou seja, (IMA acima de 45,0 m<sup>3</sup>/ha.ano) e idade de corte entre 6 e 10 anos. Quando a variável preço é alta, a viabilidade do negócio será em qualquer faixa de produtividade e idade de corte, sendo que a melhor remuneração do negócio florestal é determinada quando o preço de venda da madeira estiver acima do preço de mercado.

Quando a variável analisada é a idade de corte, a seguinte análise deve ser levada a efeito: quanto menor for a idade de corte maior deverá ser o preço de venda e incremento médio anual para que a viabilidade do projeto seja alcançada. Porém, com a idade de corte elevada, sua colheita se justificará a medida que o IMA for aumentando e o preço de venda da madeira também.

Quando é analisada a variável IMA, a colheita da madeira será vantajosa quando o preço de venda estiver alto, sendo acima do preço de mercado, com a idade de corte variando em torno dos 8 anos. Entretanto, em caso de florestas com elevados ganhos volumétricos, a madeira poderá ser colhida em qualquer cenário, sendo os melhores resultados econômicos com preços de venda mais elevados e com idade de corte entre 7 e 8 anos, embora não seja ruim com idades superiores.

Variações no preço da madeira e na taxa de juros mostram comportamento inversamente proporcional à rotação economicamente ótima (REO), mantidas as demais variáveis constantes. O aumento da taxa de juros eleva o custo do capital onerando o empreendimento com o passar do tempo, e, portanto, pressionando a redução da REO. Por outro lado, o aumento do preço da madeira torna a atividade mais atraente, fazendo com que a redução da REO permita uma aceleração dos ciclos e a possibilidade de períodos de reinvestimento mais curtos (RODRIGUEZ; BUENO; RODRIGUES, 1997).

Para definir qual o ciclo de corte ideal, deve-se ter em mente que essa decisão é função da rentabilidade esperada ou aceita para o investimento, da produtividade das rotações subsequentes, do valor da madeira, da taxa de desconto e da estratégia de abastecimento adotada. A estratégia de abastecimento está fundamentalmente ligada ao planejamento a longo prazo, portanto, devido às características da cultura florestal (ciclo longo), a antecipação de informações torna-se de fundamental importância para definição da estratégia a ser adotada (RESENDE et al., 2004).

Ainda, afirmam os autores, a escolha do melhor ciclo não pode ser feita sem se considerar a demanda de madeira, nem as características operacionais de exploração da área

em questão. Deste modo, as estimativas devem ser sempre verificadas, para que possa estar operando dentro de limites aceitáveis de rentabilidade norteada por estimativas confiáveis de disponibilidade de madeira.

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições em que este estudo foi realizado, conclui-se que:

- O preço de venda da madeira foi a variável que mais influenciou o resultado econômico dos projetos florestais.
- A produtividade das florestas também apresentou forte correlação positiva com o resultado econômico do negócio florestal.
- A idade de corte, isoladamente, foi a variável que menos influenciou o resultado econômico dos projetos florestais, embora possua correlação negativa com as variáveis de estudo.



## REFERÊNCIAS

BRAMUCCI, M.; SEIXAS, F. **Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de “harvesters” na colheita florestal.** Scientia Forestalis, Piracicaba, n.62. 2002. p.62-74.

BURLA, E.R. **Avaliação técnica e econômica do “harvester” na colheita do eucalipto.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. 62p.

CAMPOE, O. C.; STAPE, J .L.; NOUVELLON, Y.; LACLAU, J.P.; BAUERLE, W.L; BINKLEY, D.; LE MAIRE, G. **Stem production, light absorption and light use efficiency between dominant and non-dominant trees of Eucalyptus grandis across a productivity gradient in Brazil.** Forest Ecology and Management, Amsterdam, v. 288. jan. 2013. p. 14-20.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas.** 3. ed. Viçosa, MG: Ed UFV, 2009. 548 p.

CARVALHO, R.M.M.A; SOARES, T.S; VALVERDE, S.R. **Caracterização do setor florestal: uma abordagem comparativa com outros setores da economia.** Ciência Florestal, v. 15, n. 1, 2005.

CASAROTTO FILHO; N.; KOPITCKE, B.H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial.** 9 Ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CHAVES, R.; MARRICHI, A. H. C. Manejo de Talhadia (2a Rotação) na Duratex. **Série Técnica - IPEF**, v. 21, n. 42. 2015. p. 7.

CHIES, D. **Influência do espaçamento sobre a qualidade e o rendimento da madeira serrada de *Pinus taeda* L.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. 123p.

COELHO, P.D. Análise comparativa da idade de corte de plantações florestais com bases em unidades volumétricas e gravimétricas. (Pós-graduação em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa – UFV. 59f. 2015.

COUTO, H.T.Z. **Manejo de florestas e sua utilização na serraria.** Anais do Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria, 1995.

FERRARI, M. P.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. DA. **Condução de Plantios de *Eucalyptus* em Sistema de Talhadia.** Colombo: Embrapa Florestas: [s.n.].

FONTAN, I. C. I.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; MONTE, M. A.; RAMOS, D. C.; SOUZA, F. C. **Growth of pruned eucalypt clone in an agroforestry system in southeastern Brazil.** Agroforestry Systems, Dordrecht, v. 83, n. 2. 2011. p. 7.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; LACLAU, J.-P.; SMETHURST, P.; GAVA, J. L. **Silvicultural effects on the productivity and wood quality of eucalypt plantations**. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v. 193, n. 1–2. 2004. p. 45–61.

GONÇALVES, J. L. DE M.; ALVARES, C.A.; BEHLING, M.; ALVES, J.M.; PIZZI, G.T.; ANGELI, A. **Produtividade de plantações de Eucalipto manejadas nos sistemas de alto fuste e talhadia, em função de fatores edafoclimáticos**. Scientia Florestalis, v. 42, n. 103. 2014. p. 411–419. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/115257/1/cpamt-2014-behling-produtividade-eucalipto-endafoclimaticos.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2019

GONÇALVES, J.C; OLIVEIRA, A. D.; CHAVES E CARVALHO, S.P.; REZENDE, L.G. **Análise da rotação florestal de povoamentos de eucalipto utilizando a simulação Monte Carlo**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 27, n. 4. out.-dez., 2017. p. 1339-1347.

GRAÇA, L.R.; RODIGHIERI, H.R.; CONTO, A.J. **Custos florestais de produção: conceituação e aplicação**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 32p. (Embrapa Florestas. Documentos, 50).

GRIME, J. P. **Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties**. 2. ed. Chichester: John Wiley and Sons Ltd., 2006. 456 p.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES- Anuário... **Relatório Anual da Indústria Brasileira de Árvores**. São Paulo. 2017.80p.

KULA, E.; GUNALAY, Y. **Carbon sequestration, optimum forest rotation and their environmental impact**. Environmental Impact Assessment Review, v. 3. 2012. p. 18–22,

LAMBERS, H.; CHAPIN III, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. Nedlands, Austrália: Springer, 2000. 571p.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 4 ed. Springer, 2003. 514 p.

LAPPONI, J. C. **Projetos de investimentos na empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 332 p.

MALINOVSKI, J.R.; CAMARGO, C.M.S.; MALINOVSKI, R.A. Sistemas. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita Florestal**. 3 ed. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2014. p. 178-205.

MARTINS, R.J; SEIXAS, F.; STAPE, J.L. **Avaliação técnica e econômica de um harvester trabalhando em diferentes condições de espaçamento e arranjo de plantio em povoamento de eucalipto**. Scientia Florestalis, Piracicaba, v. 37, n. 83, p. 253-263, set. 2009.

MCGUIGAN, J. M., MOYER, R. C. e HARRIS, F. H. B. **Economia de Empresas: aplicações, estratégias e táticas**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 500 p.

MEIRA JUNIOR, M. S. D., PEREIRA, I. M., MACHADO, E. L. M., MOTA, S. D. L. L., RIBEIRO, P. S. S. D. P.; OTONI, T. J. O. **Impacto do fogo em campo sujo no Parque Estadual do Biribiri, Minas Gerais, Brasil**. Floresta e Ambiente, Seropédica, v. 24, e00110814, 2017.

- MENDES, J. T. G. **Economia agrícola: princípios básicos e aplicações**. Curitiba: Scientia et Labor, 1989. 399 p.
- MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 113 p.
- NASCIMENTO, A.C.; LEITE, A.M.P.; SOARES, T.S.; FREITAS, L.D. **Avaliação técnica e econômica da colheita florestal com feller buncher**. Cerne, v. 17, n. 1. 2011. p. 9-15.
- OLIVEIRA NETO, S.N.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; NEVES, J.C.L. **Produção e distribuição de biomassa em Eucalyptus camaldulensis Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento**. Revista Árvore, Viçosa, v.27, n.1. 2003. p.15-23.
- PINKARD, E.A.; NEILSEN, W.A. **Crow and stand characteristics of Eucalyptus nitens in response to initial spacing: implications for thinning**. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.172. 2001. p.215-227.
- RESENDE, R.R.; VALE, A.B.; SOARES, T.S.; SILVA, M.L.; COUTO, L.; VALE, R.S. Emprego de um modelo de crescimento e produção para determinação da rotação em povoamentos de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 28, n. 2, p. 219-225, 2004.
- REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D.; RODRIGUES, C. **Efeito dos tributos no custo de produção, rotação e na reforma de *Eucalyptus spp.*** Cerne, v. 11, n. 1. 2005. p. 70–83.
- REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. 3ed. Viçosa – Minas Gerais. Ed.UFV, 2013. 385p.
- RODRIGUEZ, L.C.E.; BUENO, A.R.S.; RODRIGUES, F. Rotações de eucaliptos mais longas: análise volumétrica e econômica. **Scientia Forestalis**, n. 51, p. 15-28, 1997.
- RYAN, M. G.; STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; FONSECA, S.; LOOS, R.A.; TAKASHI, E. N.; SILVA, C. R.; SILVA, S. R.; HAKAMADA, R.E.; FERREIRA, J.M.; LIMA, A. M. N.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; ANDRADE, H.B.; ALVES, J.M.; SILVA, G. G.C. **Factors controlling Eucalyptus productivity: how water availability and stand structure alter production and carbon allocation**. Forest Ecology and Management, Amsterdam: Elsevier BV, v. 259, n. 9. abr. 2010. p. 1695-1703.
- SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria, RS: UFSM, 2008. 566 p.
- SNIF – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO FLORESTAL- **Boletim**. Serviço Florestal Brasileiro - Brasília/DF. 2018. 33p.
- VALVERDE, S.R.; SOARES, N.S.; SILVA, M.L.; JACOVINE, L.A.G.; NEIVA, S.A. O comportamento do mercado da madeira de eucalipto no Brasil. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 4, p. 393-403, 2004.

VIRGENS, A.P., FREITAS, L.C., LEITE, A.M.P. **Análise Econômica e de Sensibilidade em um povoamento implantado no sudoeste da Bahia.** Floresta e Ambiente, 23(2): 211-219, 2016.

WEST, P. W. **Tree and Forest Measurement.** 2nd ed. Dordrecht: Springer, 2009. 190 p.