

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**  
**REGIONAL JATAÍ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PRODUÇÃO E VIABILIDADE NAS PRIMEIRAS**  
**INTERVENÇÕES DE DOIS MÉTODOS DE CONDUÇÃO DE**  
**DESBROTA EM TALHADIA DE EUCALIPTO**

**Juliano Pereira de Sousa**

Engenheiro Florestal

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

Agosto – 2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**  
**REGIONAL JATAÍ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PRODUÇÃO E VIABILIDADE NAS PRIMEIRAS**  
**INTERVENÇÕES DE DOIS MÉTODOS DE CONDUÇÃO DE**  
**DESBROTA EM TALHADIA DE EUCALIPTO**

**Juliano Pereira de Sousa**

Orientador: Prof. Dr. Robson Schaff Corrêa

Co-Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Thelma Shirlen Soares

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Goiás – UFG, Regional Jataí, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

Agosto – 2016



**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1**            **1. Identificação do material bibliográfico:**         **Dissertação**         **Tese**

**1**            **2. Identificação da Tese ou Dissertação**

**2**

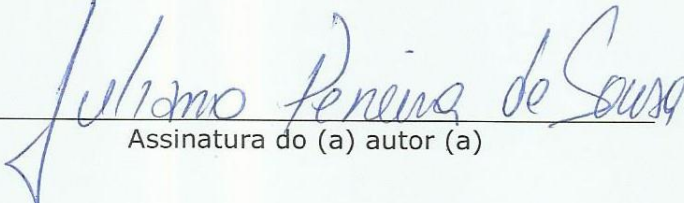
Nome completo do autor: Juliano Pereira de Sousa

Título do trabalho: Produção e viabilidade nas primeiras intervenções de dois métodos de condução de desbrota em talhadia de eucalipto

**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento  SIM         NÃO

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

  
Assinatura do (a) autor (a)

Data: 13 / 10 / 2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Sousa, Juliano Pereira de  
Produção e viabilidade nas primeiras intervenções de dois métodos de condução de desbrota em talhadia de eucalipto [manuscrito] / Juliano Pereira de Sousa. - 2016.  
xii, 52 f.

Orientador: Prof. Dr. Robson Schaff Corrêa; co-orientadora Dra. Thelma Shirlen Soares.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias, Agronomia, Jataí, 2016.  
Bibliografia.  
Inclui tabelas, lista de tabelas.

1. Floresta plantada. 2. desbrota convencional. 3. desbrota precoce. 4. viabilidade florestal. 5. produção florestal. I. Corrêa, Robson Schaff, orient. II. Título.

CDU 630




UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
REGIONAL JATAÍ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

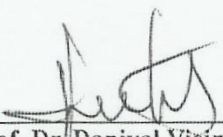
ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE JULGAMENTO DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE  
*JULIANO PEREIRA DE SOUSA*

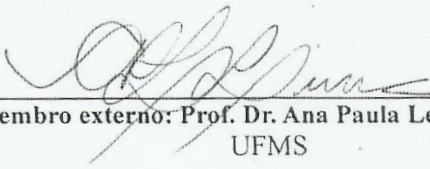
Aos dez dias do mês de Agosto de 2016, a partir das 14:00 horas, no Auditório do Mestrado em Agronomia – Unidade Jatobá, Regional Jataí da Universidade Federal de Goiás, teve lugar a sessão de julgamento da Dissertação de Mestrado de Juliano Pereira de Sousa intitulada “CRESCIMENTO E VIABILIDADE NAS PRIMEIRAS INTERVENÇÕES DE DOIS MÉTODOS DE CONDUÇÃO DE DESBROTA EM TALHADIA DE EUCALIPTO”. A Banca Examinadora foi composta, conforme a Designação n.º 01/2016 do Programa de Pós-Graduação em Agronomia UFG/REJ, pelos seguintes membros: Prof. Dr. Robson Schaff Corrêa (Presidente), Prof. Dr. Danival Vieira de Freitas (Membro interno), Prof.ª Dr.ª Ana Paula Leite de Lima (Membro Externo: UFMS – Chapadão do Sul/MS ). Os examinadores arguíram na ordem citada, tendo o candidato, respondido satisfatoriamente. Às 17:00 a Banca Examinadora passou ao julgamento em sessão secreta, tendo o candidato obtido o seguinte resultado:

Resultado final: Aprovado (X) Reprovado ( )

Reaberta a Sessão Pública, o Presidente da Banca Examinadora proclamou o resultado e encerrou a sessão, da qual foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente: Prof. Dr. Robson Schaff Corrêa  
UFG/REJ

  
\_\_\_\_\_  
Membro interno: Prof. Dr. Danival Vieira de Freitas  
UFG/REJ

  
\_\_\_\_\_  
Membro externo: Prof. Dr. Ana Paula Leite de Lima  
UFMS



## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**Juliano Pereira de Sousa** – Filho de Celso de Sousa e Isabel Divina Pereira Sousa nasceu aos 06 de abril de 1985, em Mineiros, Goiás, Brasil. Irmão de Ricardo Pereira de Sousa, José Augusto Pereira de Sousa e Sérgio Pereira de Sousa. É Engenheiro Florestal formado pelo Centro Universitário de Mineiros no ano de 2011. De janeiro de 2012 a junho de 2012 atuou como Gerente e supervisor de silvicultura, pela Madeireira Costa Rica pertencente ao Grupo Bocalan. De agosto de 2012 a outubro de 2013 atuou como assistente técnico de vendas na Agrícola Ponto Forte pela Forquímica Agrociência. De novembro de 2013 a agosto de 2014 atuou pela Ambiental, projetos e consultoria ambiental como consultor, gerente e supervisor florestal em recuperação de área de preservação permanente. Em agosto de 2014 ingressou no Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás/Regional Jataí, em nível de mestrado, na linha de pesquisa em Recursos Florestais sob a orientação do Prof. Dr. Robson Schaff Corrêa, onde trabalhou com a produção de biomassa em florestas energéticas, talhadia em eucalipto e com a utilização de cama de aviário na adubação de florestas de eucalipto. Submetendo-se à defesa da dissertação em 10 de agosto de 2016.

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Celso de Sousa e Isabel Pereira Divina Sousa, por ter sempre confiado e me dado forças em minhas escolhas, mesmo que não estivessem aos seus alcances, assim por muitas vezes deixando de viver seus sonhos para que os meus se tornassem realidade.

Aos meus irmãos Ricardo, José Augusto e Sérgio pelo apoio, sendo verdadeiras fontes de inspiração e exemplos a seguir.

À minha namorada Rafaela, por sua contribuição me ajudando a alcançar esse objetivo, por suportar a ausência e as chatices e por estar sempre ao meu lado nessa conquista, o meu amor e minha sincera gratidão. Você é eterna em meu coração.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Entretanto, não poderia deixar de fazer nominalmente alguns agradecimentos especiais:

A Deus, por me permitir viver até agora.

Ao Prof. Dr. Robson Schaff Corrêa, por ter aceitado o desafio de me orientar, pela forma segura e brilhante como o fez, por suas colocações de alto nível, pelas lições de vida, e pela compreensão e tolerância.

Aos professores Dr. Danival e Dr. José Hortêncio, que se fizeram presentes nessa jornada, sempre me apoiando e incentivando.

Aos meus colegas republicanos, Seixas, Gabriel, Alex, Weberson, Wilker e Steffan minha segunda família nessa caminhada, a amizade e companheirismo de vocês foi essencial nesse trajeto.

Aos meus colegas do Núcleo de estudo à Silvicultura Alexandre, Allyne, Eduardo, Isa, Maiara, Paloma, Thayná e Willian, agradeço muito a força de cada um nesse trabalho e em toda essa jornada acadêmica, foi uma verdadeira irmandade.

A todos os meus professores e colegas do mestrado que de alguma forma ajudaram e contribuíram para que esse meu sonho fosse possível.

A todos os meus familiares e amigos que sempre torceram para o meu sucesso, sempre me apoiando e me dando forças.

A Universidade Federal de Goiás pela oportunidade e ao curso de Engenharia Florestal, pelo apoio de toda equipe e pelos laboratórios cedidos ao meu trabalho.

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos.

A COMIGO - Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano pela parceria e apoio no trabalho realizado.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.*

Martin Luther King

## **SUMÁRIO**

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS .....  | 13 |
| 1 EUCALIPTO.....   | 14 |
| 2 SISTEMA DE TALHADIA.....   | 15 |
| 3 USO DA BIOMASSA FLORESTAL COMO ENERGIA.....  | 17 |
| 4 ALOCAÇÃO DE NUTRIENTES NA BIOMASSA.....  | 19 |
| 5 VIABILIDADE ECONÔMICA E OPERACIONAL EM FLORESTAS DE EUCALIPTO<br>.....   | 20 |
| 6 REFERÊNCIAS.....   | 22 |
| CAPÍTULO 2 - BIOMASSA, CARBONO E ALOCAÇÃO DE NUTRIENTES NAS<br>PRIMEIRAS INTERVENÇÕES DE DOIS MÉTODOS DE DESBROTA EM TALHADIA<br>DE EUCALIPTO..... | 26 |
| RESUMO.....  | 26 |
| BIOMASS, CARBON AND NUTRIENT ALLOCATION IN EARLY INTERVENTION OF<br>TWO SPROUTING METHODS IN EUCALYPTS COPPICE.....                                | 27 |
| ABSTRACT .....   | 27 |
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 28 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 30 |
| 2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....  | 30 |
| 2.2 BIOMASSA .....   | 31 |
| 2.3 CARBONO .....  | 32 |
| 2.4 ALOCAÇÃO DE NUTRIENTES.....  | 32 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 33 |
| 3.1 PRODUÇÃO DE BIOMASSA E CARBONO .....   | 33 |
| 3.2 ALOCAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES.....   | 35 |
| CONCLUSÕES .....   | 38 |
| AGRADECIMENTOS .....   | 39 |
| 4 REFERÊNCIAS.....   | 40 |
| CAPÍTULO 3 - VIABILIDADE ECONÔMICA E OPERACIONAL DE DOIS MÉTODOS<br>DE CONDUÇÃO DE DESBROTA EM TALHADIA DE EUCALIPTO.....                          | 42 |
| RESUMO.....  | 42 |
| ECONOMIC AND OPERATIONAL VIABILITY OF TWO METHODS OF SPROUTING<br>IN EUCALYPTS COPPICE .....   | 43 |
| ABSTRACT .....   | 43 |
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 44 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 46 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 2.1 | LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....                                 | 46 |
| 2.2 | VIABILIDADE OPERACIONAL .....   | 47 |
| 2.3 | VIABILIDADE ECONÔMICA .....   | 47 |
| 3   | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 52 |
| 3.1 | VIABILIDADE OPERACIONAL ENTRE OS MÉTODOS DE DESBROTA<br>CONVENCIONAL E PRECOCE..... | 52 |
| 3.2 | VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE OS MÉTODOS DE DESBROTA<br>CONVENCIONAL E PRECOCE.....   | 53 |
| 4   | CONCLUSÕES.....   | 61 |
| 5   | AGRADECIMENTOS.....   | 61 |
| 6   | REFERÊNCIAS.....  | 62 |
|     | CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....  | 64 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1. Biomassa, carbono, densidade e sobrevivência do clone 3334, de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> ao aplicar desbrota precoce e convencional aos 17 meses após a exploração florestal. ....    | 33 |
| Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes na biomassa do clone 3334, de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> ao aplicar desbrota precoce e convencional aos 17 meses após a exploração florestal. ....   | 36 |
| Tabela 3. Alocação de macro e micronutrientes na biomassa do clone 3334, de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> ao aplicar desbrota precoce e convencional aos 17 meses após a exploração florestal. .... | 38 |
| Tabela 4. Custos da talhadia do clone 3334, de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> ao aplicar desbrota precoce e convencional aos 17 meses após a exploração florestal.....                               | 48 |
| Tabela 5. Tempo gasto e custo para o clone 3334, de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> , ao aplicar desbrota precoce e convencional aos 17 meses após a exploração florestal. ....                       | 52 |
| Tabela 6. Dados de prognose do clone 3334, de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> , ao aplicar desbrota precoce e convencional calculados a partir do software SisEucalipto®.....                         | 54 |
| Tabela 7. Receitas para talhadia do clone 3334, de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> , ao aplicar desbrota precoce e convencional calculados através do software Planin®.....                           | 55 |
| Tabela 8. Valor presente líquido, razão benefício/custo e taxa interna de retorno do clone 3334, de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> , ao aplicar desbrota precoce e convencional. ....                | 56 |
| Tabela 9. Análise de sensibilidade simulando uma porcentagem de sobrevivência de 100 a 70% com intervalo de 5% com preços de R\$ 30,00 m <sup>-3</sup> de floresta em pé para o clone 3334 de eucalipto. ....                 | 57 |
| Tabela 10. Análise de sensibilidade simulando uma porcentagem de sobrevivência de 100 a 70% com intervalo de 5% com preços de R\$ 40,00 m <sup>-3</sup> de floresta em pé para o clone 3334 de eucalipto. ....                | 58 |
| Tabela 11. Análise de sensibilidade simulando uma porcentagem de sobrevivência de 100 a 70% com intervalo de 5% com preços de R\$ 50,00 m <sup>-3</sup> de floresta em pé para o clone 3334 de eucalipto. ....                | 59 |

## CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A evolução do consumo mundial de energia, baseada em combustíveis fósseis, conduziu a humanidade para uma matriz energética insegura, cara e, sobretudo, bastante negativa para o meio ambiente. Isso tem levado muitos países a considerarem a necessidade de profundas mudanças, incluindo a intensificação do aproveitamento de outras fontes energéticas, sobretudo as renováveis, incluindo-se a madeira (BRITO, 2007). A utilização da biomassa de madeira torna-se sustentável quando a oferta do insumo se dá por meio de manejo florestal adequado ou de resíduos florestais, industriais ou urbanos (VIDAL; HORA, 2011). No Brasil, as fontes renováveis representam 39,4% da matriz energética nacional, sendo a biomassa oriunda da queima da lenha e do bagaço da cana-de-açúcar, responsável por 23,8% deste total (BRASIL, 2015).

Dentre as espécies utilizadas para implantação de florestas plantadas, o gênero *Eucalyptus* se destaca por seu rápido crescimento e a elevada produtividade, e também por ser uma grande alternativa ao uso da madeira nativa na produção madeireira no Brasil (RAMOS et al., 2011). Comparado com outras espécies nativas e exóticas, o eucalipto é o mais recomendado para plantios de florestas para obtenção de madeira (FOELKEL, 2005). Sendo que a biomassa para energia oriunda de plantios do eucalipto apresenta um custo médio de produção inferior aos preços de outras culturas usadas como fonte de energia, sendo assim a cultura mais recomendada para produção de biomassa (QUÉNO et al., 2011).

Frente as tantas vantagens de se trabalhar com a cultura do eucalipto no Brasil, é necessário estudo contínuo em prol de melhorias para o setor, seja em novos materiais genéticos, tecnologias e manejos. Facilitando e viabilizando cada vez mais para quem acredita e investe no setor de florestas plantadas.

## 1 EUCALIPTO

O nome eucalipto deriva do grego: eu (= bem) e kalipto (= cobrir), “bem coberto”, referindo-se à estrutura globular arredondada de seu fruto, caracterizando o opérculo que protege bem as suas sementes. O eucalipto pertence à família Myrtaceae e é nativo da Austrália, onde cobre 90% da área do país, formando densos maciços florestais nativos. Dentro do gênero *Eucalyptus* o Serviço Florestal da Austrália já identificou 670 espécies e, destas, apenas *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus deglupta* têm ocorrência natural fora do território australiano. Além do elevado número de espécies, existe também neste gênero um número elevado de variedades e híbridos (BERTOLA, 2006).

Na América do Sul, relatos indicam que o Chile tenha sido o primeiro país a introduzir o eucalipto, em 1823, recebendo as sementes de um navio inglês. A Argentina teria introduzido o eucalipto em seu país em 1865, através do Presidente Garcia Moreno. No Uruguai, as primeiras sementes de eucalipto foram recebidas em 1853 (FOELKEL, 2005).

No Brasil, até o princípio do século XX, o eucalipto foi plantado como árvore decorativa, pelo seu extraordinário desenvolvimento como quebra-vento ou por supostas propriedades sanitárias. Pouquíssimas foram as plantações com fins industriais e de caráter florestal. Deve-se à Companhia Paulista de Estradas de Ferro e ao agrônomo Edmundo Navarro de Andrade a expansão da eucaliptocultura, através da sistematização da cultura e várias experiências. Com o propósito de estimular a cultura florestal no Estado de São Paulo, a partir de 1903, a Companhia Paulista de Estradas de Ferro e Fluvial começou a adquirir terras ao longo das linhas férreas onde era feito plantio do gênero *Eucalyptus*, que seriam mais tarde usados como dormentes em ferrovias e lenha para as locomotivas a vapor (BERTOLA, 2006).

Os plantios de eucalipto, no Brasil, atualmente ocupam uma área de aproximadamente 5,5 milhões de hectares, e os estados que detêm as maiores áreas plantadas são Minas Gerais, com 1,4 milhões de hectares, seguidos por São Paulo e Mato Grosso do Sul, com respectivamente 976.186 e 803.699 hectares de área plantada com a cultura. O estado de Goiás aparece em 11º lugar em área plantada de eucalipto, com 124.297 hectares de plantio (IBÁ, 2015).

A maior parte das florestas de eucalipto do mundo são destinadas à produção de celulose e energia, e são caracterizados por altas densidades de plantio, com poucas intervenções silviculturais após o seu plantio, e ciclos de curta rotação.

De 113 milhões de m<sup>3</sup> de madeira de eucalipto colhida no Brasil em 2010, 45% foram para produção de papel e celulose, 45% para lenha e carvão vegetal e apenas 9% de produtos sólidos de madeira (FERRAZ FILHO; SCOLFORO; MOLA-YUDEGO, 2014). Em Goiás, a grande maioria dos plantios de eucalipto tem como produto final madeira para lenha. As plantações de eucalipto na região de Catalão, no sul do Estado, e Niquelândia, no norte do estado de Goiás, destinam-se ao abastecimento de companhias mineradoras, que utilizam a madeira como lenha para alimentar os fornos de secagem de minério (ANGELO et al., 2014). Outro exemplo são os plantios do município de Rio Verde, no sudoeste goiano, onde fica situada a Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (COMIGO), na região toda madeira produzida é usada como lenha para alimentar os fornos de secagem de grãos (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2014).

Muitos são os estudos sobre o gênero *Eucalyptus* no Brasil, se tratando de uma atividade que sofre influências edafoclimáticas, há uma grande importância em se estudar o manejo dessas plantações em cada região do Brasil verificando seu comportamento e adaptabilidade.

## **2 SISTEMA DE TALHADIA**

Desde a introdução comercial do gênero *Eucalyptus* no Brasil, por Edmundo Navarro de Andrade, no início do século XX, a condução da brotação (talhadia) para a produção de lenha, com ciclos de corte de 6 a 10 anos, foi o manejo predominantemente associado à eucaliptocultura (GONÇALVES et al., 2014). O sistema silvicultural de talhadia é assim denominado quando as gemas dormentes ou adventícias dos tocos e/ou raízes se desenvolvem após a corte das árvores existentes numa floresta, emitindo brotações que iniciam a nova rotação florestal (STAPE, 1997). Algumas espécies do gênero *Eucalyptus* possuem grande capacidade de regeneração após o desfolhamento ou corte da parte aérea e essa habilidade se deve à presença de gemas adventícias bem como de lignotúberes ou protuberâncias

(inchamentos) na base da árvore de muitas das espécies do gênero (REIS; REIS, 1997).

A decisão de se regenerar uma floresta por talhadia ou alto fuste na maioria das vezes é de caráter econômico. Entre os fatores que podem influenciar na decisão de reformar a floresta são: a produtividade da cultura sob regime de talhadia, disponibilidade de material de plantio geneticamente superior e o número e duração das rotações de talhadia (FERRAZ FILHO; SCOLFORO; MOLA-YUDEGO, 2014).

A adoção do sistema de alto fuste foi plenamente justificada, pois dele decorreu um aumento crescente na produtividade: na década de 70, a produtividade média era  $13 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , enquanto, hoje, supera os  $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (GONÇALVES et al., 2013), onde as empresas deixaram de usar o sistema de talhadia para substituir suas plantações por híbridos ou clones mais produtivos. Em 2008, após a crise econômica mundial, a produção de madeira por meio da condução da brotação de eucalipto volta ao centro das discussões, uma vez que, para contenção de despesas, muitos empreendimentos florestais cessaram seus programas de implantação e reforma florestal, passando a adotar a talhadia como única forma de manejo (GONÇALVES et al., 2014).

Segundo Guedes et al. (2011), o sistema talhadia é viável mesmo que só apresente rendimento de 70% comparado com a primeira rotação (sistema de alto fuste). Atualmente, esse sistema vem sendo bastante utilizado em empresas florestais, alcançando médias de produção semelhantes e, dependendo das condições edafoclimáticas, até mesmo superiores àquelas encontradas na primeira rotação (GONÇALVES et al., 2014).

A tecnologia atual aplicada na silvicultura como novos materiais genéticos, precisão na adubação aliado a um manejo adequado, garante volumes de produção de madeira na segunda rotação muito semelhantes aos da primeira rotação (FERRAZ FILHO; SCOLFORO; MOLA-YUDEGO, 2014). Stape (1997) aponta outros fatores que influenciam num manejo bem-sucedida de um povoamento conduzido por talhadia, e que podem ser facilmente controlados por intervenções silviculturais como: altura do toco após o corte de árvores, número de brotos por cepa, resíduos de colheita sobre as cepas, e controle de plantas daninhas. Com tocos maiores um número maior de gemas adventícias e lignotúberes permanecem, aumentando a probabilidade de germinação (STAPE, 1997). Normalmente esses tocos são cortados a uma altura

máxima de 12 cm, sendo as vezes dada uma superfície inclinada para facilitar o escoamento da água e evitar doenças (FERRAZ FILHO; SCOLFORO; MOLA-YUDEGO, 2014). Camargo, Silva e Stape (1997), trabalhando com talhadia em eucalipto, concluíram que a mortalidade da cepa pode ocorrer se o resíduo da colheita impedir a incidência direta de luz solar ou se os tocos são danificados durante as operações de colheita e carregamento, ainda ambos os autores relataram redução do crescimento de brotos em altura em cepas sombreadas e danificadas.

A condução da brotação pode ser feita de duas maneiras após o corte raso: desbrota precoce e desbrota convencional. Na desbrota precoce, a remoção das brotações excedentes é feita entre 3 e 4 meses após a colheita da floresta, enquanto no método convencional acontece a partir dos 12 meses após a exploração florestal.

A desbrota pode reduzir drasticamente a área foliar da planta, comprometendo a fixação de carboidratos responsáveis pelo crescimento dos brotos dominantes, principalmente se realizada em idades muito jovens (SOUZA et al., 2012). Trazendo assim a necessidade de se verificar a melhor idade para a sua aplicação para evitar uma possível redução no crescimento.

### **3 USO DA BIOMASSA FLORESTAL COMO ENERGIA**

Biomassa é toda e qualquer matéria orgânica formada pela planta (VITAL, 2007). Para Pinto et al. (2013) a biomassa florestal pode ser definida como os produtos provenientes da exploração florestal. Os impactos desta fonte são muito inferiores ao das fontes fósseis, sendo, local e regional, não contribuindo para o aquecimento global devido ao balanço de massa do ciclo de carbono.

Em comparação com o mundo, a matriz energética brasileira é considerada limpa pelo uso intensivo das fontes de energia renováveis (BRAND et al., 2014). Nesse aspecto, a biomassa tem grande representatividade, no entanto ainda não recebe o destaque merecido no balanço energético nacional. Atualmente, a biomassa, representada principalmente pelo bagaço de cana, o carvão vegetal e a madeira, representa cerca de 23% do total das fontes energéticas utilizadas no país, sendo a madeira responsável por cerca de 9% do total da matriz energética brasileira (LOPES; BRITO; MOURA, 2016). Em 2012, a participação da biomassa na geração de energia

elétrica no Brasil representou 7%, desse percentual 15,8% vem da biomassa da base florestal (ABRAF, 2013). Em termos socioambientais, as vantagens da biomassa são inúmeras. Quando cultivada de forma sustentável, seu manejo e utilização não acarretam acréscimo de dióxido de carbono à atmosfera, já que o dióxido de carbono liberado pela combustão é retirado da atmosfera durante o processo de fotossíntese (SOARES et al., 2006).

Desde aproximadamente 1850, o uso mundial de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) aumentou, dominando o fornecimento de energia, levando a uma rápida elevação do dióxido de carbono na atmosfera (IPCC, 2011). A elevação dessa concentração desse gás na atmosfera, bem como de outros gases responsáveis pelo agravamento do efeito estufa, ameaçam a humanidade com o aquecimento global, que poderá causar um aumento da temperatura média do planeta entre 3 a 5 °C nos próximos 100 anos (RATUCHNE et al., 2015). O Brasil está situado em 5º lugar na classificação mundial dos países emissores destes gases, considerando essas ações antrópicas, sendo que aproximadamente 75% do CO<sub>2</sub> emitido para a atmosfera são derivados de práticas agrícolas inadequadas e do desmatamento e apenas 18% são originados da queima de combustíveis fósseis (DENARDIN et al., 2014).

A madeira possui importante papel como fonte de energia ambientalmente mais saudável, o que a potencializa como alternativa aos combustíveis fósseis, resultando em diminuição das emissões dos gases do efeito estufa, com potenciais incentivos provindos dos mercados internacionais de créditos de carbono (LOPES; BRITO; MOURA, 2016).

Florestas sob as mesmas condições edafoclimáticas apresentam diferença nos estoques de volume, biomassa e, conseqüentemente, de carbono, pois, o clima, o tipo de solo, o relevo, a hidrografia e a variação genética dentro de uma espécie e entre espécies influenciam na produção e acúmulo de biomassa em áreas florestais, principalmente nativas (AMARO et al., 2013). Conhecer a capacidade de absorção do carbono das diversas tipologias naturais, bem como o estoque de carbono fixado na biomassa florestal, pode fornecer informações importantes para a tomada de decisões quanto ao manejo, à proteção e à valoração das florestas (RATUCHNE et al., 2015). Paixão et al. (2006), trabalhando com diferentes alternativas de manejos de eucalipto, concluíram que a produção de madeira somente para a venda de créditos de carbono, sem considerar o seu uso final, é economicamente viável.

#### 4 ALOCAÇÃO DE NUTRIENTES NA BIOMASSA

A produção de uma floresta é determinada pela quantidade de radiação solar interceptada pela copa e pela eficiência de conversão da radiação em biomassa. Essa eficiência é principalmente influenciada pela disponibilidade de água e de nutrientes. Aumentando o suprimento destes fatores, além do ponto de deficiência, tende a aumentar a produção que é fortemente influenciada pelas interações entre eles até que seja atingido um nível ótimo (SANTANA et al., 2008).

A biomassa é composta pelos principais elementos químicos que compõem a estrutura orgânica das plantas, carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), e por uma variedade de outros elementos, em várias formas químicas (RATUCHNE et al., 2015). Dentre eles, estão os elementos químicos conhecidos como nutrientes, segundo Malavolta (2006), que são considerados essenciais para a vida, que devido à quantidade necessitada pelas plantas, são divididos em macronutrientes (nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S)) e micronutrientes (ferro (Fe), manganês (Mn), boro (B), cobre (Cu), zinco (Zn), molibdênio (Mo), cloro (Cl)) e mais recentemente foi incluído como essencial o elemento químico níquel (Ni) (MARSCHNER, 2012).

O conhecimento da alocação de nutrientes na biomassa é de fundamental importância para que se entenda a dinâmica dos nutrientes nos diversos compartimentos do ecossistema, podendo-se assim, encontrar indicadores de possíveis impactos que algumas técnicas silviculturais podem causar (CALDEIRA et al., 2008). O estoque de nutrientes na biomassa é função de uma série de fatores ligados à complexa relação solo-planta para cada nutriente, com grande variação entre espécies e para diferentes condições de desenvolvimento. No entanto, pode ser utilizado como um indicativo da exigência nutricional (WITSCHORECK; SCHUMACHER, 2013). Assim, é de fundamental importância conhecer a alocação dos nutrientes nas plantas, pois, a falta ou excesso de um ou mais nutrientes provoca anormalidades nas árvores, diminuindo sua produtividade (SILVA et al., 2012).

## **5 VIABILIDADE ECONÔMICA E OPERACIONAL EM FLORESTAS DE EUCALIPTO**

No Brasil, entre as principais atividades do agronegócio, está a atividade florestal, que vem se consolidando competitivamente, fortalecendo a investigação incessante de conhecimento e de novas tecnologias, a fim de promover condições inovadoras aos diferentes elos da cadeia produtiva do agronegócio florestal, de forma a propiciar inovação, qualidade, desenvolvimento e otimização dos recursos empregados. Mesmo em tempo de crise no Brasil, que vêm enfraquecendo vários setores da economia, de acordo com IBÁ (2015) o setor de florestas plantadas é um dos únicos que não tem sentido essa crise e vem crescendo mesmo diante dos problemas econômicos no país. Isso se deve ao alto investimento em tecnologia e estudos no setor que fazem com que a cada dia se produza mais em menor espaço e com menor custo. Com a projeção de crescimento da demanda por madeira para as próximas décadas, a produção de eucalipto tem ganhando destaque nos últimos anos e vem sendo responsável por mais de 70% da área de árvores plantadas no Brasil (JANOSELLI; HARBS; MENDES, 2016).

O sucesso de um projeto depende da sua prévia avaliação, que resulta em racionalização das atividades para maximizar a produtividade e minimizar os custos de produção. O que traz grande importância para estudos de viabilidade operacional em florestas, visto que projetos que analisam custos e rendimentos em operações florestais na região do cerrado são muito escassos e se fazem necessários para o planejamento de futuras áreas a serem implantadas (SILVA et al., 2004). Nos empreendimentos florestais que empregam a madeira como matéria-prima é de fundamental importância o planejamento minucioso de todas as atividades envolvidas no processo produtivo, resultando em racionalização da produção, melhoria da produtividade e redução dos custos operacionais (CARMO et al., 2013).

Apesar do grande crescimento das áreas de florestas plantadas, a preocupação de empresas do setor florestal com a qualidade operacional deixa muito a desejar. De acordo com Soares et al. (2015), esses problemas estão especialmente relacionados ao reduzido número de pesquisas que comprovem a viabilidade de aplicação e formas de adaptação de ferramentas à realidade enfrentada pelas organizações do setor

florestal. Então se faz necessário testar modelos operacionais através da experimentação, para descoberta da melhor maneira de operar o sistema, afirmando assim a compatibilidade e viabilidade de novas técnicas na exploração e manejo das florestas (FERNANDES et al., 2013).

As condições de trabalho na manutenção florestal, são principalmente árduas e pesadas, exigindo grande esforço físico do trabalhador, podendo causar-lhe desconforto durante a execução das operações. Esses trabalhos, muitas vezes, são realizados de forma incorreta e com intensidade elevada, podendo gerar um déficit na saúde e causar problemas osteoarticular vertebral (PIERON et al., 2014). De acordo com MTE (2005), cabe ao empregador rural ou equiparado, promover melhorias nos ambientes e nas condições de trabalho, de forma a preservar o nível de segurança e saúde dos trabalhadores. Nesse sentido a redução da intensidade do trabalho é desejável, gerando ergonomia e rendimento operacional.

## 6 REFERÊNCIAS

AMARO, Marco Antonio et al. Estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 849-857, ago. 2013.

ANGELO, Humberto et al. A expansão dos reflorestamentos de eucalipto no estado de Goiás. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 223-228, out. 2014.

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília: ABRAF, 2013.

BERTOLA, Alexandre. **Eucalipto: verdades e mentiras**. 2006. Disponível em: <<http://www.celuloseonline.com.br/imagembank/Docs/DocBank/dc/dc009.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2016.

BRAND, Martha Andreia et al. Produção de biomassa para geração de energia em povoamentos de *Pinus taeda* L. com diferentes idades. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 353-360, fev. 2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional**. Brasília: [s.n.] 2015. 62 p.

BRITO, José Otávio. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 185-193, abr. 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142007000100015>>. Acesso em: 31 mai. 2016.

CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler et al. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma floresta ombrófila densa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 1, n. 29, p. 53-68, 2008.

CAMARGO, Fausto Rodrigues Alves; SILVA, Cláudio Roberto; STAPE, José Luiz. Resultados experimentais da fase de emissão de brotação em *Eucalyptus* manejado por talhadia. **Série Técnica Ipef**, Araraquara, v. 11, n. 30, p. 115-122, mai. 1997.

CARMO, Flávio Cipriano de Assis do et al. Análise da densidade ótima de estradas florestais em propriedades rurais. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 3, p. 451-459, set. 2013.

DENARDIN, Rosiane Berenice Nicoloso et al. Estoque de carbono no solo sob diferentes formações florestais, Chapecó - SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 59-69, mar. 2014.

FERNANDES, Ana Paula Donicht et al. Alternativas de planejamento para a exploração florestal. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 339-350, set. 2013.

FERRAZ FILHO, Antonio Carlos; SCOLFORO, José Roberto Soares; MOLA-YUDEGO, Blas. The coppice-with-standards silvicultural system as applied to *Eucalyptus* plantations — a review. **Journal of Forestry Research**, [s.l.], v. 25, n. 2, p. 237-248, abr. 2014.

FOELKEL, Celso Edmundo Bochetti. Eucalipto no Brasil, história de pioneirismo. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 4, n. 1, p. 66-69, dez. 2005.

GONÇALVES, José Leonardo de Moraes et al. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 301, n. 1, p. 6-27, ago. 2013.

GONÇALVES, José Leonardo de Moraes et al. Produtividade de plantações de eucalipto manejadas nos sistemas de alto fuste e talhadia, em função de fatores edafoclimáticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 103, p. 411-419, set. 2014.

GUEDES, Isabel Carolina de Lima et al. Análise econômica da reforma e da talhadia de povoamentos de eucalipto em condições de risco. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 393-401, set. 2011.

IBÁ - Indústria Brasileira De Árvores. **Anuário estatístico IBÁ 2015, ano base 2014**. Brasília: IBÁ, 2015.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Summary for policymakers. In: **IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation**. Eds. EDENHOFER, O.; PICHES-MADRUGA, R.; SOKONA, Y.; SEYBOTH, K.; MATSCHOSS, P.; KADNER, S.; ZWICKEL, T.; EICKEMEIER, P.; HANSEN, G. Cambridge University. Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 15 – 26, 2011.

JANOSELLI, Helder Roberto Dota; HARBS, Ricardo; MENDES, Fernanda Latanze. Viabilidade econômica da produção de eucalipto no interior de São Paulo. **Revista Ipecege**, Piracicaba, v. 2, n. 2, p. 24-45, mai. 2016.

LOPES, Guilherme de Andrade; BRITO, José Otávio; MOURA, Luiz Fernando de. Uso energético de resíduos madeireiros na produção de cerâmicas no estado de São Paulo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 679-686, jun. 2016.

MALAVOLTA, Eurípedes. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MARSCHNER, Horst. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3. ed. Amsterdam: Elsevier, 2012. 643 p.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 31**: Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura. Portaria nº 86, de 03 de março de 2005.

PAIXÃO, Fausto Araújo et al. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 411-420, abr. 2006.

PALUDZYSZYN FILHO, Estefano et al. **Base de melhoramento genético de *Eucalyptus* e *Corymbia* em Rio Verde, GO**: Resultados parciais da cooperação técnica entre Embrapa Florestas e Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano - COMIGO. 14. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 55 p.

PIERON, Gustavo Bloise et al. Análise ergonômica na atividade de desrama florestal. **Iberoamerican Journal of Project Management**, Buenos Aires, v. 5, n. 1, p. 23-34, mar. 2014.

PINTO, Telma et al. Recolha de Biomassa Florestal: Avaliação dos custos e tempos de trabalho. **Silva Lusitana**, Oeiras, v. 1, n. especial, p. 163-176, ago. 2013.

QUÉNO, Laurent Marie Roger et al. Custo de produção das biomassas de eucalipto e capim-elefante para energia. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 417-426, set. 2011.

RAMOS, Letícia Maria Alves et al. Variação radial dos caracteres anatômicos da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden e idade de transição entre lenho juvenil e adulto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 411-418, dez. 2011.

RATUCHNE, Luis Carlos et al. Quantificação de carbono florestal em povoamentos de *Araucaria angustifolia* no sudoeste do estado do Paraná. **Ambiência**, Guarapuava, v. 11, n. 2, p. 321-335, abr. 2015.

REIS, Geraldo Gonçalves dos; REIS, Maria das Graças Ferreira. Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas. **Série Técnica Ipef**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 9-22, mai. 1997.

SANTANA, Reynaldo Campos et al. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2723-2733, jan. 2008.

SILVA, Jadir Vieira da et al. Produção e acúmulo de nutrientes em povoamento de eucalipto em consequência da intensidade do desbaste e da fertilização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 11, p. 1555-1562, nov. 2012.

SILVA, Kátia Regina et al. Custos e rendimentos operacionais de um plantio de eucalipto em região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 361-366, 2004.

SOARES, Philipe Ricardo Casemiro et al. Sistema de medição de performance para o controle de plantas invasoras em plantações florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 1, p. 175-184, mar. 2015.

SOARES, Thelma Shirlen et al. Uso da biomassa florestal na geração de energia. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Viçosa, v. 8, n. 4, ago. 2006.

SOUZA, Felipe Coelho de et al. Sobrevivência e Diâmetro de Plantas Intactas e Brotações de Clones de Eucalipto. **Floram**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 44-54, jan. 2012.

STAPE, José Luiz. Planejamento global e normatização de procedimentos operacionais de talhadia simples em *Eucalyptus*. **Série Técnica IPEF**. 11, n. 30, p. 51-62, mai. 1997.

VIDAL, André Carvalho Foster; HORA, André Barros da. Perspectivas do setor de biomassa de madeira para a geração de energia. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, p. 261-314, jan. 2011.

VITAL, Marcos Henrique Figueiredo. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, dez. 2007.

WITSCHORECK, Rudi; SCHUMACHER, Mauro Valdir. Teor e alocação de nutrientes em plantio de *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. em Dom Feliciano – RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 667-678, dez. 2013.

## **CAPÍTULO 2 - BIOMASSA, CARBONO E ALOCAÇÃO DE NUTRIENTES NAS PRIMEIRAS INTERVENÇÕES DE DOIS MÉTODOS DE DESBROTA EM TALHADIA DE EUCALIPTO.**

### **RESUMO**

A inserção de novos métodos de operação florestal pode alterar o crescimento das plantas benéficamente, trazendo maiores incrementos para uma floresta. Assim, este trabalho foi realizado com objetivo de estudar biomassa, carbono e alocação de nutrientes nas primeiras intervenções de desbrotas em eucalipto. O estudo foi desenvolvido na fazenda Florestal II pertencente a Cooperativa COMIGO situada na cidade de Rio Verde - GO. O delineamento usado foi em blocos ao acaso, com dois tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos aplicados foram: desbrota precoce e desbrota convencional. Dezesete meses após o corte raso da floresta, uma árvore por parcela foi colhida para quantificação de biomassa, carbono e alocação de nutrientes. No que tange a biomassa, carbono e nutrientes por árvore, o estudo não apresentou diferença estatísticas entre os tratamentos desbrota precoce e convencional, mas quando foi analisado o valor de biomassa, carbono e nutrientes por hectare houve diferença estatística significativa entre tratamentos, causada pela baixa sobrevivência no tratamento desbrota convencional, mostrando maior incremento para biomassa, carbono e nutrientes para o tratamento desbrota precoce.

**Palavras-chave:** Floresta plantada, desbrota convencional, desbrota precoce, produção florestal.

## **BIOMASS, CARBON AND NUTRIENT ALLOCATION IN EARLY INTERVENTION OF TWO SPROUTING METHODS IN EUCALYPTS COPPICE.**

### **ABSTRACT**

The insertion of new forestry methods of operation can change plant growth beneficially, bringing larger increments to a forest. This work was conducted to study biomass, carbon and nutrient allocation in the first eucalyptus sprouting intervention. The study was developed in the Forest II farm belonging to Co-op COMIGO in the town of Rio Verde - GO. The experimental design used was a randomized block with two treatments and four replications. The treatments were early sprouting and conventional sprouting. Seventeen months after clearcutting forest, one tree per plot were harvested for quantification of biomass, carbon and nutrient allocation. With regard to biomass, carbon and nutrients for the tree, the study showed no statistical difference between the early and conventional treatments of sprouting. However, when the values of biomass, carbon and nutrients was analyzed per hectare occurred no significant statistical difference between treatments, it were caused by low survival in the conventional sprouting treatment, showing greater increase for carbon biomass and nutrients for early sprouting treatment.

**Keywords:** planted forest, conventional sprouting, early sprouting, forestry production.

## 1 INTRODUÇÃO

O eucalipto, devido ao seu rápido crescimento, vem sendo cada vez mais importante para amenizar a pressão sob florestas nativas. Atualmente o Brasil tem uma área plantada de mais de 7,4 milhões de hectares de florestas, sendo 5,5 milhões de hectares de floresta de eucalipto, destacando-se Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul como os estados com as maiores áreas plantadas (IBÁ, 2015a). O eucalipto é uma espécie altamente eficiente na produção de biomassa, comparativamente a outras espécies (IBÁ, 2015b). Com a escassez de combustíveis fósseis a biomassa toma lugar importante no cenário atual para produção de energia, produzindo 7% da energia elétrica do Brasil. Desse total 15,8% vem de florestas plantadas (ABRAF, 2013).

Preconiza-se que plantações florestais de eucalipto, quando bem estabelecidas, podem fixar entre 100 e 400 Mg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> durante a fase de crescimento (ECOAR, 2003). O estoque de carbono em plantações de eucalipto varia com as condições edafoclimáticas regionais e o manejo da plantação (GATTO et al., 2010), apontando a necessidade do estudo de cada região para se conhecer a capacidade de estocagem de carbono pelas florestas.

A importância da produção de biomassa florestal vinda de florestas plantadas de eucalipto no Sudoeste Goiano tem sido expressiva, destacando-se como principal importância o uso da biomassa florestal para geração de vapor industrial no beneficiamento de produtos agrícolas produzidos na região (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2014). Um dos aspectos que tornam bastante atraente o uso da madeira como combustível é o fato de ser uma fonte de energia renovável (QUIRINO et al., 2005).

A produção de uma floresta é determinada pela quantidade de radiação solar interceptada pela copa e pela eficiência de conversão da radiação em biomassa. Essa eficiência é influenciada principalmente pela disponibilidade de água e de nutrientes. Aumentando o suprimento destes fatores, além do ponto de deficiência, tende a aumentar a produção, que é fortemente influenciada pelas interações entre eles até que seja atingido um nível ótimo (SANTANA et al., 2008). Assim é de fundamental importância conhecer a alocação dos nutrientes nas plantas, e a quantificação destes,

uma vez que tanto a falta como o excesso de um ou mais nutrientes pode provocar anormalidades nas árvores, diminuindo sua produtividade (SILVA et al., 2012).

Uma grande vantagem de se trabalhar com a cultura do eucalipto é que a maioria das espécies apresenta elevada capacidade de se regenerar por brotação de cepas e formar uma nova floresta após sua exploração, pela grande quantidade de gemas dormentes na cepa e, ou, lignotúber (REIS; REIS, 1997). Essa regeneração no meio silvicultural é conhecida como sistema de talhadia ou condução de rebrota. Esse sistema vem sendo bastante utilizado em empresas florestais, alcançando médias de produção semelhantes e, dependendo das condições edafoclimáticas, até médias superiores quando comparado ao sistema de alto fuste (GONÇALVES et al., 2014). Segundo Guedes et al. (2011), o sistema talhadia é viável mesmo que só apresente rendimento de 70% comparada com o povoamento inicial (sistema de alto fuste). O sistema de talhadia pode ser conduzido de duas maneiras: desbrota precoce e desbrota convencional. Na desbrota precoce é feita a desbrota dos brotos entre 3 e 4 meses após a colheita da floresta, enquanto a desbrota convencional aconteceu a partir dos 12 meses após a colheita da floresta.

A desbrota pode reduzir drasticamente a área foliar da planta, comprometendo a fixação de carboidratos responsáveis pelo crescimento dos brotos dominantes, principalmente se realizada em idades muito jovens (SOUZA et al., 2012). Trazendo assim grande necessidade de se verificar a melhor idade para a sua aplicação para evitar uma possível redução no crescimento.

O objetivo deste estudo foi quantificar a produção de biomassa, o estoque de carbono e a alocação de nutrientes utilizando dois métodos de desbrota em plantios de eucalipto.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma fazenda da COMIGO Florestal, no município de Rio Verde - GO. O clima regional é monçônico, do tipo tropical de savana (Aw) de acordo com a classificação climática de Köppen, com estação seca que vai de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. A temperatura média anual varia entre 20 a 25 °C e a precipitação média anual é de aproximadamente 1700 mm. No local onde foi instalado o experimento o solo é classificado como Latossolo (EMBRAPA, 2006).

Para desenvolvimento deste estudo foi utilizado um talhão florestal, plantado com o clone 3334, da empresa plantar, de um híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, em espaçamento 2,2 m x 3,25 m, com densidade populacional de 1500 árvores por hectare. O plantio foi realizado em dezembro de 2007 e a colheita mecanizada ocorreu em abril de 2014. No plantio a adubação foi de 400 kg ha<sup>-1</sup> de 5-25-5 + 0,5% Cu e Zn. Durante a rotação os tratamentos silviculturais aplicados consistiram de aplicação de herbicida com barra protegida (conceição), três adubações de cobertura com 15-00-15 + 0,6% B na dosagem de 280, 350, 360 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Também foi realizado controle de formigas, uma vez por ano com isca formicida e aplicações de herbicida visando manter a cultura livre de matocompetição.

Para avaliação dos métodos de talhadia, o experimento foi conduzido utilizando o delineamento em blocos casualizados, com dois tratamentos (desbrota convencional e desbrota precoce) e quatro repetições. Foram 8 parcelas compostas por 112 árvores (8 linhas de 14 árvores), onde foi usada bordadura dupla afim de minimizar efeitos externos da parcela. Totalizando assim para o estudo uma área útil de 280 m<sup>2</sup> sendo 40 árvores do centro da parcela (4 linhas de 10 árvores). Foi feito um censo no experimento antes e depois das intervenções desbrota precoce e convencional afim de comparar a sobrevivência antes e depois das intervenções de desbrota.

A aplicação dos tratamentos de desbrota ocorreu em agosto de 2014 e a desbrota convencional foi feita em abril de 2015, totalizando quatro e doze meses,

respectivamente, após o corte raso da floresta. Na operação deixou-se 1 broto por cepa e quando ocorreu falha foram deixados 2 brotos por cepa.

## 2.2 BIOMASSA

Para a obtenção da biomassa total foi utilizado o método destrutivo, abatendo-se uma árvore média por parcela aos 17 meses após o corte raso da floresta com uso de motosserra. Com uso de uma balança mecânica de plataforma foi feita a pesagem dessas árvores após o abate, obtendo-se assim a massa fresca da parte aérea da árvore, que foram pesadas separadamente em compartimentos (folhas + galhos e madeira + casca). De cada compartimento (folhas + galhos e madeira + casca) foram retiradas amostras que foram para o Laboratório de Silvicultura da UFG – Jataí. Onde foram colocadas em estufa de ventilação e circulação forçada de ar a  $\pm 70$  °C até obtenção de massa constante. Para o cálculo da biomassa foi utilizada a fórmula:

$$MST = (MFT \times MSA) / MFA$$

Onde:

MST = massa seca total;

MFT = massa fresca total;

MSA = massa seca da amostra;

MFA = massa fresca da amostra.

A biomassa por unidade de área foi determinada multiplicando a biomassa do compartimento de cada árvore pelo número de árvores em um hectare, que variou de acordo com a sobrevivência ocorrida em cada parcela.

### 2.3 CARBONO

Para determinar a quantidade de carbono, utilizou-se os discos removidos com casca, a 50% da altura, e as amostras de folhas e galhos, os quais foram encaminhados ao laboratório. Utilizou-se o método da calcinação “loss of ignition” conforme Silva, Torrado e Abreu Júnior (1999), onde foram colocadas 4 g de amostra seca a  $105 \pm 5$  °C, a qual foi levada a mufla por 5 horas a 500 °C. Posteriormente o teor de carbono orgânico foi calculado conforme a equação:

$$\%C = \left[ \frac{(M - (T - C)) * 100}{M} \right] / 2$$

Onde:

%C = Teor de carbono da amostra;

M = massa da amostra (g) depois de aquecida a 105° C;

C = massa do cadinho (g); e

T = massa da cinza + cadinho (g).

Posterior à obtenção do teor de carbono das amostras dos compartimentos, estimou-se a quantidade de carbono total nos compartimentos por planta. A massa seca e a massa de carbono total de cada planta e por unidade de área foram obtidas pelo somatório das massas dos compartimentos.

Para a análise estatística procedeu-se o teste de comparação entre duas médias (t de Student), executado com 5% de probabilidade de erro. Assim quando houve diferença significativa entre os tratamentos, o que apresentou maior produção das variáveis biomassa e carbono foi tido como melhor tratamento.

### 2.4 ALOCAÇÃO DE NUTRIENTES

Para determinação da alocação de nutrientes da parte aérea das árvores foram retirados discos à 50% da altura total da árvore como amostra. Essas amostras foram

levadas ao Laboratório de Silvicultura da Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí, sendo submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçada a 70 °C. Posteriormente moídas em moinho de facas e enviadas para laboratório de análises de químicas da Cooperativa COMIGO situado na cidade de Rio Verde-GO, a fim de quantificar os nutrientes contidos em cada amostra.

O cálculo da quantidade de nutrientes, nos compartimentos, foi efetuado por meio do produto do teor médio de nutrientes pela biomassa seca. A determinação dos teores de nitrogênio foi realizada pelo método Kjeldahl, do fósforo por espectrometria visível, do potássio por fotometria de chama, do enxofre por turbidimetria; do cálcio, magnésio, ferro e manganês por espectrofotometria de absorção atômica, seguindo a metodologia descrita por Tedesco (1995).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 PRODUÇÃO DE BIOMASSA E CARBONO

A aplicação de dois tratamentos de desbrota não interferiram significativamente na produção de biomassa e de carbono por árvore, para os compartimentos analisados (Tabela 1).

**Tabela 1.** Biomassa, carbono, densidade e sobrevivência do clone 3334, de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* ao aplicar desbrota precoce e convencional aos 17 meses após a exploração florestal.

|                                      | Desbrota precoce | Desbrota convencional |
|--------------------------------------|------------------|-----------------------|
| BMC (kg árvore <sup>-1</sup> )       | 13,03            | 12,81                 |
| BGS (kg árvore <sup>-1</sup> )       | 0,34             | 1,04*                 |
| BGV (kg árvore <sup>-1</sup> )       | 4,52*            | 3,45                  |
| CMC (kg árvore <sup>-1</sup> )       | 6,44             | 6,34                  |
| CGS (kg árvore <sup>-1</sup> )       | 0,16             | 0,51*                 |
| CGV (kg árvore <sup>-1</sup> )       | 2,18*            | 1,68                  |
| Densidade (planta ha <sup>-1</sup> ) | 1.231,26*        | 1.014,80              |
| Biomassa (kg ha <sup>-1</sup> )      | 23.952,00*       | 18.852                |

\*Números com asterisco indica que houve diferença significativa entre os tratamentos desbrota precoce e desbrota convencional, pelo teste t de Student.

BMC – Biomassa madeira+casca; BGS – Biomassa galhos secos; BGV – Biomassa galhos verdes; CMC – Carbono madeira+casca; CGS - Carbono galhos secos; CGV – Carbono galhos verdes.

Comparando a biomassa do compartimento madeira + casca nos tratamentos desbrota precoce e convencional não foi encontrado diferença significativa entre os dois tratamentos (Tabela 1). Mas, quando se comparou galhos secos com galhos verdes nesses tratamentos propostos, notou-se que houve maior alocação de biomassa e carbono em galhos secos na desbrota convencional e um efeito contrário para a desbrota precoce, onde foi notado maior alocação de biomassa e carbono nos galhos verdes (Tabela 1). Analisando a produção de biomassa por unidade de área, pode-se verificar que a desbrota precoce proporcionou um valor 21,3% superior ao daquela obtida com a aplicação da desbrota convencional (Tabela 1). O que pode explicar essa diferença, quando se extrapola por hectare, é a baixa densidade na desbrota convencional comparada com a desbrota precoce, onde a principal causa foi a sobrevivência desses tratamentos após serem submetidas aos tratamentos de desbrota, visto que houve um grande número de tombamento de árvores no tratamento desbrota convencional. Essa mortalidade por tombamento está ligada a intensidade de chuvas fortes que ocorreram depois de realizado o tratamento de desbrota convencional, como observado em dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em que foram registrados em um período de 15 dias após o procedimento de desbrota, 180 mm de chuva no tratamento de desbrota convencional que foi realizado em abril de 2015 e apenas 45 mm de chuva no tratamento de desbrota precoce, que foi realizado em agosto de 2014. Apesar da mortalidade, provocada pela chuva nas parcelas, proporcionando menor competitividade entre plantas na desbrota convencional, acredita-se ainda que pode ter havido um maior incremento na desbrota precoce por conta da época da operação, sendo que nessa época o dossel ainda não estaria fechado e as plantas não estariam na época de competir por espaço.

Souza et al. (2012), analisando oito clones de *Eucalyptus* spp. em segunda rotação, encontraram índices de sobrevivência que variaram entre 83% e 100%. Para Ferrari, Ferreira e Silva (2004), que avaliaram a condução de rebrota de três povoamentos de *Eucalyptus* spp. 60 dias após o corte em Minas Gerais, dois na Zona da Mata e um no Cerrado, obtiveram índices de sobrevivência variando entre 25% e 100%, pode-se então afirmar que os valores para o índice de sobrevivência encontrados no presente estudo são satisfatórios (Tabela 1).

Foi verificado que na talhadia os compartimentos madeira + casca representaram um valor de biomassa de 72,8% e 74% para desbrota precoce e desbrota convencional, respectivamente, Trazendo assim uma copa pouca desenvolvida. Fator esse que pode ser justificado pela competição entre brotos. Dessa forma, devido ao dossel não estar completamente fechado, ocorre maior disponibilidade luminosa em toda a extensão da copa, favorecendo o crescimento de galhos e folhas da base ao topo do fuste. Segundo Schumacher (1992), durante a fase inicial de desenvolvimento de uma floresta, boa parte dos carboidratos é canalizada para a produção de biomassa da copa, mas com o passar do tempo, quando as copas iniciam a competir entre si por espaço, a produção relativa do tronco aumenta e as de folhas e ramos diminui gradativamente. Calil et al. (2013), trabalhando com alto fuste encontrou um resultado oposto, com uma copa mais desenvolvida comparado a talhadia, onde 54% da biomassa do eucalipto era formado pelo fuste (madeira + casca), e o restante pela copa (folhas + galhos), na idade de 18 meses.

### **3.2 ALOCAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES**

Avaliando o teor de nutriente das plantas nos compartimentos madeira+casca e galho secos, nota-se que para os macronutrientes nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre não houve diferença significativa no teste de t de Student a 5% de probabilidade, comparando os tratamentos desbrota precoce e desbrota convencional (Tabela 2). Para o fósforo houve diferença significativa mostrando uma maior alocação do nutriente no método desbrota convencional comparado com a desbrota precoce, tanto para o compartimento madeira + casca, quanto para o compartimento galho seco. Para o macronutriente cálcio houve maior alocação do nutriente no tratamento desbrota convencional no compartimento galho seco comparada a desbrota precoce.

**Tabela 2.** Teores de macro e micronutrientes na biomassa do clone 3334, de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* ao aplicar desbrota precoce e convencional aos 17 meses após a exploração florestal.

|         |    | Macronutrientes (g kg <sup>-1</sup> )  |        |         |         |        |      |
|---------|----|--|--------|---------|---------|--------|------|
|         |    | N                                      | P      | K       | Ca      | Mg     | S    |
| Madeira | DP | 5,39                                   | 0,10   | 3,64    | 3,11    | 0,69   | 0,16 |
|         | DC | 4,69                                   | 0,24*  | 4,10    | 2,03    | 0,50   | 0,17 |
| GS      | DP | 5,11                                   | 0,04   | 4,68    | 9,50*   | 1,42   | 0,16 |
|         | DC | 4,90                                   | 0,30*  | 5,14    | 6,82    | 0,98   | 0,19 |
| GV      | DP | 14,91                                  | 0,82   | 9,30    | 3,23    | 1,72   | 0,98 |
|         | DC | 17,15                                  | 1,18   | 10,05   | 2,88    | 1,71   | 1,06 |
|         |    | Micronutrientes (mg Kg <sup>-1</sup> ) |        |         |         |        |      |
|         |    | B                                      | Cu     | Fe      | Mn      | Zn     |      |
| Madeira | DP | 5,59                                   | 12,06  | 42,26*  | 81,08   | 14,32  |      |
|         | DC | 5,26                                   | 23,57* | 23,57   | 91,81   | 14,13  |      |
| GS      | DP | 7,48                                   | 19,88* | 40,64   | 236,51* | 22,53* |      |
|         | DC | 7,39                                   | 9,66   | 34,34   | 180,33  | 7,29   |      |
| GV      | DP | 23,70                                  | 12,31  | 132,44  | 217,37  | 15,21  |      |
|         | DC | 24,26                                  | 14,97  | 161,79* | 247,63  | 42,08* |      |

\*Números com asterisco indica que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos desbrota precoce e desbrota convencional

GS – Galhos secos; GV – Galhos verdes; DP – Desbrota precoce; DC – Desbrota convencional.

Para os micronutrientes só houve diferença estatística significativa no teste de t de Student a 5% de probabilidade para cobre e ferro nos compartimentos madeira+casca, sendo que o cobre apareceu em maior teor em desbrota convencional e o ferro para desbrota precoce, em galhos secos houve maior alocação na desbrota precoce para cobre, manganês e zinco e para o compartimento galho verde houve maior alocação de ferro e zinco no tratamento desbrota precoce. No geral, os maiores teores de macro e micronutrientes apareceram no compartimento galho verde, devido a ciclagem interna dos nutrientes.

Calil et al. (2013) e Vieira et al. (2012), trabalhando com alocação de nutrientes em eucaliptos com 18 meses de idade, também encontraram valores parecidos para macro e micronutrientes, sendo que os dois autores tiveram uma diferença para o macronutriente nitrogênio. Santana et al. (2008) trabalhando com vários clones de eucalipto, aponta que 75% de N, P, K, Ca e Mg estão em outros componentes da parte aérea da árvore, e não no lenho. Calil et al. (2013) e Vieira et al. (2012), também encontraram resultados semelhantes trabalhando com clones de eucaliptos com 18

meses de idade. O baixo teor de nutrientes no compartimento madeira+casca é positivo, pois significa que poucos nutrientes são exportados da área por ocasião da colheita (ZULIANI et al., 2016).

Quando se analisou a quantidade de macronutrientes por hectare, nota-se que todos os nutrientes mostraram maior alocação no tratamento desbrota precoce, com exceção do fósforo, mostrando que o tratamento desbrota precoce foi superior ao tratamento desbrota convencional (Tabela 3). Essa diferença se deu porque na desbrota precoce além de alguns nutrientes aparecerem com teores mais elevados, ainda há a diferença de biomassa por área ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) que se mostrou bem superior no tratamento desbrota precoce quando comparada com a desbrota convencional (Tabela 3). Diferença essa que pode ser explicada pelo número de árvores por hectare, sendo que no tratamento desbrota precoce houve uma maior sobrevivência comparado a desbrota convencional, que pode ser explicado com uma alta mortalidade no tratamento de desbrota convencional ocasionado por fortes chuvas, ocasionando maior tombamento de árvores.

Para madeira e galhos verdes houve uma maior alocação de nutrientes na desbrota precoce quando comparado com a desbrota convencional, o contrário aconteceu para galhos secos, onde houve uma maior alocação de nutrientes na desbrota convencional. Foi observado um maior número de galhos verdes ao longo do fuste, sendo que para desbrota convencional os galhos verdes apareceram em menor número, devido ao sombreamento dentro da copa, com mais galhos secos ao longo do fuste. Segundo Rodrigues Júnior et al. (2014), a desbrota precoce traz uma floresta mais homogênea, que é comprovadamente determinante para uma maior produtividade final, com maior acúmulo de biomassa, conseqüentemente maior alocação de nutrientes para os galhos verdes.

**Tabela 3.** Alocação de macro e micronutrientes na biomassa do clone 3334, de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* ao aplicar desbrota precoce e convencional aos 17 meses após a exploração florestal.

|              |    | Macronutrientes (kg ha <sup>-1</sup> ) |        |         |         |        |       |
|--------------|----|--|--------|---------|---------|--------|-------|
|              |    | N                                      | P      | K       | Ca      | Mg     | S     |
| Madeira      | DP | 94,03*                                 | 1,79   | 63,50*  | 54,17*  | 11,95* | 2,79  |
|              | DC | 65,46                                  | 3,35*  | 57,16   | 28,37   | 6,94   | 2,34  |
| GS           | DP | 2,32                                   | 0,02   | 2,12    | 4,31    | 0,65   | 0,07  |
|              | DC | 5,57*                                  | 0,34*  | 5,84*   | 7,75*   | 1,12*  | 0,22* |
| GV           | DP | 90,26*                                 | 4,93   | 56,30*  | 19,52*  | 10,38* | 5,90* |
|              | DC | 64,47                                  | 4,44   | 37,76   | 10,83   | 6,42   | 3,98  |
| Árvore total | DP | 186,61*                                | 6,74   | 121,92* | 78,00*  | 22,98* | 8,77  |
|              | DC | 135,49                                 | 8,13   | 100,76  | 46,94   | 14,48  | 6,54  |
|              |    | Micronutrientes (g ha <sup>-1</sup> )  |        |         |         |        |       |
|              |    | B                                      | Cu     | Fe      | Mn      | Zn     |       |
| Madeira      | DP | 9,75*                                  | 21,03  | 73,71*  | 141,43  | 24,97  |       |
|              | DC | 7,34                                   | 32,90* | 32,90   | 128,14  | 19,72  |       |
| GS           | DP | 0,34                                   | 0,90   | 1,85    | 10,74   | 1,02   |       |
|              | DC | 0,84*                                  | 1,10   | 3,90*   | 20,48*  | 0,83   |       |
| GV           | DP | 14,35*                                 | 7,45   | 80,17   | 131,58* | 9,20   |       |
|              | DC | 9,12                                   | 5,63   | 60,82   | 93,08   | 15,82* |       |
| Árvore total | DP | 24,44*                                 | 29,39  | 155,73* | 283,76* | 35,20  |       |
|              | DC | 17,30                                  | 39,62* | 97,62   | 241,71  | 36,37  |       |

GS – Galhos secos; GV – galhos verdes + folhas; DP – desbrota precoce; DC – desbrota convencional.

## CONCLUSÕES

O método de desbrota não influenciou na produção de biomassa, estoque de carbono e alocação de nutrientes por árvore.

Houve maior sobrevivência quando se aplicou o tratamento desbrota precoce comparado a desbrota convencional, influenciando na biomassa, carbono e alocação de nutrientes por hectare.

Os maiores valores para teor de nutrientes aparecem nos galhos, para os dois tratamentos, o que servirá de nutrição para a planta no processo de ciclagem de nutrientes favorecendo o crescimento futuro da planta.

## **AGRADECIMENTOS**

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos.

A COMIGO - Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano pela parceria e apoio no trabalho realizado.

#### 4 REFERÊNCIAS

ABRAF - Associação Brasileira De Produtores De Florestas Plantadas. **Anuário estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília: ABRAF, 2013.

CALIL, Francine Neves et al. Biomassa e nutrientes em sistema agrossilvicultural no extremo sul do Brasil. **Enflo: Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v. 1, n. 2, p. 80-88, ago. 2013

ECOAR – Instituto Ecoar para Cidadania. **Efeito estufa**. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.ecoar.org.br>>. Acesso em: 02 maio 2016.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p.

FERRARI, Márcio Pinheiro; FERREIRA, Carlos Alberto; SILVA, Helton Daminda. **Condução de plantios de *Eucalyptus* em sistema de talhadia**. 4. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 28 p.

GATTO, Alcides et al. Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 1069-1079, abr. 2010.

GONÇALVES, José Leonardo de Moraes et al. Produtividade de plantações de eucalipto manejadas nos sistemas de alto fuste e talhadia, em função de fatores edafoclimáticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 103, p. 411-419, set. 2014.

GUEDES, Isabel Carolina de Lima et al. Análise econômica da reforma e da talhadia de povoamentos de eucalipto em condições de risco. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 393-401, set. 2011.

IBÁ - Indústria Brasileira De Árvores. **Anuário estatístico IBÁ 2015**, ano base 2014. Brasília: IBÁ, 2015a.

IBÁ - Indústria Brasileira De Árvores. **Árvores plantadas e recursos hídricos**. Brasília: IBÁ, 2015b.

PALUDZYSZYN FILHO, Estefano et al. **Base de melhoramento genético de *Eucalyptus* e *Corymbia* em Rio Verde, GO**: Resultados parciais da cooperação técnica entre Embrapa Florestas e Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano - COMIGO. 14. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 55 p.

QUIRINO, Waldir Ferreira et al. Poder calorífico da madeira e de materiais lignocelulósicos. **Revista da Madeira**, Caxias do Sul, v. 89, n. 1, p. 100-106, abr. 2005.

REIS, Geraldo Gonçalves dos; REIS, Maria das Graças Ferreira. Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas. **Série Técnica Ipef**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 9-22, mai. 1997.

RODRIGUES JUNIOR, Rafael et al. Análise da viabilidade técnica e econômica da desbrota precoce e seus reflexos no desenvolvimento do povoamento. In: Encontro Brasileiro De Silvicultura, 3., 2014, Campinas. **Anais...** . Campinas: Embrapa, 2014. v. 3, p. 42 - 44.

SANTANA, Reynaldo Campos et al. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2723-2733, jan. 2008.

SCHUMACHER, Mauro Valdir. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell.** 1992. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

SILVA, Alexandre Christófaru; TORRADO, Pablo Vidal; ABREU JUNIOR, José de Souza. Métodos de quantificação da matéria orgânica do solo. **Revista Unifenas**, Alfenas, v. 5, n. 1, p. 21-26, set. 1999.

SILVA, Jadir Vieira da et al. Produção e acúmulo de nutrientes em povoamento de eucalipto em consequência da intensidade do desbaste e da fertilização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 11, p. 1555-1562, nov. 2012.

SOUZA, Felipe Coelho de et al. Sobrevivência e Diâmetro de Plantas Intactas e Brotações de Clones de Eucalipto. **Floram**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 44-54, jan. 2012.

TEDESCO, Marino José. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 147p. (Boletim Técnico, 5)

VIEIRA, Márcio et al. Biomassa e nutrientes em povoamento de *Eucalyptus urograndis* na Serra do Sudeste-RS. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 2481-2490, jan. 2012.

ZULIANI, Daniela Queiroz et al. Balanço geoquímico em uma microbacia hidrográfica sob plantio de eucalipto. **Caderno de Ciências Agrárias**, Montes Claros, v. 8, n. 1, p. 28-37, fev. 2016.

## **CAPÍTULO 3 - VIABILIDADE ECONÔMICA E OPERACIONAL DE DOIS MÉTODOS DE CONDUÇÃO DE DESBROTA EM TALHADIA DE EUCALIPTO**

### **RESUMO**

A inserção de novos métodos de operação florestal pode trazer maior viabilidade tanto operacional, quanto econômica, tornando investimentos em florestas plantadas mais atraentes. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade nas primeiras intervenções de desbrota em eucalipto. O estudo aconteceu na fazenda Florestal II pertencente à Cooperativa COMIGO situada na cidade de Rio Verde - GO. O delineamento usado foi em blocos ao acaso, com dois tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos aplicados foram desbrota precoce, que foi realizada após 4 meses do corte raso da floresta, e desbrota convencional, que foi realizada 12 meses após o corte raso da floresta. Nos dois tratamentos foi mensurado o tempo gasto para realização de cada operação com a ajuda de um cronômetro, podendo assim determinar qual método de talhadia apresenta maior viabilidade operacional. Também foi feita uma análise de viabilidade econômica para cada tratamento com ajuda dos softwares SisEucalipto® e Planin® para demonstrar o retorno financeiro para cada tratamento. De acordo com os resultados obtidos para cada operação, o tratamento que se mostrou superior foi o tratamento desbrota precoce, trazendo uma economia de 50% no tempo gasto comparado ao tratamento desbrota convencional, e a desbrota precoce ainda se mostrou mais viável economicamente, trazendo maiores resultados de valor presente líquido, razão benefício/custo e taxa interna de retorno.

**Palavras-chave:** Floresta plantada, desbrota convencional, desbrota precoce, viabilidade florestal.

## **ECONOMIC AND OPERATIONAL VIABILITY OF TWO METHODS OF SPROUTING IN EUCALYPTS COPPICE**

### **ABSTRACT**

The insertion of new forestry methods of operation can bring greater viability both operational and economic, making investments in planted forests more attractive. The objective of this study was to evaluate the viability of interventions in the first sprouting in eucalypts. The study took place in the Forest II farm belonging to the Co-op COMIGO in the town of Rio Verde - GO. The experimental design used was a randomized block with two treatments and four replications. The treatments were early sprouting, that was held after four months of forest clearcut, and conventional sprouting, which was performed 12 months after clearcutting forest. In both treatments was measured the time taken for completion of each operation with the help of a timer and can thus determine which coppice method has increased operational viability, it was made an economic viability analysis for each treatment with the help of softwares SisEucalipto® and Planin® for demonstrate financial returns for each treatment. According to the results obtained for each operation, the treatment early sprouting was higher, bringing a saving of 50% in the time spent to sprouting compared to conventional treatment. Early sprouting still showed more economical viability, it has brought greater results for net present value, ratio benefit/cost and internal rate of return.

**Keywords:** planted forest, conventional sprouting, early sprouting, forest viability.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vários setores da economia brasileira vêm se enfraquecendo diante da crise que se está passando no país. De acordo com IBÁ (2015), o setor de florestas plantadas é um dos únicos que não sentiu esta crise e continua crescendo mesmo diante da queda na economia do país. Isso se deve ao alto investimento em tecnologia e estudos no setor, que fazem com que haja aumento na produção em menor espaço de tempo e com menor custo.

Para que as florestas plantadas consigam atender ao mercado consumidor, há necessidade da escolha adequada da espécie e das técnicas silviculturais a serem empregadas (FIEDLER et al., 2011). Além disso, essas florestas devem produzir madeira em quantidade e qualidade compatíveis com a expectativa do mercado (PAIVA, 2007).

O aperfeiçoamento das técnicas e operações florestais é necessário para o aumento de produtividade e redução dos custos, além da busca por melhorias na qualidade do trabalho e minimização de danos ao meio ambiente, contribuindo, assim, com o desenvolvimento sustentável e competitividade das empresas florestais (PEREIRA; LOPES; DIAS, 2015). A análise financeira é usada em empreendimentos para gerar critérios de decisão sobre possibilidades de otimização operacional, investimentos em máquinas, treinamento, mudanças na organização do trabalho ou sobre a implementação de novas técnicas de produção e a viabilidade de tratamentos silviculturais (POKORNY; PALHETA; STEINBRENNER, 2011). A variação dos custos de operação em florestas plantadas é influenciada, principalmente, pela eficiência operacional e pela jornada de trabalho (SILVA et al., 2014). Em operações florestais os custos de serviços variam entre 5% a 40% dos custos totais da floresta, dependendo da política da empresa sobre seu grau de terceirização (POKORNY; PALHETA; STEINBRENNER, 2011).

Além do lado econômico, as empresas que praticam suas operações florestais manualmente, tendem a se preocupar com o bem-estar dos trabalhadores. Alves et al. (2002) citam que as atividades exercidas pelo homem no trabalho podem ser o principal componente a determinar a produtividade, bem como o sucesso ou o fracasso de um sistema de trabalho. Para que as empresas possam alcançar o sucesso, devem buscar constantemente propostas para a melhoria das condições de

trabalho e da satisfação do trabalhador (BRITO et al., 2015). Para atingir este objetivo, deve-se, portanto, adaptar, de forma mais adequada possível, o trabalho às características do trabalhador, buscando reduzir o cansaço, a possibilidade de erros, os acidentes e o absenteísmo e aumentar o conforto e o seu bem-estar social (MELLO FILHO; SANT'ANNA, 2000). O redesenho dos postos de trabalho para melhorar a postura promove reduções da fadiga, dores corporais, afastamentos do trabalho e doenças ocupacionais e que existem situações em que a má postura pode produzir consequências danosas (PIERON et al., 2014).

Algumas ferramentas são importantes quando se trata de análise econômica, como o fluxo de receitas, taxa mínima de atratividade (TMA), valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), razão custo benefício (B/C) e a análise de sensibilidade. Souza et al. (2015) menciona que o VPL é o melhor método para tomadas de decisão, sendo que um aspecto importante do fluxo de receita descontado é seu enfoque nas entradas e saídas de caixa e não no lucro líquido, tal como calculado no sentido de contabilidade pelo regime de competência. A taxa mínima de atratividade (TMA) parte do pressuposto de que o investimento dever ser remunerado a uma taxa no mínimo igual às cobradas pelos principais financiamentos florestais (SOUZA et al., 2015). Se o projeto apresentar o VPL maior que zero é economicamente viável, assim quando vários projetos estiverem sendo analisados, o melhor será o que apresentar maior VPL (MIRANDA et al., 2014). A TIR é a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL a zero (VIRGENS; FREITAS; LEITE, 2016). De acordo com Virgens, Freitas e Leite (2016), pode-se dizer que, de forma geral, quando a razão  $B/C > 1$ , o VPL é maior que zero e a TIR é maior que a taxa do projeto. Vitale e Miranda (2010) mostram que a relação entre a taxa de juros e o VPL é inversa, ou seja, quanto maior a taxa de juros, menor o VPL e vice-versa.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica e operacional de um povoamento de eucalipto manejado por diferentes métodos de desbrota.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma fazenda da COMIGO Florestal, no município de Rio Verde - GO. O clima regional é monçônico, do tipo tropical de savana (Aw) de acordo com a classificação climática de Köppen, com estação seca que vai de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. A temperatura média anual varia entre 20 a 25°C e a precipitação média anual é de aproximadamente 1700 mm. No local onde foi instalado o experimento o solo é classificado como Latossolo (EMBRAPA, 2006).

Para o desenvolvimento deste estudo foi utilizado um talhão florestal, plantado com o clone 3334, da empresa plantar, de um híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, em espaçamento 2,2 m x 3,25 m, com densidade populacional de 1500 árvores por hectare. O plantio foi realizado em dezembro de 2007 e a colheita mecanizada ocorreu em abril de 2014. No plantio a adubação foi de 400 kg ha<sup>-1</sup> de 5-25-5 + 0,5% Cu e Zn. Durante a rotação os tratamentos silviculturais aplicados consistiram de aplicação de herbicida com barra protegida (conceição), três adubações de cobertura com 15-00-15 + 0,6% B na dosagem de 280, 350, 360 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Também foi realizado controle de formigas, uma vez por ano com isca formicida, e aplicações de herbicida visando manter a cultura livre de matocompetição.

Para avaliação dos métodos de talhadia, o experimento foi conduzido utilizando o delineamento em blocos casualizados, com dois tratamentos (desbrota convencional e desbrota precoce) e quatro repetições. Foram 8 parcelas compostas por 112 árvores (8 linhas de 14 árvores), onde foi usada bordadura dupla afim de minimizar efeitos externos da parcela. Totalizando assim para o estudo uma área útil de 280 m<sup>2</sup> sendo 40 árvores do centro da parcela (4 linhas de 10 árvores). Foi feito um censo no experimento antes e depois das intervenções de desbrota precoce e convencional afim de comparar a sobrevivência antes e depois das intervenções de desbrota.

A aplicação dos tratamentos de desbrota ocorreu em agosto de 2014 e a desbrota convencional foi feita em abril de 2015 totalizando quatro e doze meses,

respectivamente, após o corte raso da floresta. Na operação deixou-se 1 broto por cepa e quando ocorreu falha foram deixados 2 brotos por cepa.

## **2.2 VIABILIDADE OPERACIONAL**

Para análise de viabilidade operacional de desbrota precoce e desbrota convencional foi cronometrado o tempo que um operador precisou para realizar cada operação de desbrota. Para que não houvesse interferência pessoal de caráter produtivo, as desbrotas foram realizadas por apenas um trabalhador, sendo esse responsável pela execução da desbrota precoce e posteriormente da desbrota convencional. A desbrota precoce, devido ao baixo diâmetro dos brotos, foi realizada com uma ferramenta simples e de fácil manuseio, cavadeira de uma só folha. Já para a desbrota convencional foram necessárias ferramentas mais pesadas, foi feita com ajuda de um machado, em algumas ocasiões com uso de foice. Como as operações nos tratamentos foram realizadas em épocas distintas não houve preocupação com o descanso do trabalhador, sendo assim uma operação não sofreu interferência da outra.

Assim, a diferença estatística entre os tratamentos se deu para o método que gastou menor tempo em sua execução, sendo este o método mais viável operacionalmente.

## **2.3 VIABILIDADE ECONÔMICA**

Os dados para composição do estudo foram obtidos junto à Cooperativa Agroindustrial do Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (COMIGO), onde foram computados todos os gastos pertinentes nas operações de desbrota, como insumos, mão de obra, operações, etc. O volume produzido e a análise econômica foram calculados através dos softwares SisEucalipto® e Planin® desenvolvidos pela Embrapa.

### 2.3.1 Custos da Talhadia

A Tabela 4 apresenta um relatório de custos com as operações de desbrota precoce e convencional, mão de obra e insumos usados para manutenção da talhadia até o sexto ano. Para desbrota precoce, foram realizadas duas desbrotas, sendo uma aos 4 meses pós corte raso e outra desbrota posterior para retirada de brotos ladrões. Para herbicida foi considerado os custos de hora máquina, herbicida glifosato e óleo mineral, sendo 120 reais a hora máquina e foi gasto pelo operador em média uma hora por hectare para aplicação do produto. O herbicida teve um custo de 15 reais por litro e foi aplicado 6,5 litros por hectare juntamente com um litro de óleo mineral que custou R\$ 6,20. Na adubação foi aplicado 350 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 15-00-15 + 0,5% B com o custo de R\$ 922 a tonelada do adubo e R\$ 80 a hora máquina, sendo gasto uma hora por hectare na aplicação. No combate a formiga teve-se um custo de R\$ 30 ha<sup>-1</sup> para aplicação da isca formicida e R\$ 16 de isca por ha<sup>-1</sup>, totalizando R\$ 46 ha ano<sup>-1</sup>, e para administração da floresta o custo foi de R\$ 300 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

**Tabela 4.** Custos da talhadia do clone 3334, de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* ao aplicar desbrota precoce e convencional aos 17 meses após a exploração florestal.

| Desbrota Precoce |            |            |           |          |                      |               |          |
|------------------|------------|------------|-----------|----------|----------------------|---------------|----------|
| IDADE            | Desbrota 1 | Desbrota 2 | Herbicida | Adubação | Controle de formigas | Administração | Total    |
| 0                | 400,00     | 200,00     | 223,70    | 402,50   | 46,00                | 300,00        | 1.572,20 |
| 1                | 0,00       | 0,00       | 0,00      | 0,00     | 46,00                | 300,00        | 346,00   |
| 2                | 0,00       | 0,00       | 0,00      | 0,00     | 46,00                | 300,00        | 346,00   |
| 3                | 0,00       | 0,00       | 0,00      | 0,00     | 46,00                | 300,00        | 346,00   |
| 4                | 0,00       | 0,00       | 0,00      | 0,00     | 46,00                | 300,00        | 346,00   |
| 5                | 0,00       | 0,00       | 0,00      | 0,00     | 46,00                | 300,00        | 346,00   |
| 6                | 0,00       | 0,00       | 0,00      | 0,00     | 46,00                | 300,00        | 346,00   |

| Desbrota Convencional |            |           |          |                      |               |          |
|-----------------------|------------|-----------|----------|----------------------|---------------|----------|
| IDADE                 | Desbrota 1 | Herbicida | Adubação | Controle de formigas | Administração | Total    |
| 0                     | 400,00     | 223,70    | 402,50   | 46,00                | 300,00        | 1.372,20 |
| 1                     | 0,00       | 0,00      | 0,00     | 46,00                | 300,00        | 346,00   |
| 2                     | 0,00       | 0,00      | 0,00     | 46,00                | 300,00        | 346,00   |
| 3                     | 0,00       | 0,00      | 0,00     | 46,00                | 300,00        | 346,00   |
| 4                     | 0,00       | 0,00      | 0,00     | 46,00                | 300,00        | 346,00   |
| 5                     | 0,00       | 0,00      | 0,00     | 46,00                | 300,00        | 346,00   |
| 6                     | 0,00       | 0,00      | 0,00     | 46,00                | 300,00        | 346,00   |

### **2.3.2 Cálculo do volume através software SisEucalipto®**

Para simulação do inventário e prognose foram fornecidos para o software os dados de número de árvores por hectare, idade da floresta e área basal por hectare. Com a ajuda desses softwares foi possível fazer várias análises de viabilidade econômica, como taxa mínima de atratividade (TMA), valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), razão custo benefício (B/C) e ainda uma análise de sensibilidade demonstrando várias receitas variando de acordo com preço da floresta em pé e custo para realização das desbrotas.

### **2.3.3 Cálculo da análise de viabilidade econômica através do software Planin®**

O Planin® possibilita o cálculo dos parâmetros de avaliação econômico-financeira e a análise de sensibilidade da rentabilidade a diferentes taxas de atratividade. Ainda considera os diversos segmentos de custos operacionais de implantação, manutenção e exploração florestal. Como resultado, fornece fluxos de caixa, análise de sensibilidade e critérios de análise econômico-financeira mais utilizados. Para os cálculos de viabilidade econômica no software Planin® foram fornecidos os custos (insumos, mão de obra, operações, etc...), o volume fornecido através do software SisEucalipto® e o preço médio praticado na região para floresta de eucalipto em pé.

### **2.3.4 Fluxo de Receitas**

Utilizou-se o modelo de fluxo de receita descontado, o qual considera a variação que o dinheiro possui ao longo do tempo por conta dos juros aplicados a cada investimento. Com base nos custos totais com desbrota e manutenção florestal,

preços de madeira e produtividade, foram elaborados os fluxos de receitas para os investimentos comparando desbrota precoce e convencional.

### 2.3.5 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

A TMA utilizada no presente trabalho foi de 8,75% a.a., a mesma utilizada como pagamento dos juros por empréstimos junto à linha de financiamento do Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO) no Programa de Agricultura de Baixo Carbono (ABC) no ano de 2016.

### 2.3.6 Valor Presente Líquido (VPL)

Expresso em valores monetários e largamente utilizado para medir a eficiência econômica de um investimento, foi obtido através da soma algébrica dos valores, descontados do fluxo de caixa, segundo a taxa mínima de atratividade adotada. O VPL foi calculado utilizando-se a equação:

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

$R_j$  = valor atual das receitas;

$C_j$  = valor atual dos custos;

$i$  = taxa de juros;

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

$n$  = número de períodos ou duração do projeto.

### 2.3.7 Taxa Interna de Retorno (TIR)

É a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL a zero. Fornece a taxa da real rentabilidade do investimento e por essa razão é considerada a taxa interna do empreendimento. Em

relação ao critério de viabilidade, o projeto será viável quando a TIR for superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), conforme a equação:

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

TIR = taxa interna de retorno;

R<sub>j</sub> = valor atual das receitas;

C<sub>j</sub> = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

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

n = número de períodos ou duração do projeto.

### 2.3.8 Razão Custo Benefício (B/C)

Consiste em um critério que estabelece a relação entre o valor atual das receitas e o valor atual dos custos, quando a razão B/C > 1 o VPL é maior que zero e a TIR é maior que a taxa do projeto.

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

R<sub>j</sub> = valor atual das receitas;

C<sub>j</sub> = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

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

n = número de períodos ou duração do projeto.

### 2.3.9 Análise de Sensibilidade

Comportamento que acontece quando variam os custos do projeto e os preços de venda da floresta. Assim procedeu-se uma análise de sensibilidade de forma a projetar possíveis cenários que possam contextualizar uma situação real. Considerou-

se uma variação de -20% a +60% no custo das operações de desbrotas, para os preços de floresta em pé de R\$ 30, 40 e 50 m<sup>-3</sup>, com taxas de sobrevivência de 100, 95, 90, 85, 80, 75 e 70%. Para a taxa de juros utilizou-se índices de 2 a 20% ao ano com intervalos de 2%. A análise de sensibilidade foi projetada para os seguintes indicadores: Valor Presente Líquido (VPL) e Relação Custo Benefício (B/C).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 VIABILIDADE OPERACIONAL ENTRE OS MÉTODOS DE DESBROTA CONVENCIONAL E PRECOCE

Houve diferença estatística significativa pelo teste de t de Student a 5% de probabilidade entre os tratamentos desbrota precoce e desbrota convencional (Tabela 5).

**Tabela 5.** Tempo gasto e custo para o clone 3334, de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, ao aplicar desbrota precoce e convencional aos 17 meses após a exploração florestal.

|                   | Desbrota Precoce | Desbrota Convencional |
|-------------------|------------------|-----------------------|
| Cepa (minutos)    | 00:01:18*        | 00:02:50              |
| Parcela (horas)   | 00:49:56*        | 01:45:00              |
| Hectare (diárias) | 3,68*            | 7,81                  |

\*Houve diferença estatística significativa entre os tratamentos desbrota precoce e desbrota convencional.

A desbrota precoce apresentou maior viabilidade operacional comparada à desbrota convencional, gastando em média 1 minuto e 18 segundos por planta desbrotada, enquanto que na desbrota convencional foi gasto em média 2 minutos e 50 segundos por planta desbrotada. Diferença que se torna mais evidente quando se compara esses resultados usando diárias gastas para realizar cada operação por hectare. Sendo que esse mesmo funcionário gastaria 7,81 diárias por hectare para realizar a operação de desbrota convencional e apenas 3,68 diárias por hectare para realizar a operação de desbrota precoce. Sabendo-se que a cooperativa COMIGO paga atualmente pelas desbrotas R\$ 400,00 ha<sup>-1</sup>, igualmente para desbrota precoce e convencional na primeira intervenção, e para a desbrota precoce há necessidade de mais uma intervenção por conta da emissão de brotos ladrões com o custo de R\$ 200 ha<sup>-1</sup>, o trabalho pode ajudar na negociação destas terceirizações, sendo que na

operação o tratamento desbrota precoce traz uma economia de 50,5% no tempo gasto, quando comparado ao tratamento de desbrota convencional. Seixas, Barbosa e Rummer (2004) consideram o estudo de tempos e movimentos uma técnica muito importante no desenvolvimento de operações florestais, pois o tempo consumido para cada um dos elementos do ciclo operacional permite a organização do trabalho, deduzir a produtividade e o custo por unidade produzida.

## **3.2 VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE OS MÉTODOS DE DESBROTA CONVENCIONAL E PRECOCE**

### **3.2.1 Volume obtido através do software SisEucalipto®**

A desbrota precoce apresentou maior volume de acordo com a prognose feita através do software SisEucalipto® (Tabela 6). Com a sobrevivência de cada experimento, sendo 88,01% para a desbrota precoce e 72,54% para a desbrota convencional, a desbrota precoce se mostrou superior com ganho de  $22,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , que corresponde à um incremento de 9,8% por optar pela desbrota precoce no eucalipto. Mesmo com o mesmo número de árvores por hectare a desbrota precoce se mostrou superior a desbrota convencional no que tange ao volume de madeira por hectare. Castro et al. (2013), trabalhando com crescimento e produção de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, encontraram área basal de  $27,2 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  corroborando com os resultados encontrados no trabalho.

**Tabela 6.** Dados de prognose do clone 3334, de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, ao aplicar desbrota precoce e convencional calculados a partir do software SisEucalipto®.

| Desbrota precoce      |                |              |                                       |   |
|-----------------------|----------------|--------------|---------------------------------------|---|
| Sobrevivência (%)     | DAP médio (cm) | HT médio (m) | AB (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ) | Volume (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) |
| 100                   | 16,1           | 22,4         | 27,5                                  | 240,1                                     |
| 95                    | 16,3           | 22,4         | 27,1                                  | 236,8                                     |
| 90                    | 16,6           | 22,5         | 26,6                                  | 233,3                                     |
| <b>88,01</b>          | <b>16,7</b>    | <b>22,5</b>  | <b>26,4</b>                           | <b>231,8</b>                              |
| 85                    | 16,9           | 22,5         | 26,2                                  | 229,6                                     |
| 80                    | 17,3           | 22,5         | 25,7                                  | 225,6                                     |
| 75                    | 17,6           | 22,6         | 25,1                                  | 221,4                                     |
| 70                    | 18             | 22,6         | 24,6                                  | 216,9                                     |
| Desbrota convencional |                |              |                                       |   |
| Sobrevivência (%)     | DAP médio (cm) | HT médio (m) | AB (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ) | Volume (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) |
| 100                   | 15,8           | 22,4         | 26,4                                  | 230,6                                     |
| 95                    | 16             | 22,4         | 26                                    | 227,3                                     |
| 90                    | 16,3           | 22,5         | 25,5                                  | 223,7                                     |
| 85                    | 16,6           | 22,5         | 25                                    | 219,8                                     |
| 80                    | 16,9           | 22,5         | 24,5                                  | 215,7                                     |
| 75                    | 17,2           | 22,6         | 24                                    | 211,4                                     |
| <b>72,54</b>          | <b>17,4</b>    | <b>22,6</b>  | <b>23,7</b>                           | <b>209,1</b>                              |
| 70                    | 17,6           | 22,6         | 23,4                                  | 206,8                                     |

DAP – Diâmetro a 1,30 do solo; HT – Altura total da árvore; AB – Área basal; dados em negrito representam a sobrevivência encontrada no tratamento aos 17 meses após operação de colheita.

### 3.2.2 Fluxo de Receitas

A Tabela 7 apresenta as receitas descontadas para o ano zero, a uma taxa de 8,75% a.a., com preço da floresta em pé a R\$ 40,00 m<sup>-3</sup> e o volume final estimado através do software SisEucalipto®, para os dois tratamentos, desbrota precoce e convencional.

**Tabela 7.** Receitas para talhadia do clone 3334, de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, ao aplicar desbrota precoce e convencional calculados através do software Planin®.

| Desbrota Precoce      |                |              |                        |                      |
|-----------------------|----------------|--------------|------------------------|----------------------|
| Ano                   | Receitas (R\$) | Custos (R\$) | Receita Presente (R\$) | Custo Presente (R\$) |
| 0                     | 0,00           | 1.572,20     | 0,00                   | 1.572,20             |
| 1                     | 0,00           | 346,00       | 0,00                   | 318,16               |
| 2                     | 0,00           | 346,00       | 0,00                   | 292,56               |
| 3                     | 0,00           | 346,00       | 0,00                   | 269,02               |
| 4                     | 0,00           | 346,00       | 0,00                   | 247,38               |
| 5                     | 0,00           | 346,00       | 0,00                   | 227,47               |
| 6                     | 9.272,00       | 346,00       | 5.605,29               | 209,17               |
| Desbrota Convencional |                |              |                        |                      |
| Ano                   | Receitas (R\$) | Custos (R\$) | Receita Presente (R\$) | Custo Presente (R\$) |
| 0                     | 0,00           | 1.372,20     | 0,00                   | 1.372,20             |
| 1                     | 0,00           | 346,00       | 0,00                   | 318,16               |
| 2                     | 0,00           | 346,00       | 0,00                   | 292,56               |
| 3                     | 0,00           | 346,00       | 0,00                   | 269,02               |
| 4                     | 0,00           | 346,00       | 0,00                   | 247,38               |
| 5                     | 0,00           | 346,00       | 0,00                   | 227,47               |
| 6                     | 8.364,00       | 346,00       | 5.056,37               | 209,17               |

A desbrota precoce apresenta um custo maior, que foi de R\$ 3.135,96 ha<sup>-1</sup>, comparado com desbrota convencional, que foi de R\$ 2.935,96 ha<sup>-1</sup>. Essa diferença está em uma operação adicional por conta da emissão de brotos (brotos ladrões) após a primeira operação de desbrota precoce, sendo que pelo tamanho e formato da copa das árvores não tem como eliminar os brotos com ajuda herbicida, como é feito na desbrota convencional. Assim, a desbrota precoce parece ser uma escolha mais onerosa. Mas quando se leva em conta os benefícios que se traz trabalhando com a desbrota precoce, como, uma floresta mais produtiva e maior agilidade na operação. A desbrota precoce mostra uma receita superior ao fim do sexto ano comparado com a desbrota convencional mesmo trazendo maiores custos, em virtude de uma maior produção de madeira por hectare (Tabela 7).

Os custos para o sistema de talhadia se mostraram menores comparado aos preços encontrados por Carmo et al. (2011) e Virgens et al. (2015) que trabalharam com o sistema de alto fuste, com o custo de R\$ 3.774,52 ha<sup>-1</sup> e R\$ 3.840,01 ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

### 3.2.3 Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Razão Benefício/Custo (B/C)

Analisando a viabilidade através da VPL, B/C e TIR, os dois tratamentos, desbrota precoce e desbrota convencional, se mostraram viáveis para a região do estudo com a madeira sendo vendida a R\$ 40 m<sup>-3</sup>, com uma taxa de juros de 8,75%. Sendo que a desbrota precoce mostrou maior viabilidade, trazendo valores de VPL, B/C e TIR maior quando comparado com a desbrota convencional.

**Tabela 8.** Valor presente líquido, razão benefício/custo e taxa interna de retorno do clone 3334, de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, ao aplicar desbrota precoce e convencional.

|  | Desbrota precoce | Desbrota Convencional |
|--|------------------|-----------------------|
| Valor Presente Líquido (R\$ ha <sup>-1</sup> ) | 2.469,32         | 2.120,40              |
| Razão Benefício/Custo                          | 1,79             | 1,72                  |
| Taxa Interna de Retorno (%)                    | 23,34            | 22,71                 |

Silva et al. (2005) afirmam que o VPL é um dos métodos mais utilizados, que apresenta menos falhas e na maioria das situações conduz o resultado correto. O VPL encontrado aproxima-se dos encontrados por Oliveira et al. (2008), que avaliou o retorno econômico de plantios de *Eucalyptus grandis* em sítios com produtividade elevada e uma taxa de juros de 6% a.a., encontrando um VPL médio de R\$ 2.493,31 ha<sup>-1</sup> para o alto fuste no espaçamento 3 m x 3 m e Virgens et al. (2015) que estudou uma floresta de eucalipto clonal no estado da Bahia, com espaçamento 3 m x 3m e encontrou um VPL R\$ 1.279,01 ha<sup>-1</sup>. Embora o VPL apareça com valor maior é possível dizer que o trabalho obteve uma maior viabilidade, se igualar as taxas de juros do presente trabalho que é de 8,75% a.a. para 6% a.a. que é a taxa de juros utilizado por Oliveira et al. (2008) e Virgens et al. (2015). A desbrota precoce apresentou maior incremento, portanto uma maior TIR (Tabela 8), se mostrando superior comparado ao tratamento convencional de desbrota, sendo que, o projeto que apresenta o maior valor da TIR é o projeto economicamente mais atraente (PEREIRA; ALMEIDA, 2008).

### 3.2.4 Análise de Sensibilidade

As Tabelas 9, 10 e 11 mostram a análise de sensibilidade simulando uma porcentagem de sobrevivência de 100 a 70% com intervalo de 5% com preços de R\$ 30, 40 e 50 m<sup>-3</sup> de floresta em pé. Sabendo que a desbrota precoce traz uma economia na jornada de trabalho, mostrada no tópico 3.1 deste trabalho, de 50,5%, foi calculado as operações de desbrota precoce e convencional com acréscimos no custo para as operações de desbrota de 20, 15, 10 e 5% e descontos nas operações de desbrota de 10, 20, 30, 40, 50 e 60%, simulando a rentabilidade que traria cada tratamento com vários índices de sobrevivência.

**Tabela 9.** Análise de sensibilidade simulando uma porcentagem de sobrevivência de 100 a 70% com intervalo de 5% com preços de R\$ 30,00 m<sup>-3</sup> de floresta em pé para o clone 3334 de eucalipto.

| Precoce                      |            | Sobrevivência % |                 |                 |                 |               |               |               |
|------------------------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
|                              |            | 100             | 95              | 90              | 85              | 80            | 75            | 70            |
| Variação custo da desbrota % | 20         | 1.098,53        | 1.038,68        | 975,2           | 908,1           | 835,56        | 759,38        | 677,77        |
|                              | 15         | 1.128,53        | 1.068,68        | 1005,2          | 938,1           | 865,56        | 789,38        | 707,77        |
|                              | 10         | 1.158,53        | 1.098,68        | 1035,2          | 968,1           | 895,56        | 819,38        | 737,77        |
|                              | 5          | 1.188,53        | 1.128,68        | 1.065,20        | 998,10          | 925,56        | 849,38        | 767,77        |
|                              | <b>VPL</b> | <b>1.218,53</b> | <b>1.158,68</b> | <b>1.095,20</b> | <b>1.028,10</b> | <b>955,56</b> | <b>879,38</b> | <b>797,77</b> |
|                              | -10        | 1.278,53        | 1.218,68        | 1155,2          | 1088,1          | 1015,56       | 939,38        | 857,77        |
|                              | -20        | 1.338,53        | 1.278,68        | 1215,2          | 1148,1          | 1075,56       | 999,38        | 917,77        |
|                              | -30        | 1.398,53        | 1.338,68        | 1275,2          | 1208,1          | 1135,56       | 1059,38       | 977,77        |
|                              | -40        | 1.458,53        | 1.398,68        | 1335,2          | 1268,1          | 1195,56       | 1119,38       | 1037,77       |
|                              | -50        | 1.518,53        | 1.458,68        | 1395,2          | 1328,1          | 1255,56       | 1179,38       | 1097,77       |
|                              | -60        | 1.578,53        | 1.518,68        | 1455,2          | 1388,1          | 1315,56       | 1239,38       | 1157,77       |
| Convencional                 |            | Sobrevivência % |                 |                 |                 |               |               |               |
|                              |            | 100             | 95              | 90              | 85              | 80            | 75            | 70            |
| Variação custo da desbrota % | 20         | 1166,24         | 1106,39         | 1041,1          | 970,37          | 896,01        | 818,02        | 734,6         |
|                              | 15         | 1186,24         | 1126,39         | 1061,1          | 990,37          | 916,01        | 838,02        | 754,6         |
|                              | 10         | 1206,24         | 1146,39         | 1081,1          | 1010,37         | 936,01        | 858,02        | 774,6         |
|                              | 5          | 1226,24         | 1166,39         | 1101,1          | 1030,37         | 956,01        | 878,02        | 794,6         |
|                              | <b>VPL</b> | <b>1.246,24</b> | <b>1.186,39</b> | <b>1.121,10</b> | <b>1.050,37</b> | <b>976,01</b> | <b>898,02</b> | <b>814,6</b>  |
|                              | -10        | 1286,24         | 1226,39         | 1161,1          | 1090,37         | 1016,01       | 938,02        | 854,6         |
|                              | -20        | 1326,24         | 1266,39         | 1201,1          | 1130,37         | 1056,01       | 978,02        | 894,6         |
|                              | -30        | 1366,24         | 1306,39         | 1241,1          | 1170,37         | 1096,01       | 1018,02       | 934,6         |
|                              | -40        | 1406,24         | 1346,39         | 1281,1          | 1210,37         | 1136,01       | 1058,02       | 974,6         |
|                              | -50        | 1446,24         | 1386,39         | 1321,1          | 1250,37         | 1176,01       | 1098,02       | 1014,6        |
|                              | -60        | 1486,24         | 1426,39         | 1361,1          | 1290,37         | 1216,01       | 1138,02       | 1054,6        |

**Tabela 10.** Análise de sensibilidade simulando uma porcentagem de sobrevivência de 100 a 70% com intervalo de 5% com preços de R\$ 40,00 m<sup>-3</sup> de floresta em pé para o clone 3334 de eucalipto.

| Precoce                      |            | Sobrevivência % |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                              |            | 100             | 95              | 90              | 85              | 80              | 75              | 70              |
| Variação Custo da desbrota % | 20         | 2.550,03        | 2.470,23        | 2385,59         | 2296,12         | 2199,4          | 2097,83         | 1981,76         |
|                              | 15         | 2.580,03        | 2.500,23        | 2415,59         | 2326,12         | 2229,4          | 2127,83         | 2011,76         |
|                              | 10         | 2.610,03        | 2.530,23        | 2445,59         | 2356,12         | 2259,4          | 2157,83         | 2041,76         |
|                              | 5          | 2.640,03        | 2.560,23        | 2.475,59        | 2.386,12        | 2.289,40        | 2.187,83        | 2.071,76        |
|                              | <b>VPL</b> | <b>2.670,03</b> | <b>2.590,23</b> | <b>2.505,59</b> | <b>2.416,12</b> | <b>2.319,40</b> | <b>2.217,83</b> | <b>2.101,76</b> |
|                              | -10        | 2.730,03        | 2.650,23        | 2565,59         | 2476,12         | 2379,4          | 2277,83         | 2161,76         |
|                              | -20        | 2.790,03        | 2.710,23        | 2625,59         | 2536,12         | 2439,4          | 2337,83         | 2221,76         |
|                              | -30        | 2.850,03        | 2.770,23        | 2685,59         | 2596,12         | 2499,4          | 2397,83         | 2281,76         |
|                              | -40        | 2.910,03        | 2.830,23        | 2745,59         | 2656,12         | 2559,4          | 2457,83         | 2341,76         |
|                              | -50        | 2.970,03        | 2.890,23        | 2805,59         | 2716,12         | 2619,4          | 2517,83         | 2401,76         |
|                              | -60        | 3.030,03        | 2.950,23        | 2865,59         | 2776,12         | 2679,4          | 2577,83         | 2461,76         |
| Convencional                 |            | Sobrevivência % |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|                              |            | 100             | 95              | 90              | 85              | 80              | 75              | 70              |
| Variação Custo da desbrota % | 20         | 2560,3          | 2480,5          | 2299,14         | 2299,14         | 2200            | 2096,02         | 1984,78         |
|                              | 15         | 2580,3          | 2500,5          | 2319,14         | 2319,14         | 2220            | 2116,02         | 2004,78         |
|                              | 10         | 2600,3          | 2520,5          | 2339,14         | 2339,14         | 2240            | 2136,02         | 2024,78         |
|                              | 5          | 2620,3          | 2540,5          | 2359,14         | 2359,14         | 2260            | 2156,02         | 2044,78         |
|                              | <b>VPL</b> | <b>2.640,30</b> | <b>2.560,50</b> | <b>2.379,14</b> | <b>2.379,14</b> | <b>2.280,00</b> | <b>2.176,02</b> | <b>2.064,78</b> |
|                              | -10        | 2680,3          | 2600,5          | 2419,14         | 2419,14         | 2320            | 2216,02         | 2104,78         |
|                              | -20        | 2720,3          | 2640,5          | 2459,14         | 2459,14         | 2360            | 2256,02         | 2144,78         |
|                              | -30        | 2760,3          | 2680,5          | 2499,14         | 2499,14         | 2400            | 2296,02         | 2184,78         |
|                              | -40        | 2800,3          | 2720,5          | 2539,14         | 2539,14         | 2440            | 2336,02         | 2224,78         |
|                              | -50        | 2840,3          | 2760,5          | 2579,14         | 2579,14         | 2480            | 2376,02         | 2264,78         |
|                              | -60        | 2880,3          | 2800,5          | 2619,14         | 2619,14         | 2520            | 2416,02         | 2304,78         |

**Tabela 11.** Análise de sensibilidade simulando uma porcentagem de sobrevivência de 100 a 70% com intervalo de 5% com preços de R\$ 50,00 m<sup>-3</sup> de floresta em pé para o clone 3334 de eucalipto.

|                              | Precoce      | Sobrevivência % |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                              |              | 100             | 95              | 90              | 85              | 80              | 75              | 70              |
| Variação Custo da desbrota % | 20           | 4.001,53        | 3.901,78        | 3795,98         | 3684,14         | 3563,24         | 2867,59         | 3291,19         |
|                              | 15           | 4.031,53        | 3.931,78        | 3825,98         | 3714,14         | 3593,24         | 2897,59         | 3321,19         |
|                              | 10           | 4.061,53        | 3.961,78        | 3855,98         | 3744,14         | 3623,24         | 2927,59         | 3351,19         |
|                              | 5            | 4.091,53        | 3.991,78        | 3.885,98        | 3.774,14        | 3.653,24        | 2.957,59        | 3.381,19        |
|                              | <b>VPL</b>   | <b>4.121,53</b> | <b>4.021,78</b> | <b>3.915,98</b> | <b>3.804,14</b> | <b>3.683,24</b> | <b>3.556,28</b> | <b>3.411,19</b> |
|                              | -10          | 4.181,53        | 4.081,78        | 3975,98         | 3864,14         | 3743,24         | 3616,28         | 3471,19         |
|                              | -20          | 4.241,53        | 4.141,78        | 4035,98         | 3924,14         | 3803,24         | 3676,28         | 3531,19         |
|                              | -30          | 4.301,53        | 4.201,78        | 4095,98         | 3984,14         | 3863,24         | 3736,28         | 3591,19         |
|                              | -40          | 4.361,53        | 4.261,78        | 4155,98         | 4044,14         | 3923,24         | 3796,28         | 3651,19         |
|                              | -50          | 4.421,53        | 4.321,78        | 4215,98         | 4104,14         | 3983,24         | 3856,28         | 3711,19         |
|                              | -60          | 4.481,53        | 4.381,78        | 4275,98         | 4164,14         | 4043,24         | 3916,28         | 3771,19         |
|                              | Convencional | Sobrevivência % |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|                              |              | 100             | 95              | 90              | 85              | 80              | 75              | 70              |
| Variação Custo da desbrota % | 20           | 3954,37         | 3854,62         | 3745,8          | 3627,92         | 3503,99         | 3374,01         | 3234,97         |
|                              | 15           | 3974,37         | 3874,62         | 3765,8          | 3647,92         | 3523,99         | 3394,01         | 3254,97         |
|                              | 10           | 3994,37         | 3894,62         | 3785,8          | 3667,92         | 3543,99         | 3414,01         | 3274,97         |
|                              | 5            | 4014,37         | 3914,62         | 3805,8          | 3687,92         | 3563,99         | 3434,01         | 3294,97         |
|                              | <b>VPL</b>   | <b>4.034,37</b> | <b>3.934,62</b> | <b>3.825,80</b> | <b>3.707,92</b> | <b>3.583,99</b> | <b>3.454,01</b> | <b>3.314,97</b> |
|                              | -10          | 4074,37         | 3974,62         | 3865,8          | 3747,92         | 3623,99         | 3494,01         | 3354,97         |
|                              | -20          | 4114,37         | 4014,62         | 3905,8          | 3787,92         | 3663,99         | 3534,01         | 3394,97         |
|                              | -30          | 4154,37         | 4054,62         | 3945,8          | 3827,92         | 3703,99         | 3574,01         | 3434,97         |
|                              | -40          | 4194,37         | 4094,62         | 3985,8          | 3867,92         | 3743,99         | 3614,01         | 3474,97         |
|                              | -50          | 4234,37         | 4134,62         | 4025,8          | 3907,92         | 3783,99         | 3654,01         | 3514,97         |
|                              | -60          | 4274,37         | 4174,62         | 4065,8          | 3947,92         | 3823,99         | 3694,01         | 3554,97         |

Com as mesmas taxas de sobrevivência a desbrota convencional mostrou uma VPL mais viável comparada a desbrota precoce, trabalhando com o preço da floresta em pé a R\$ 30,00 m<sup>-3</sup>, por conta do custo de operação adicional para retirada de brotos ladrões. Pode-se observar que por mais que a desbrota precoce traga uma maior produção, quando a madeira for vendida a R\$ 30,00 m<sup>-3</sup> ela não se paga, tornando-se inviável quando comparada a desbrota convencional. Com as mesmas taxas de sobrevivência a desbrota precoce mostrou uma leve superioridade no VPL comparada a desbrota convencional, trabalhando com o preço da floresta em pé a R\$ 40,00 m<sup>-3</sup>, observando assim que com maior preço, é justificável trabalhar com a desbrota precoce. Ainda comparando os tratamentos com as mesmas taxas de

sobrevivência a desbrota precoce se mostrou mais viável, de acordo com a VPL encontrada com o preço da floresta em pé a R\$ 50,00 m<sup>-3</sup>.

A produtividade dos povoamentos é muito variável entre os produtores rurais, devido aos seguintes fatores: condições edafoclimáticas diversificadas, práticas de implantação e condução dos reflorestamentos variáveis, fatores intrínsecos a produção de mudas oriundas de sementes (REZENDE et al., 2006), material genético, incidência de pragas, doenças, entre outros. Além disso, os preços dos produtos florestais estão sujeitos a flutuações do mercado (COELHO et al., 2016). Desta forma, tanto a produtividade dos plantios quanto o preço praticado na comercialização da produção florestal são determinantes na lucratividade de reflorestamentos de eucalipto.

Virgens et al. (2016), fazendo uma análise de sensibilidade no preço da madeira, onde considerou as variações de R\$ 35, 40 e 45 m<sup>-3</sup>, observaram que a diminuição dos valores proporcionou retrações dos indicadores, justamente por retratar parâmetros referentes à receita.

Cordeiro et al. (2010), estudando o efeito da elasticidade das variáveis preço, produtividade, taxa de juros, custo de colheita e implantação sobre o VPL de projetos florestais destinados a produção de carvão e madeira para celulose, afirmam que o preço e produtividade são nesta ordem, componentes de maior importância na viabilidade financeira destes projetos. Coelho et al. (2016), trabalhando com a variação para mais e para menos no preço da madeira, verificaram uma influência em maior grau no VPL dos investimentos, comparativamente ao aumento e redução da produtividade e custo dos plantios.

Rezende et al. (2006), estudando viabilidade de reflorestamento de eucalipto, concluíram que a venda da floresta em pé constitui-se em uma alternativa rentável para qualquer variação de preço e produtividade atribuídas e simuladas, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

## **4 CONCLUSÕES**

Assim, com a adoção da nova metodologia aplicada nesse trabalho, a empresa COMIGO pode economizar 50,5% na condução de rebrota de suas florestas, utilizando a desbrota precoce como tratamento padrão das fazendas.

Na ocasião, pode-se concluir que o tratamento desbrota precoce é mais viável economicamente que o tratamento desbrota tradicional, sendo que apresenta maiores resultados para valor presente líquido, razão benefício/custo e taxa interna de retorno.

Os custos operacionais de desbrota podem refletir diretamente na viabilidade da floresta.

Para região do sudoeste goiano o plantio de florestas voltado para produção de energia, secagem de grãos, ou seja, lenha em geral, apresenta viabilidade trazendo renda para o produtor que escolher o ramo como investimento.

## **5 AGRADECIMENTOS**

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos.

A COMIGO - Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano pela parceria e apoio no trabalho realizado.

## 6 REFERÊNCIAS

ALVES, José Urbano et al. Avaliação dos fatores humanos de trabalho em viveiros florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 127-133, dez. 2002.

BRITTO, Pedro Caldas et al. Fatores humanos e condições de trabalho em atividades de implantação e manutenção florestal. **Floram**, Seropédica, v. 22, n. 4, p. 503-511, dez. 2015.

CARMO, Flávio Cipriano de Assis do et al. Análise de custos da implantação de cultivos de eucalipto em áreas acidentadas no sul do Espírito Santo. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 473-479, dez. 2011.

CASTRO, Renato Vinícius Oliveira et al. Crescimento e produção de plantios comerciais de eucalipto estimados por duas categorias de modelos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 3, p. 287-295, mar. 2013.

COELHO, Rogger Miranda et al. Avaliação econômica do uso da madeira de eucalipto para diferentes finalidades, na região do Alto Jequitinhonha, MG. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 155-164, jun. 2016.

CORDEIRO, Sidney Araújo et al. Contribuição do fomento do órgão florestal de Minas Gerais na lucratividade e na redução de riscos para produtores rurais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 367-376, jan. 2010.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p.

FIEDLER, Nilton César et al. Viabilidade técnica e econômica de plantios comerciais em áreas acidentadas no sul do Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 745-753, dez. 2011.

IBÁ - Indústria Brasileira De Árvores, **Anuário estatístico IBÁ 2015, ano base 2014**. Brasília: IBÁ, 2015.

MELLO FILHO, Olavo Arruda; SANT'ANNA, Cleverson de Mello. Aspectos ergonômicos da desbrota de eucalipto com motorroçadeira. In: Simpósio brasileiro sobre ergonomia e segurança do trabalho florestal e agrícola, 1., 2000, Belo Horizonte. **Anais...** . Belo Horizonte: Ergoflor, 2000. p. 172-181.

MIRANDA, Marcos Antonio da Silva et al. Análise da rentabilidade de um projeto florestal considerando variação anual no preço do carvão vegetal. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 6, n. 3, p. 45-54, dez. 2014.

OLIVEIRA, Antonio Donizette de et al. Avaliação econômica de plantios de *Eucalyptus grandis* para a produção de celulose. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 1, p. 82-91, mar. 2008.

PAIVA, Haroldo Nogueira de. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro: Implantação de florestas econômicas**. Visconde do Rio Branco: Suprema e Gráfica, 2007. 106 p.

PEREIRA, André Leonardo Nasser; LOPES, Eduardo da Silva; DIAS, Andrea Nogueira. Análise técnica e de custo do feller buncher e skidder na colheita de madeira em diferentes produtividades do povoamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 981-989, dez. 2015.

PEREIRA, Warley Augusto; ALMEIDA, Lindomar da Silva. Método manual para cálculo da taxa interna de retorno. **Revista Objetiva**, Rio Verde, p. 38-50, dez. 2008.

PIERON, Gustavo Bloise et al. Análise ergonômica na atividade de desrama florestal. **Iberoamerican Journal of Project Management**, Buenos Aires, v. 5, n. 1, p. 23-34, mar. 2014.

POKORNY, Benno; PALHETA, Célio; STEINBRENNER, Max. **Custos de operações florestais: noções e conceitos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 80 p.

REZENDE, José Luiz Pereira et al. Análise econômica de fomento florestal com eucalipto no estado de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 221-231, set. 2006.

SEIXAS, Fernando; BARBOSA, Rafael Alex; RUMMER, Robert. Tecnologia protege saúde do operador. **Revista da Madeira**, Caxias do Sul, v. 14, n. 1, p. 68-73, dez. 2004.

SILVA, Elizabeth Neire da et al. Avaliação de custos de dois modelos de harvester no corte de eucalipto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 741-748, set. 2014.

SILVA, Márcio Lopes da et al. **Economia Florestal**. Viçosa: UFV, 2005. 178 p.

SOUZA, Vanderlei Santos de et al. Rentabilidade econômica do arrendamento de terra para cultivo de eucalipto em São Paulo. **Floram**, Seropédica, v. 22, n. 3, p. 345-354, dez. 2015.

VIRGENS, Aline Pereira das et al. Análise econômica e de sensibilidade em projetos de reflorestamentos no estado da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 120-127, jun. 2015.

VIRGENS, Aline Pereira das; FREITAS, Luis Carlos de; LEITE, Ângelo Márcio Pinto. Análise econômica e de sensibilidade em um povoamento implantado no sudoeste da Bahia. **Floram**, Seropédica, v. 23, n. 2, p. 211-219, jun. 2016.

VITALE, Vinicius; MIRANDA, Gabriel de Magalhães. Análise comparativa da viabilidade econômica de plantios de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* na região Centrosul do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 3, p. 469-476, set. 2010.

## CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na condução de talhadia, se o produtor florestal conseguir o preço de venda de sua floresta em pé acima de R\$ 40 m<sup>-3</sup> e optar em fazer desbrota de maneira precoce terá maiores lucros, comparado com a desbrota convencional, pois, a desbrota precoce influencia positivamente de maneira direta o diâmetro, altura, volume, produtividade de biomassa, estoque de carbono, alocação de nutrientes, rendimento operacional e conseqüentemente traz uma maior viabilidade em florestas de eucalipto.

A desbrota precoce apresenta melhores condições de trabalho para o trabalhador que irá executar a operação de desbrota, sendo que usa ferramentas mais leves que podem ser operadas em posições mais eretas. Melhor será a postura no trabalho com um rendimento maior em termos de tempo gasto, causando uma jornada de trabalho menos cansativa e com menos danos à saúde do funcionário.

O presente trabalho foi realizado na fase inicial da condução de talhadia, assim sugere-se que se continue acompanhando o experimento até a época do ponto de corte, afim de se fornecer informações mais precisas a respeito da desbrota precoce comparando-a com o método de desbrota convencional. Assim terá maior confiança ao optar em qual método de desbrota usar, trazendo maior viabilidade para as florestas, ajudando em tomadas de decisões futuras e negociações.

Espera-se que este trabalho possa contribuir para com os produtores florestais da região que queiram optar pela talhadia como condução de suas florestas, viabilizando seus empreendimentos, trazendo maior desenvolvimento para a região, gerando oportunidades e distribuindo renda.