



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO *DEL-REI*
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS SETE LAGOAS

SAMUEL CORREA DE OLIVEIRA

**RESPOSTAS INTRAESPECÍFICAS DE CLONES DE EUCALIPTO
AO SUPRIMENTO DE BORO EM SOLO DO CERRADO MINEIRO**

Sete Lagoas, MG

2021

SAMUEL CORRÊA DE OLIVEIRA

**RESPOSTAS INTRAESPECÍFICAS DE CLONES DE EUCALIPTO
AO SUPRIMENTO DE BORO EM SOLO DO CERRADO MINEIRO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao
Curso de Engenharia Florestal da
Universidade Federal de São João del-Rei,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Glauciana da
Mata Ataíde

Sete Lagoas, MG

2021

SAMUEL CORRÊA DE OLIVEIRA

**RESPOSTAS INTRAESPECÍFICAS DE CLONES DE EUCALIPTO
AO SUPRIMENTO DE BORO EM SOLO DO CERRADO MINEIRO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao
Curso de Engenharia Florestal da
Universidade Federal de São João del-Rei,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia Florestal.

Sete Lagoas, 26 de novembro de 2021.

Banca avaliadora:

Dr^a Glauciana da Mata Ataíde – Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - Orientadora

Dr. Gustavo Eduardo Marcatti – Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

Dr. Eric Victor de Oliveira Ferreira – Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

Se você só estiver disposto a realizar o que é fácil, a vida será difícil. Mas se concorda em fazer o que é difícil, a vida será fácil.

Harv Eker

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por ter me dado força e saúde para vencer os desafios que encontrei e encontro pela frente.

À Universidade Federal de São João del-Rei pela oportunidade em adquirir conhecimento e experiência de pesquisa e vida profissional, a seus funcionários e professores que contribuíram na minha formação.

À Multitécnica Industrial e Grupo Alterosa pela infraestrutura e suporte para elaboração do trabalho.

À minha mãe pela paciência e carinho.

Ao meu pai pelos sábios conselhos e determinação.

Aos meus irmãos, João Luiz Oliveira e Rita Oliveira, pelo carinho e que sempre torceram e acreditaram em mim.

À minha esposa, Nathália Mascarenhas, pelos conselhos, apoio, força, paciência, dedicação e carinho, que entendeu os momentos em que não pude estar presente e que sempre acreditou e torceu por mim.

À Dona Nancy pelo carinho e pelos cafés enquanto estudava.

Ao meu sogro Guilherme Mascarenhas pelos conselhos, ensinamentos e experiência de campo como engenheiro agrônomo.

À toda minha família principalmente meu primo Daniel de Castro que sempre me ajudou e foi meu melhor amigo, e também pelos conselhos e ideias.

À orientadora Glauciana da Mata Ataíde, pela oportunidade de crescimento acadêmico e profissional, por me conceder muito conhecimento em todas as pesquisas que realizei sob sua orientação, por toda dedicação, meu muito obrigado por tudo.

Agradeço aos membros da banca examinadora, pelo interesse e disponibilidade.

Aos coordenadores do curso de Engenharia Florestal, Renato Castro e Mayra Luiza, que sempre me ajudaram em toda a trajetória no curso e também, em carinho, aos professores do departamento de Engenharia Florestal e à Vanessa que me ajudou muito, desde o início.

Aos amigos de turma: Joice, Krishara, André Lima, Gilberto Amaral, Lucas Barbosa, Lucas Segato, Maria Luiza, Rafael, Vagner, entre tantos outros amigos da UFSJ, que ficaria horas listando, que sempre torceram por mim.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho !

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização do Experimento “Boro” na Fazenda Gravatá no município de Felixlândia – MG, coordenadas 18°45’29” S e 44°53’56” W.....	19
Figura 2 - Pluviosidade geral anual da Regional de Felixlândia - MG... ..	20
Figura 3 - Disposição das unidades experimentais na Fazenda Gravatá, município de Felixlândia/MG.....	22
Figura 4 - DAP médio em função da aplicação de fontes (F1,F2 e F3) e doses de B avaliada aos 40 meses após o plantio.	27
Figura 5 - Altura média dos clones de eucalipto (C1 e C2) em função da aplicação de fontes e doses B avaliada aos 40 meses após o plantio..	28
Figura 6 - Volume médio de madeira de clones de eucalipto (C1 e C2) em função da aplicação de fontes (F1, F2 e F3) e doses de B avaliado aos 40 meses após o plantio..	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química e física do solo (0-20 cm) da área experimental.....	20
Tabela 2 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.	21
Tabela 3 - Fator de forma utilizado em cada clone.....	23
Tabela 4 - Sobrevivência dos tratamentos em campo aos 40 meses.....	26
Tabela 5 - Idade Técnica de Corte (ITC), volume (V) e Incremento Médio Anual (IMA) dos clones de <i>Eucalyptus</i> 056 (clone 1) e 2034 (clone 2) em função da aplicação de fontes e doses de B.	31
Tabela 6 - Análise Econômica da aplicação de B para os clones de <i>Eucalyptus</i> 056 (clone 1) e 2034 (clone 2).....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo Geral.....	12
2.2	Objetivos Específicos.....	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1	O gênero <i>Eucalyptus</i>	13
3.2	Funções do boro na planta e fatores que afetam a disponibilidade do nutriente	14
3.3	Adubação com boro em solos florestais.....	16
3.4	Fontes de boro.....	17
4	MATERIAL E METÓDOS	19
4.1	Caracterização da área experimental.....	19
4.2	Delineamento experimental e tratamentos	21
4.3	Avaliações.....	22
4.3.1.	Crescimento das árvores	22
4.3.2.	Modelagem	23
4.3.3.	Avaliação econômica	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6	CONCLUSÕES.....	34
7	REFERÊNCIAS	34
	ANEXO A - Termo de autorização para publicação no Repositório Institucional da UFSJ	39
	ANEXO B - Fluxo de caixa para elaboração de Idade Econômica de Corte.....	40

RESUMO

O setor florestal brasileiro apresenta papel fundamental no agronegócio do país, contribuindo com produção de bens e serviços, possibilidade de agregar valor aos produtos florestais, além da geração de empregos diretos e indiretos. Atualmente, a área com florestas plantadas no Brasil é de 9 milhões de hectares, onde 77 % corresponde à área de plantios de eucalipto, sendo que o desenvolvimento das mudas é influenciado pelo manejo do plantio, características do solo, e especialmente, pelo desenvolvimento radicular das plantas. O micronutriente (B) é essencial para garantir o crescimento saudável das plantas e o seu suprimento de B pode contribuir tanto para ganhos volumétricos de madeira e quanto econômicos. O presente trabalho teve como objetivo comparar os efeitos de fontes e doses de B, com alta e baixa solubilidade, na cultura do eucalipto cultivado no Cerrado Mineiro. O experimento foi implantado em janeiro de 2017, em área pertencente à empresa Alterosa, no município de Felixlândia - MG. A classificação climática da região de acordo com Köppen, é Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com médias anuais de 22, 9 °C e precipitação pluvial de 1171 mm. A área de plantio tem aproximadamente 4,0 ha sendo avaliados dois clones de eucalipto, 56 (resultado da hibridação espontânea de *Eucalyptus.urophylla*) e 2034 (híbrido de *Eucalyptus.camaldulensis* x *E.urophylla* x *E.grandis*), descritos por clone 01 e 02 respectivamente. Utilizando-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 3 repetições e espaçamento de 6,0 x 1,5 m. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 3 x 4, variando-se as fontes e as doses de boro na adubação do eucalipto, com a testemunha como tratamento adicional. As fontes de boro foram: a) aplicação do fertilizante borogran (baixa solubilidade, 10% B); b) aplicação do fertilizante granubor (alta solubilidade, 14% B); e c) aplicação do fertilizante neobor (alta solubilidade, 14% B). As doses de cada fonte de boro testada foram: a) 2,5 kg ha⁻¹ de B; b) 5,0 kg ha⁻¹ de B; c) 7,5 kg ha⁻¹ de B; e d) 10,0 kg ha⁻¹ de B. No tratamento testemunha não existe nenhuma fonte externa de B, sendo assim, a cultura irá responder apenas com a concentração de B disponível no solo. Aos 40 meses, os tratamentos que apresentaram as melhores médias para volume (m³/ha) foram os tratamentos F2D1,F2D4, F3D2 do clone 2. Estes tratamentos representam, 4,90%; 4,80% e 4,27% em relação ao volume obtido para a testemunha. Conclui-se que o melhor tratamento obtido pela Idade Técnica de Corte (ITC) aos 4 anos foi o F3D3 (Neobor 7,5 kg/ha) com uma produção de 139,35 m³/h para o clone 1 e F2D1 (Granubor 2,5 kg/ha) com 182,76 m³/ha para o clone 2, mostrando maiores médias de volume (m³/ha) em relação aos outros tratamentos. Na Idade Econômica de Corte (IEC) aos 5 anos, o melhor tratamento foi o F3D3 (Neobor 7,5 kg/ha) com uma produção de 155,05 m³/h para o clone 1 e F2D1 (Granubor 2,5 kg/ha) com 219,76 m³/ha para o clone 2, mostrando maiores médias de volume (m³/ha) em relação aos outros tratamentos.

Palavras-Chave: Borogran; Granubor; Neobor, Eucalipto.

ABSTRACT

The Brazilian forest sector plays a fundamental role in the country's agribusiness, contributing to the production of goods and services, the possibility of adding value to forest products, in addition to generating direct and indirect jobs. Currently, the area with planted forests in Brazil is 9 million hectares, of which 77% corresponds to the area of eucalyptus plantations, and the development of seedlings is influenced by planting management, soil characteristics, and especially by root development of the plants. The micronutrient (B) is essential to ensure healthy plant growth and its supply of B can contribute to both volumetric wood and economic gains. The present work had as objective to compare the effects of sources and doses of B, with high and low solubility, in eucalyptus culture cultivated in Cerrado Mineiro. The experiment was implemented in January 2017, in an area belonging to the company Alterosa, in Felixlândia - MG. The climatic classification of the region, according to Köppen, is Aw, defined as tropical humid with a rainy season in the summer and a dry season in the winter, with annual averages of 22.9 °C and rainfall of 1171 mm. The planting area has approximately 4.0 ha and two eucalyptus clones, 56 (result of spontaneous hybridization of *Eucalyptus. urophylla*) and 2034 (hybrid of *Eucalyptus camaldulensis* x *E. urophylla* x *E. grandis*), described by clone 01 and *E. grandis*, were evaluated. 02 respectively. Using the experimental design in randomized blocks, with 3 replications and spacing of 6.0 x 1.5 m. The treatments were arranged in a 3 x 4 factorial scheme, varying the sources and doses of boron in the eucalyptus fertilization, with the control as an additional treatment. Boron sources were: a) application of borogran fertilizer (low solubility, 10% B); b) application of granulor fertilizer (high solubility, 14% B); and c) application of neobor fertilizer (high solubility, 14% B). The doses of each boron source tested were: a) 2.5 kg ha⁻¹ of B; b) 5.0 kg ha⁻¹ of B; c) 7.5 kg ha⁻¹ of B; and d) 10.0 kg ha⁻¹ of B. In the control treatment there is no external source of B, so the crop will respond only with the concentration of B available in the soil. At 40 months, the treatments that presented the best means for volume (m³/ha) were the treatments F2D1, F2D4, F3D2 of clone 2. These treatments represent, 4.90%; 4.80% and 4.27% in relation to the volume obtained for the control. It is concluded that the best treatment obtained by the Technical Cutting Age (ITC) at 4 years was F3D3 (Neobor 7.5 kg/ha) with a production of 139.35 m³/h for clone 1 and F2D1 (Granubor 2.5 kg/ha) with 182.76 m³/ha for clone 2, showing higher mean volume (m³/ha) compared to the other treatments. At the Economic Cutting Age (IEC) at 5 years, the best treatment was F3D3 (Neobor 7.5 kg/ha) with a production of 155.05 m³/h for clone 1 and F2D1 (Granubor 2.5 kg/ha) with 219.76 m³/ha for clone 2, showing higher mean volume (m³/ha) compared to the other treatments.

Key words: Borogran; Granubor; Neobor, Eucalyptus.

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro apresenta papel fundamental no agronegócio do país, contribuindo com produção de bens e serviços, possibilidade de agregar valor aos produtos florestais, além da geração de empregos diretos e indiretos. Atualmente, a área com florestas plantadas no Brasil é de 9 milhões de hectares, onde 77 % corresponde à área de plantios de eucalipto (IBÁ, 2019). A eucaliptocultura no Brasil está entre as mais produtivas no mundo, com capacidade de produzir mais de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de madeira. Essa produtividade alcançada é devido à silvicultura intensiva, além da seleção genética de árvores superiores, propagação clonal, fertilização, etc (IPEF, 2011).

A maior parte dos reflorestamentos situa-se em solos de baixa fertilidade química natural e áreas marginais, sendo necessária a utilização de técnicas silviculturais adequadas, de forma a obter produtos com qualidade e custo competitivo. Neste contexto, é cada vez mais frequente a implantação em áreas de Cerrado, com limitação ao desenvolvimento vegetal, com solos com acentuada restrição nutricional, altos teores de alumínio e baixa disponibilidade hídrica (PAVAN, 2003). Em decorrência dessa condição natural, a utilização de corretivos e fertilizantes é considerada como prática obrigatória para que não comprometa a produtividade e sustentabilidade ao longo dos anos (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000).

A fertilização mineral é uma ferramenta comum e efetiva, que visa aumentar a produtividade do setor florestal, sendo encontrados diversos estudos realizados em função de formas, fontes e quantidades de fertilizantes aplicados (SILVA et al., 2015; TASIOR e TROJAN, 2015; ROSSA et al., 2015).

O boro (B) é um micronutriente que atua transporte de açúcares, síntese de parede celular, lignificação, estrutura da parede celular, metabolismo de carboidratos, metabolismo de RNA, respiração, metabolismo de AIA, metabolismo fenólico, metabolismo de ascorbato e integridade da membrana plásmatica. Sua deficiência promove a degeneração dos tecidos meristemáticos, gerando má formação das folhas e do caule, influenciando diretamente na forma da árvore. O sintoma começa com clorose nas margens das folhas seguida de necrose das gemas apicais (seca do ponteiro), sendo que o correto fornecimento de B evita a morte das gemas apicais (DELL e MALAJCZUK, 1994). Em algumas plantações no Brasil, o eucalipto apresenta seca de ponteiro causada pela deficiência de boro, principalmente em regiões com déficit hídrico acentuado (TIRLONI et al., 2011).

A solubilidade e a forma física (pó ou grânulo) das fontes de B, em conjunto com as condições de solo, resultam em uma interação que tem como consequência maior ou menor

efeito da adubação na correção da deficiência nutricional (MORAES et al., 2004). Como os solos do Cerrado apresentam naturalmente baixo teor deste micronutriente, aliado ao fato de serem normalmente de textura arenosa, é comum a adubação do elemento no sulco de plantio, durante a fase de implantação da cultura. Portanto, é importante definir qual a melhor fonte e dose de B para o adequado desenvolvimento e produtividade do eucalipto, com possível redução de custos.

Considerando a grande importância da cultura e a influência dos fatores nutricionais no período pós-plantio, existe a necessidade de pesquisas no setor, buscando-se novas tecnologias que possam melhor expressar o potencial produtivo das plantas e, conseqüentemente, aumentar a rentabilidade do plantio.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Comparar o efeito de fontes e doses de B, com alta e baixa solubilidade, na cultura do eucalipto cultivado no Cerrado de Minas Gerais.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o crescimento inicial (altura, diâmetro e volume) de clones de *Eucalyptus* em solos do Cerrado em função da aplicação de doses e fontes de B;
- Definir a melhor dose e fonte de B para utilização em plantios clonais de *Eucalyptus* nas condições de solo avaliadas;
- Realizar uma análise econômica das fontes de B testadas em plantios de *Eucalyptus* em solos do Cerrado;
- Fornecer ferramentas para a otimização da adubação com B em *Eucalyptus*, por meio de informações sobre os aspectos técnicos e econômicos desta prática.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O gênero *Eucalyptus*

O eucalipto pertence à divisão Angiospermae, classe Dicotyledonea, ordem Myrtales, família Myrtaceae e gênero *Eucalyptus*, com muitas espécies e subespécies naturais ou decorrentes da hibridação (BERTOLUCCI, 1995). O gênero *Eucalyptus* spp., natural da Austrália, foi introduzido no Brasil há mais de um século. Atualmente tem-se verificado aumento de populações na maioria dos estados brasileiros. Esse fato é decorrente de um conjunto de fatores que favorecem o plantio em larga escala deste gênero, tais como o crescimento rápido em ciclo de curta rotação, alta produtividade, além da expansão e direcionamento de novos investimentos por parte de empresas de segmentos que utilizam a madeira como matéria prima em processos industriais (ABRAF, 2010).

O setor de produção florestal se divide em cadeias produtivas: madeira industrial (celulose e papel e painéis de madeira reconstituída), processamento mecânico da madeira (serrados e compensados) e madeira para energia (lenha e carvão vegetal). Sua cadeia produtiva abrange as etapas de produção de madeira, energia, celulose e papel, conversão em artefatos de papel e papelão, reciclagem de papel, produção gráfica e editorial, além do comércio, distribuição e transporte (CELESTRINO, 2014. De acordo com Rezende, Pereira e Botelho (2013), quanto à importância econômica, o carvão vegetal é o segmento que mais se destaca no Sistema Agroindustrial Florestal (SAG), em seguida, tem-se a madeira para celulose e outros usos como fonte de energia na indústria, comércio e residências.

Em 2019, a área com florestas plantadas no Brasil representou 9 milhões de hectares , um aumento de 2,4 % em relação a 2018. Desse total, a maioria (77 %) é representada pelo cultivo de eucalipto, com 6,97 milhões de hectares, e 18 % de pinus, com 1,64 milhões de hectares (IBÁ, 2019). A eucaliptocultura no Brasil está entre as mais produtivas no mundo, com capacidade de produzir mais de 40 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de madeira. Essa produtividade alcançada é devido à silvicultura intensiva, além da seleção genética de árvores superiores, propagação clonal, fertilização, etc (IPEF, 2011).

No estado de Minas Gerais, os reflorestamentos de eucalipto estão situados em sua maioria nos campos Cerrados, região caracterizada por clima Aw – quente e úmido, com uma longa estação seca (AZEVEDO; CASER, 1980) com deficiência hídrica acentuada nos meses

de abril a setembro e chuvas concentradas de dezembro a fevereiro, solos profundos, porém de baixa fertilidade química natural. O cultivo de eucalipto no país ocorre predominantemente nos Latossolos e nos Argissolos.

3.2 Funções do boro na planta e fatores que afetam a disponibilidade do nutriente

O boro (B) é o menos compreendido de todos os nutrientes minerais, embora em termos molares seja requerido pelas dicotiledôneas em maiores quantidades dentre todos os micronutrientes. É relativamente fácil induzir deficiência de B e os sintomas aparecem rapidamente, junto com mudanças distintas na atividade metabólica (KIRKBY, 2007; ROMHELD, 2007). Ao longo dos anos, estas mudanças foram sendo investigadas e as funções que se sugere para o B nas plantas incluem o transporte de açúcares, a lignificação e a estruturação da parede celular, o metabolismo de carboidratos, do RNA, do AIA, dos fenóis e dos ascorbato, além da respiração, função da membrana, fixação de N₂ e a diminuição da toxidez do Al (KIRKBY, 2007; ROMHELD, 2007). Há evidências crescentes de que alguns destes efeitos são o que Marschner (1995) descreveu como uma cascata de efeitos secundários originados pela falta de B na parede celular e na interface membrana plasmática/parede celular.

O B tem um papel importante no transporte de açúcares das folhas para os outros órgãos, e pode ser explicado de duas maneiras: a) pela formação de um complexo carboidrato - boro, responsável por um produto de maior solubilidade nas membranas; b) pela desorganização da estrutura e do funcionamento dos vasos condutores, que é comum na carência deste micronutriente. Esse papel é facilmente notado em condições de deficiência severa, onde ocorre um engrossamento das folhas em razão do acúmulo de carboidratos (PRICE *et al.*, 1972; HEWITT & SMITH, 1975; JACKSON & CHAPMAN, 1975; POLLARD *et al.*, 1977; MALAVOLTA, 1980).

A importância do B nos plantios florestais está associada à qualidade da madeira produzida, porque ele age no crescimento meristemático, alongação celular e na formação da parede celular, mais especificamente na síntese de pectina e celulose (Marschner, 1995). Em condições de deficiência de B, a divisão celular não se completa e as paredes longitudinais das células têm sua formação comprometida, resultando em uma expansão irregular e incompleta dos tecidos foliares (DELL & HUNG, 1997). A degeneração dos tecidos meristemáticos, é facilmente notada nos pontos de crescimento, como morte das gemas apicais, raízes, felôgênio e câmbio vascular. Isso mostra que é necessário um suprimento contínuo de B para a manutenção

da atividade meristemática (HEWITT & SMITH, 1975; COHEN & LEPPER, 1977; GUPTA, 1979; MALAVOLTA, 1980).

A deficiência de B afeta também a atividade do felogênio, dificultando a formação da periderme de cicatrização, um dos mecanismos responsáveis pela defesa das plantas lenhosas à infecção e injúria (MULLICK, 1977).

A madeira de árvores, crescendo em solos com baixos níveis de B, pode apresentar pouca lignificação, fazendo com que os ramos não suportem o peso das folhas (DELL & MALAJCZUK, 1994). Relacionado a isso, LEWIS (1980) sugere que o B, junto com a auxina, exerce papel fundamental na síntese da lignina e na diferenciação do xilema.

Outro papel atribuído ao B é a formação de parede celular (HEWITT & SMITH, 1975; MALAVOLTA, 1980), sendo que o ácido bórico pode servir como unidade de ligação entre polissacarídeos da parede celular. Na sua falta, ocorrem modificações morfológicas nas plantas, tais como parede celular muito fina e pouco lignificada, diminuindo assim a rigidez dos tecidos (HEWITT & SMITH, 1975; LEWIS, 1980; DUGGER, 1983; MARSCHNER, 1986; MALAVOLTA *et al.*, 1997).

Os primeiros sintomas de deficiência de B em eucalipto foram verificados por VAIL *et al.* (1957) e SAVORY (1962). Esses autores relataram que o principal sintoma é a seca de ponteiro (“dieback”), sendo que as manifestações ocorrem, principalmente, durante as estações secas. Portanto, a deficiência de B tem sido encontrada em plantações florestais desde a década de 50, e os sintomas em eucalipto caracterizam-se por folhas novas cloróticas, pequenas e mal formadas, com aspecto de “falta de pedaços”; encarquilhadas e coriáceas; presença de nervuras extremamente salientes com posterior necrose, dando aspecto de “costelamento”; morte da gema apical e seca de ponteiro seguida de brotações das gemas axilares, com posterior bifurcação do tronco; caules e ramos retorcidos devido à falta de lignina; rachaduras da casca com exudação de goma e necrose dos tecidos; morte descendente dos ramos e achatamento do caule devido à morte do câmbio (TOKESHI *et al.*, 1976; ROCHA FILHO *et al.*, 1978; DELL & MALAJCZUK, 1994; DELL *et al.*, 1995; SILVEIRA *et al.*, 1996).

No campo, a deficiência severa de B leva à mortalidade das árvores, enquanto que a deficiência leve pode proporcionar apenas danos nos galhos e troncos (necrose dos tecidos e gomose) e baixa qualidade da madeira. Entretanto, deve-se ressaltar que a exigência de B e os danos causados pela sua carência diferem entre espécies e genótipos de eucalipto (STONE, 1990).

3.3 Adubação com boro em solos florestais

Dentre os micronutrientes, o B é o que mais falta em nossos solos (YAMA & PRIMAVESI, 1973). Existem diversos minerais que possuem B em sua constituição, dentre esses destacam-se: os borossilicatos (turmalina nas regiões úmidas), bórax (em regiões áridas), dolomitas e calcários, os quais possuem pequenas quantidades do micronutriente. O B assimilável pela planta é quase que totalmente originado da mineralização da matéria orgânica, sendo que o restante é produto da intemperização dos minerais do solo (IPEF, 1979).

Segundo Silveira et.al (2007), os fatores que afetam a disponibilidade de B no solo são: matéria orgânica, teor e tipo de argila, pH, textura, umidade e temperatura.

- Matéria orgânica - É a principal fonte de B disponível nos solos tropicais, embora o nutriente presente na matéria orgânica não esteja prontamente disponível às plantas, ele vai sendo liberado por meio do processo de mineralização. Em condições de déficit hídrico, ocorre interrupção da mineralização afetando a sua disponibilidade às plantas (Silveira et al., 2007).
- Fração argila - Os diferentes tipos de minerais da fração argila dos solos exercem papel fundamental no controle do teor de B disponível. A adsorção de B se deve principalmente aos óxidos de Fe e Al, uma vez que esses óxidos influenciam mais que qualquer outro tipo de argila silicatada. A adsorção de B pelos óxidos de Fe e Al depende basicamente do pH, com máxima adsorção próximo do pH 7 para os óxidos de Al, e de pH 8 a 9 para os óxidos de Fe (FERREIRA, 1998).
- pH - É um dos principais fatores que afetam a disponibilidade de B nos solos. O aumento do pH do solo diminui o teor de B na solução, devido a maior adsorção deste nutriente à superfície dos colóides, à medida que cresce a alcalinidade do meio (FERREIRA, 1998). A adsorção é máxima quando o pH atinge valores próximos a 9 (GOLDBERG, 1997).
- Textura - Em geral, o teor de B disponível diminui dos solos argilosos para os mais arenosos. Estudos têm demonstrado que a capacidade de retenção de B é proporcional ao teor de argila dos solos (FERREIRA, 1998).
- Umidade do solo - períodos prolongados de seca reduzem o teor de B disponível do solo. A deficiência de água faz com que a mineralização da matéria orgânica seja

diminuída devido à menor atividade dos microorganismos, ficando a liberação do boro nela contida reduzida a quase zero. Além disso, a absorção de B pelas plantas ocorre por fluxo de massa, sendo a presença de água primordial ao processo (Silveira et al., 2007).

- Temperatura - altas temperaturas no solo podem aumentar a fixação de B, segundo GOLDBERG (1993).

MARCONI *et al.* (1980) relatam que, embora o B participe da estrutura de, relativamente, um grande número de minerais, poucos apresentam alguma importância, seja pelo teor nas rochas ou pelo valor econômico. A turmalina tem de 3 a 4 % de B. Entretanto, não é uma fonte prontamente disponível do nutriente para as plantas, por ser, como já foi dito, muito resistente ao intemperismo (BRASIL SOBRINHO E FREIRE, 1980; MALAVOLTA, 1980; MENGEL E KIRKBY, 1982).

Nas rochas ígneas, o teor de B é baixo e se apresenta sempre bem distribuído. As rochas mais ácidas têm uma concentração de B um pouco maior, sendo normalmente encontrado na forma de turmalina (CAMARGO, 1988). Segundo esse autor, a geoquímica do B é muito influenciada pelo processo de sedimentação, enquanto seu teor varia de 5 a 10 mg kg⁻¹ nas rochas ígneas, nas sedimentares varia de 3 a mais de 300 mg kg⁻¹. Nos sedimentos de bauxita e caulinita, os teores de B são baixos, enquanto nos argilitos estes teores são altos, resultantes, principalmente, da reorganização dos silicatos em estruturas típicas de minerais de argila. MARCONI *et al* (1980) relatam que as rochas metamórficas mais ricas em B são os xistos e os gnaisses de turmalina. Solos formados a partir de sedimentos marinhos contêm normalmente mais B que os solos formados de rochas ígneas (GOLDSCHMIDT, 1958; NORRISH, 1975; RESENDE, 1982).

Considera-se que a fonte de B mais importante para a planta é a matéria orgânica, a qual, por meio da mineralização, libera-o para a solução do solo. Aceita-se como "disponível" para a planta a fração do B total, que pode ser extraída por água quente ou por uma solução de acetato de amônio com pH 4,0 (MALAVOLTA, 1980).

3.4 Fontes de boro

A turmalina é o principal mineral do solo que contém B, respondendo por quase 95 % do conteúdo total do elemento em solos de regiões úmidas, porém é muito resistente ao

intemperismo (MALAVOLTA, 1980; DANTAS, 1991).

No solo, o B ocorre como ácido bórico ou borato, e pode ser adsorvido fortemente à fração orgânica e inorgânica (BARROS; NOVAIS, 1996). A matéria orgânica é considerada a principal fonte de B em solos tropicais, uma vez que o B assimilado pela planta, é quase totalmente originado de sua mineralização sendo o restante produto da intemperização dos minerais do solo (MALAVOLTA, 1980; GUPTA et al., 1985, GUPTA, 1993). Portanto, existe uma relação direta entre o teor de matéria orgânica no solo e a dose de boro a ser aplicada.

Existem vários compostos químicos, de origem mineral ou orgânica, que possuem B em sua constituição e podem ser usados como fertilizantes. Diversos autores, citados por BRASIL SOBRINHO (1965), apresentam vários produtos como aptos a fornecerem B às plantas: cinzas vegetais, salitre do Chile, fosfatos naturais, ácido bórico, tetraborato de sódio (bórax), calcários de rocha. "Fritas", etc.

O borogran® é um mineral borato de sódio e cálcio, que se apresenta em forma granulada e contém B em sua composição. Ele pode ser usado na agricultura como fertilizante para fornecer esse nutriente às plantas, com uma vantagem sobre os fertilizantes como o ácido bórico, ou seja, ele é menos solúvel e de liberação gradual. Possui em sua composição 10 % de B e 2,6 % de S, sendo de natureza física granulada.

O granubor® é um fertilizante granulado com aporte de B para aplicação via solo. É um produto natural, derivado unicamente de tetraborato de sódio, puro, 100 % solúvel em água (borato de sódio refinado). Além disso, é recomendado para aplicação de forma preventiva na manutenção do estado nutricional ou de forma corretiva às deficiência de B em diversas culturas. Possui garantia mínima de 14 % de boro em sua composição.

O neobor® é um fertilizante bórax penta-hidratado, sólido, que se apresenta em forma de pó contendo B em sua composição. O produto é um composto inorgânico e solúvel em água e é lexiviável no solo comum. Apresenta também garantia mínima de 14 % de B na sua composição.

As doses a serem empregadas dependem das espécies, do solo e da época de aplicação. Vários resultados experimentais têm demonstrado que a extrapolação de dados é bastante perigosa. Enquanto que em alguns locais a aplicação de até 120 gr/planta de fertilizantes boratados (14,3 % B) não produziram efeitos de fitotoxidez, em outros locais a utilização de 28 gr/planta do mesmo produto foi fitotóxica (BARRET; CARTER & SEWARD; 1975).

4 MATERIAI E METÓDOS

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi implantado em janeiro de 2017, em área pertencente à empresa Alterosa, no município de Felixlândia – MG, com coordenadas geográficas 18°45'29" S e 44°53'56" O (Figura 1). A classificação climática da região, de acordo com Köppen é Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com temperatura média de 22,9 °C e precipitação pluvial anual média de 1171 mm.

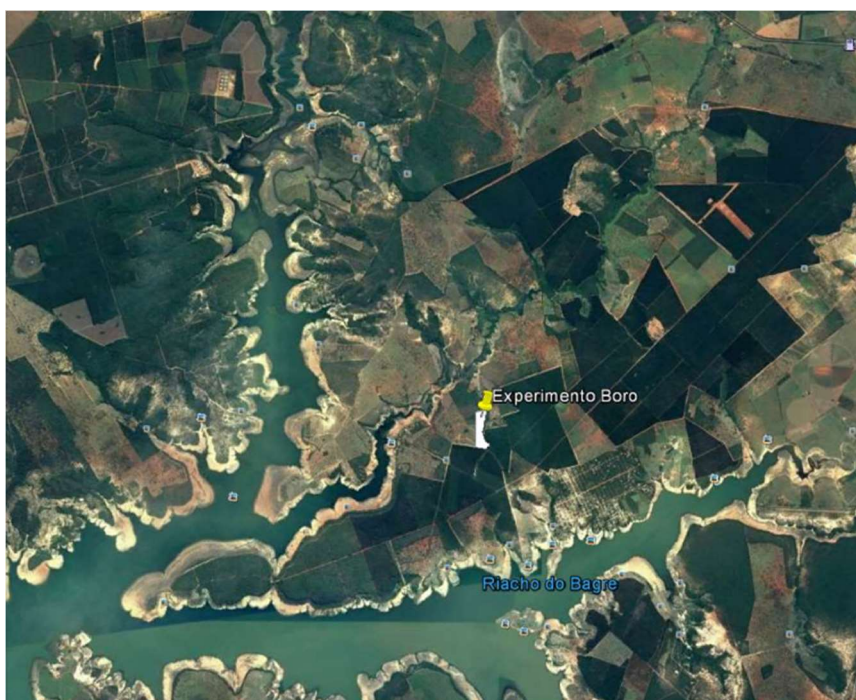


Figura 1 - Localização do Experimento “Boro” na Fazenda Gravatá no município de Felixlândia – MG, coordenadas 18°45'29" S e 44°53'56" O.

Durante o período do estudo, entre janeiro de 2017 e julho de 2021, a temperatura média do ar foi de 23,7 °C e a precipitação média anual na região da Fazenda onde foi implantado o experimento foi de 1026 mm (Figura 2).

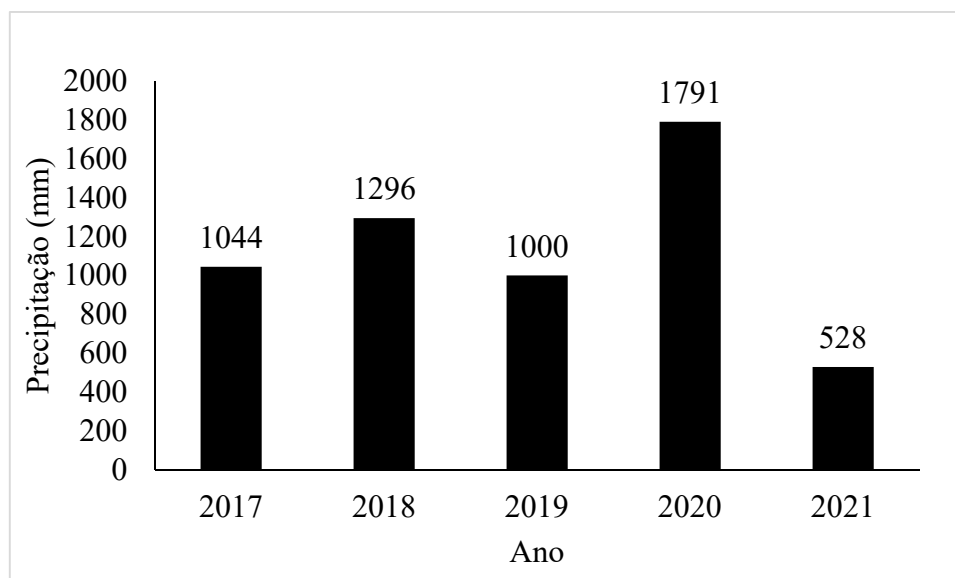


Figura 2 – Pluviosidade geral anual da Regional de Felixlândia - MG. Fonte: dados da empresa.

A área de plantio foi constituída de aproximadamente 4,0 ha, sendo utilizado o talhão 45 pertencente à Fazenda Gravatá, de propriedade da empresa. O relevo da área é suave ondulado, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho. Antes do plantio o solo foi amostrado (0 - 20 cm) com um trado holandês e sua amostra foi enviada ao laboratório para sua caracterização química e física (Tabela 1).

Tabela 1 – Análise química e física do solo (0-20 cm) da área experimental.

Talhão	pH	P _{meh-1}	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m	
45	H ₂ O	mg/dm ³	-----					cmol/dm ³	-----				%
	5,5	6	180	5,03	1,81	0,22	3,89	7,3	7,52	11,19	65,2	2,9	

Talhão	MO	P _{rem}	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S	Areia total	Silte	Argila	
45	dag/dm ³	-----	mg/dm ³					-----					%
	2,78	22,1	1,9	0,11	1,4	44,6	51,6	1,9	5,24	7,3	29,4	63,3	

pH em água – Relação 1:2,5

P - K - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich-1

H + Al - Acidez potencial correlação com PH-SMP

B - Extrator água quente

S - Extrator fósforo monocalcico em ácido acético

SB - Soma de bases trocáveis

Ca - Mg - Al - Extrator KCl - 1 mol/L

t - Capacidade de troca catiônica efetiva

T - Capacidade de troca catiônica a pH 7

V - Saturação por bases

m - Saturação por alumínio

MO - Matéria orgânica (C.org. x 1.1724)

P-rem - Fósforo remanescente

Para a implantação do eucalipto, foram realizadas as atividades silviculturais conforme

os procedimentos operacionais da Empresa Alterosa, os quais incluem análise de solo, combate de formiga sistemático, roçada mecanizada, dessecação da área com herbicida, aplicação de calcário, gradagem na faixa de plantio, subsolagem e adubação de plantio, plantio e replantio, adubação de cobertura, aplicação de herbicida pré-emergente, gessagem e combate localizado de formiga.

O plantio foi realizado utilizando-se mudas dos clones 56 (resultado da hibridação espontânea de *Eucalyptus. urophylla*) e 2034 (híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *E. urophylla* x *E. grandis*) no espaçamento 6,0 x 1,5 m. A adubação de plantio foi realizada em filete contínuo, no sulco de plantio, sendo feita a fertilização de NPK 12-27-12 com 0,4 % Cu, e 0,4 % Zn e 0,5 % B.

4.2 Delineamento experimental e tratamentos

Para avaliação da influência do suprimento de B no crescimento das plantas de *Eucalyptus*, foram usadas combinações de fontes e doses dos adubos na adubação de cobertura. As fontes de B aplicadas foram: borogran (baixa solubilidade, 10 % B), granubor (média solubilidade, 14 % B), e neobor (média solubilidade, 14 % B) . As doses de cada fonte de B testada foram: 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 kg ha⁻¹ de B.

Para cada clone testado, os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 3 x 4, variando-se as fontes e as doses de B na adubação do eucalipto, com a testemunha como tratamento adicional, a qual não recebeu adubação com o nutriente. Assim, o experimento foi constituído por 13 tratamentos (tabela 2) para cada clone avaliado.

Tabela 2 – Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Código do tratamento	Fonte de B	Dose de B (Kg/ha)
T	TESTEMUNHA	0
F1D1	BOROGRAN	2,5
F1D2	BOROGRAN	5,0
F1D3	BOROGRAN	7,5
F1D4	BOROGRAN	10,0
F2D1	GRANUBOR	2,5
F2D2	GRANUBOR	5,0
F2D3	GRANUBOR	7,5
F2D4	GRANUBOR	10
F3D1	NEOBOR	2,5

F3D2	NEOBOR	5,0
F3D3	NEOBOR	7,5
F3D4	NEOBOR	10,0

As doses aplicadas de B foram parceladas em duas aplicações, correspondentes a 1/3 da dose aos 5 meses e 2/3 da dose aos 22 meses após o plantio. A aplicação foi feita de forma manual na superfície do solo, utilizando-se matraca.

O delineamento experimental foi conduzido em blocos casualizados. Cada parcela foi composta por 72 plantas, distribuídas em nove linhas de oito plantas cada. A área útil da parcela foi composta por 16 plantas, pois foram consideradas duas linhas de bordadura em um lado e três do outro lado. Para garantir confiabilidade nos resultados, os tratamentos foram submetidos a três repetições (Figura 3).

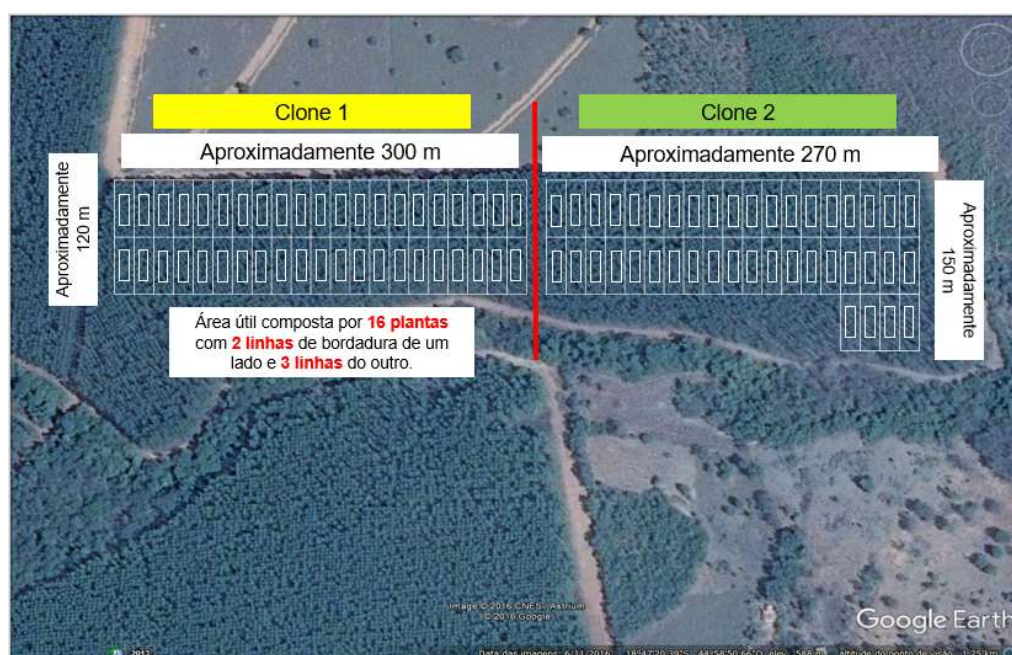


Figura 3 - Disposição das unidades experimentais na Fazenda Gravatá, município de Felixlândia/MG.

4.3 Avaliações

4.3.1. Crescimento das árvores

Foram mensurados aos 5, 22 e 40 meses a sobrevivência, altura e o diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores, para em seguida ser estimado o volume de todas as

árvores da parcela útil de cada tratamento.

As alturas das plantas foram mensuradas utilizando-se o aparelho clinômetro, o diâmetro à altura do peito 1,30 m (DAP) foi mensurado com o auxílio de suta manual e o volume foi obtido a partir de uma cubagem rigorosa utilizando-se um fator de forma específico para cada clone fornecido pela empresa Alterosa, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Fator de forma utilizado em cada clone

Clone	Fator de Forma
1 (056)	0,487
2 (2034)	0,494

Os resultados aos 40 meses foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste estatístico pertinente, a 5 % de significância para efeito de fontes e doses de aplicação de B, utilizando-se o programa Statistica.

Foram ajustadas equações de regressão para estimar os parâmetros de relações de predição cuja função matemática tem estrutura linear, sendo avaliado as variáveis diâmetro (DAP), altura (m) e volume (m³). Foram utilizados os programas R-Studio, Excell e Curve Expert.

4.3.2. Modelagem

Foi ajustado um modelo hipsométrico para cada tratamento e clone com o objetivo de estimar a altura das árvores que não foram medidas em campo. O modelo utilizado foi o modelo de Curtis, conforme a equação 1:

$$\ln H = B0 + B1 * \left(\frac{1}{Dap}\right)$$

Foi estimada a Idade Técnica de Corte (ITC) para determinar o potencial produtivo do local e dos tratamentos em função de cada clone. O potencial produtivo do local, pode ser definido como o potencial para produção de madeira (m³/ha) de um determinado lugar, para uma determinada espécie ou clone. Esta qualidade pode ser expressa de modo empírico em alta,

média e baixa, ou por meio de algum índice quantitativo.

Para se avaliar a idade ótima de corte do ponto de vista técnico, acompanhou-se o indicador de crescimento da floresta, o Incremento Médio Anual (IMA), que mede o crescimento médio da floresta até aquela idade. A fórmula de cálculo do IMA pode ser observada na equação 2:

$$IMA_t = Vol_t / Idade_t$$

4.3.3. Avaliação econômica

Com a finalidade de comparar os custos e receitas da utilização de diferentes fontes e doses de B na cultura do eucalipto, foram realizadas aos 40 meses análises econômicas comparativas entre os tratamentos.

De posse de custos e receitas do projeto avaliado, a análise econômica utilizou como ferramenta o seguinte critério: Valor Presente Líquido – VPL, Taxa Interna de Retorno – TIR e Benefício Periódico Equivalente – BPE, considerando uma taxa anual de juros de 8,75 %.

A análise do VPL consiste no valor das receitas menos os custos descontados para o ano zero. VPL positivo indicará viabilidade do projeto, sendo mais atrativo quanto maior for o seu valor. Valores negativos para o VPL indicarão, portanto, projeto inviável.

O Valor Presente Líquido foi calculado utilizando-se a equação 3:

$$V_{PL} = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{FC_t}{(1+i)^n}$$

em que: V_{PL} = Valor Presente Líquido; FC = fluxo de caixa; t = momento de ocorrência do fluxo de caixa; i = Taxa Mínima de Atratividade (TMA); n = período de tempo.

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. Em relação ao critério de viabilidade, o projeto será viável quando a TIR for superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), conforme a Equação 4:

$$0 = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{Fc_t}{(1 + Tir)^n}$$

O Benefício Periódico Equivalente (BPE) é obtido transformando-se o valor atual do projeto, ou seja, o seu VPL, em fluxo de receitas ou custos periódicos e contínuos, equivalente ao valor atual, durante a vida útil do projeto. Em se tratando da viabilidade, o projeto será viável quando o BPE for maior que zero, conforme a Equação 5:

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

O projeto será considerado economicamente viável se apresentar VPE positivo, e na comparação de projetos será considerado melhor aquele que apresentar maior VPE.

Os valores de VPL, TIR e BPE foram estimados a partir de uma produção no 5º ano. O preço considerado para a madeira foi de R\$ 100/m³, e a taxa de desconto utilizada de 8,75 % a.a.

De acordo com os resultados das análises econômicas foi estimada a Idade Econômica de Corte (IEC) para cada tratamento, sendo calculados os valores de Incremento Médio Anual (IMA) e Volume (m³) para estas idades.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mortalidade das árvores de eucalipto nos dois clones testados iniciou-se entre a segunda e terceira medição, sendo os resultados aos 40 meses apresentado na Tabela 4. Observou-se que o clone 1 houve maiores taxas de sobrevivência em comparação ao clone 2. Para o clone 1, apenas o tratamento F3D3 não apresentou 100% de sobrevivência, com média de 95,8 %.

Para o clone 2, os tratamentos com 100 % de sobrevivência aos 40 meses foram F1D1, F2D1, F3D4 e testemunha. A menor taxa de sobrevivência para o clone 2 ocorreu no tratamento F1D4, que apresentou 87,5 % de sobrevivência. É importante frisar que aos 40 meses observou-se que todas as árvores estavam abaixo de 10 % de mortalidade, exceto o tratamento F1D4 do clone 2 (12,5 % de mortalidade).

Tabela 4 – Sobrevivência dos tratamentos em campo aos 40 meses.

Fonte	Dose	Sobrevivência C1 (%)	Sobrevivência C2 (%)
F1	D1	100,0	100,0
F1	D2	100,0	91,7
F1	D3	100,0	95,8
F1	D4	100,0	87,5
F2	D1	100,0	100,0
F2	D2	100,0	95,8
F2	D3	100,0	91,7
F2	D4	100,0	95,8
F3	D1	100,0	95,8
F3	D2	100,0	95,8
F3	D3	95,8	91,7
F3	D4	100,0	100,0
T	-	100,0	100,0

Em plantios florestais, maiores taxas de mortalidade são encontradas na fase inicial de plantio, normalmente devido a falhas em até 24 meses. Após esse período, as causas de mortalidade se devem a outros fatores, tais como ambientais e fisiológicos. Segundo Silva (1993), a cultura do eucalipto manifesta alta sensibilidade à competição por água, luz e nutrientes com as plantas indesejáveis na fase de implantação do povoamento, particularmente com espécies de rápido crescimento, como as gramíneas. Segundo o mesmo autor, com esse efeito, a ausência de controle ou manejo inadequado dessas invasoras, nos estádios iniciais da cultura, pode implicar em elevadas perdas na produtividade florestal. No presente estudo, e seguindo os procedimentos operacionais da empresa Alterosa, o replantio ocorreu uma única vez, aos 60 dias após o plantio. Neste sentido, as taxas de mortalidade observadas foram adequadas ao padrão esperado para plantios com eucalipto.

Para a variável DAP, as médias encontradas para o clone 1 em função das fontes e doses de B encontram-se nas Figuras 4A, 4C e 4E. Observa-se que, para as três fontes estudadas, a aplicação de fontes de B foi eficiente em promover aumentos no DAP.

Os melhores tratamentos para a variável diâmetro foram F1D2, F2D1 e F3D3, os quais apresentaram aumentos de 6,78 %, 5,93 % e 7,63 % em relação à testemunha.

O clone 2 apresentou crescimento no DAP superior ao clone 1, com média de 13,74 cm de DAP, enquanto o clone 1 apresentou média de 12,36 cm de DAP (Figuras 4B, 4D e 4F).

O aumento das doses de B proporcionou aumento no DAP das árvores de acordo com

os modelos quadráticos, indicando respostas positivas ao suprimento do nutriente e também que as doses testadas foram suficientes para promover o crescimento máximo desta variável.

Para a testemunha no clone 2, a média foi de 13,7 cm. Neste clone, os melhores tratamentos para cada fonte foram: D2 para a fonte borogran, D4 para a fonte granubor e D2 para a fonte neobor, com médias de 14,0, 14,3 e 14,4 cm, respectivamente.

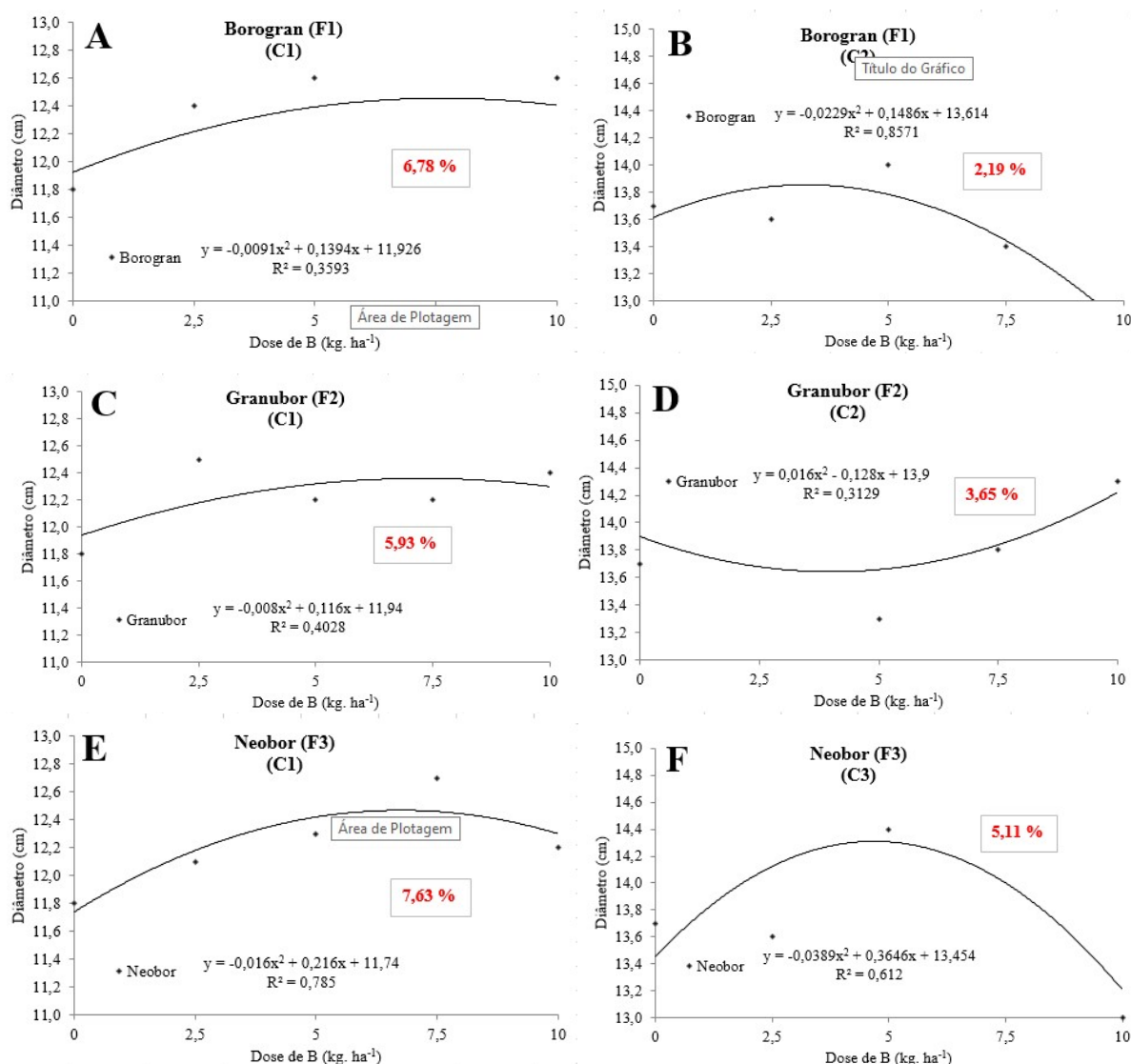


Figura 4 – DAP médio em função da aplicação de fontes (F1,F2 e F3) e doses de B avaliada aos 40 meses após o plantio.

Paula (2009), estudando fontes de diferentes solubilidades de B, na dose de 4 kg ha⁻¹ de B aplicadas em filete contínuo, na projeção da copa, em um solo com teor de B de 0,21 mg dm⁻³ na camada de 10-30 cm, não verificou incremento no DAP de híbridos de *Eucalyptus urophylla* até os 20 meses de idade. Por outro lado Barreto et al. (2007), trabalhando em casa

de vegetação, obtiveram acréscimos lineares em diâmetro de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com aplicação de B (0; 0,14; 0,27; 0,54 mg/dm³), utilizando-se o ácido bórico (17 % de B).

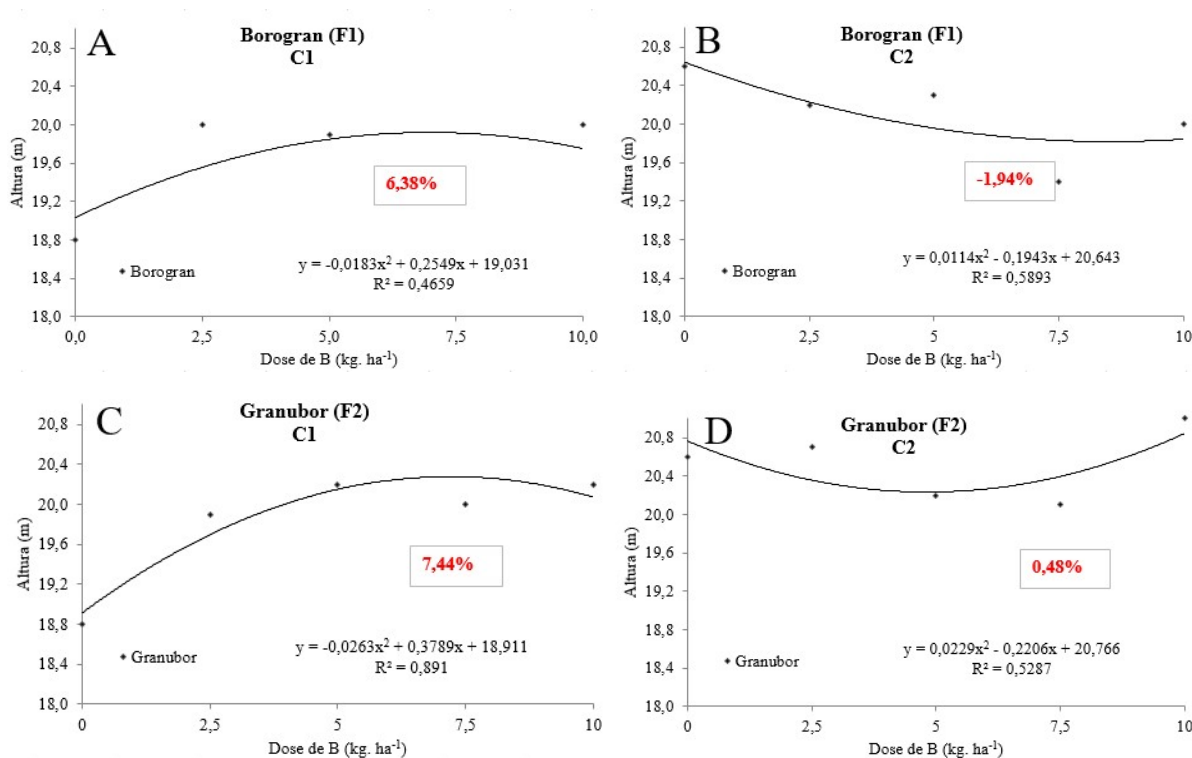
Para a variável altura, as médias encontradas para o clone 1 em função suprimimento de B encontram-se nas Figuras 5A, 5C e 5E. Observa-se que para as três fontes avaliadas, a adubação com B promoveu aumentos em altura de acordo com modelos quadráticos.

Os melhores tratamentos para a variável altura foram F2D3, F2D4 e F3D3, os quais apresentaram aumentos de 6,38 %, 7,44 % e 8,51 % em relação à testemunha.

O clone 2 apresentou crescimento em altura (20,18 m) superior ao clone 1 (19,95 m), mas somente respondeu positivamente à aplicação das doses de B via fonte Neobor – F3 (Figuras 5B, 5D e 5F).

Para a testemunha no clone 2, a média foi de 20,6 m. Para este clone, os melhores tratamentos foram F2D4, F3D2 e F3D4, com médias de 21,3, 20,72 e 20,89 m, respectivamente. A variação destes tratamentos em relação à média da testemunha foram de -1,94 %, 0,48 % e 1,46 %, respectivamente.

Neste contexto, observou-se que a fonte borogran foi a que proporcionou menores ganhos percentuais em altura para os dois clones, enquanto a fonte neobor proporcionou maiores ganhos proporcionais em relação à não aplicação de B.



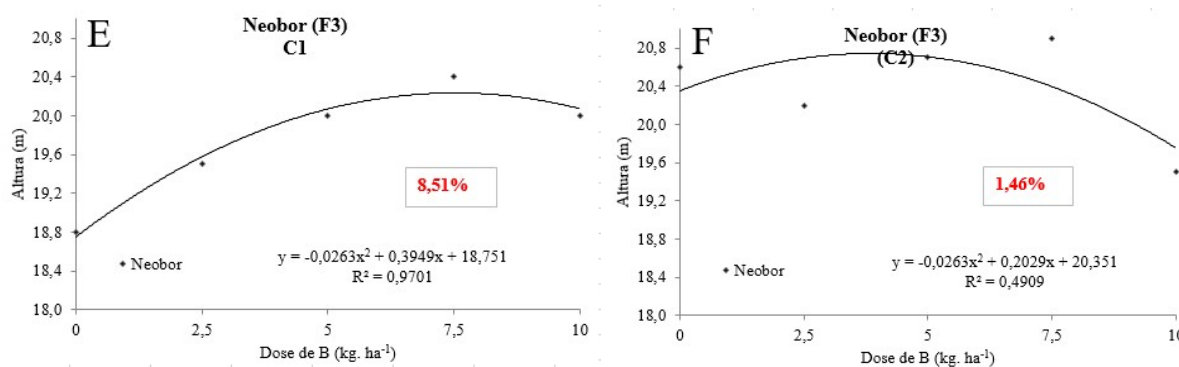


Figura 5 – Altura média dos clones de eucalipto (C1 e C2) em função da aplicação de fontes e doses B avaliada aos 40 meses após o plantio.

Segundo MARSCHNER (1995) o B é um elemento essencial cuja deficiência resulta em rápida inibição no crescimento das plantas, atuando no seu crescimento meristemático. A importância deste nutriente está associada à formação da parede celular, mais especificamente na síntese dos seus componentes, como a pectina, a celulose e a lignina (MARSCHNER, 1995; MORAES et al., 2002; SILVEIRA et al., 2002). A ausência de B tem como consequência a inibição do crescimento das plantas, em função desse elemento fazer parte da estrutura da parede celular (EPSTEIN; BLOOM, 2006). Novelino et al. (1982), Silveira et al. (2000), Maffei, Silveira e Brito (2000) também constataram que a não aplicação de B reduziu significativamente o crescimento em altura de *Eucalyptus citriodora*. Oliveira, Moraes e Buzetti (2001), estudando o efeito da adubação NPK com a presença e ausência de B em *Eucalyptus citriodora*, verificaram que em um solo com teor médio de B, realizando duas aplicações de 1 kg ha⁻¹ de B cada, houve maior crescimento em altura das plantas somente aos sete anos de idade.

Para a variável volume de madeira, as médias encontradas para o clone 1 em função da aplicação das fontes e doses de B encontram-se na figura 6A, 6C e 6E. Observa-se que, para as três fontes estudadas, o suprimento de B proporcionou ganhos, de forma quadrática ao volume de madeira produzido.

Os melhores tratamentos para a variável volume foram F1D4, F2D1, e F3D3, os quais apresentaram aumentos de 13,25 %, 10,95 % e 17,84 % em relação à testemunha. Destaca-se dentre estas a fonte neobor na dose de 7,5 kg ha⁻¹, que proporcionou 17,84 % de acréscimo no volume em relação à testemunha, não teve aplicação de B em cobertura.

O clone 2 apresentou aumento de volume superior ao clone 1, com média de 0,1555 m³ de volume, enquanto o clone 1 apresentou média de 0,1202 m³ de volume.

Para a testemunha no clone 2, a média de volume foi de 0,1577 m³. Neste clone, os

melhores tratamentos foram F1D4, F3D2 e F3D3, com médias de 0,1715, 0,1706 e 0,1722 m³, respectivamente (Figuras 6B, 6D e 6F). Semelhante às variáveis diâmetro e altura, as fontes granubor e neobor propiciaram em maiores incrementos proporcionais em relação à testemunha, com acréscimos de 8,75% e 9,19% no volume médio aos 40 meses.

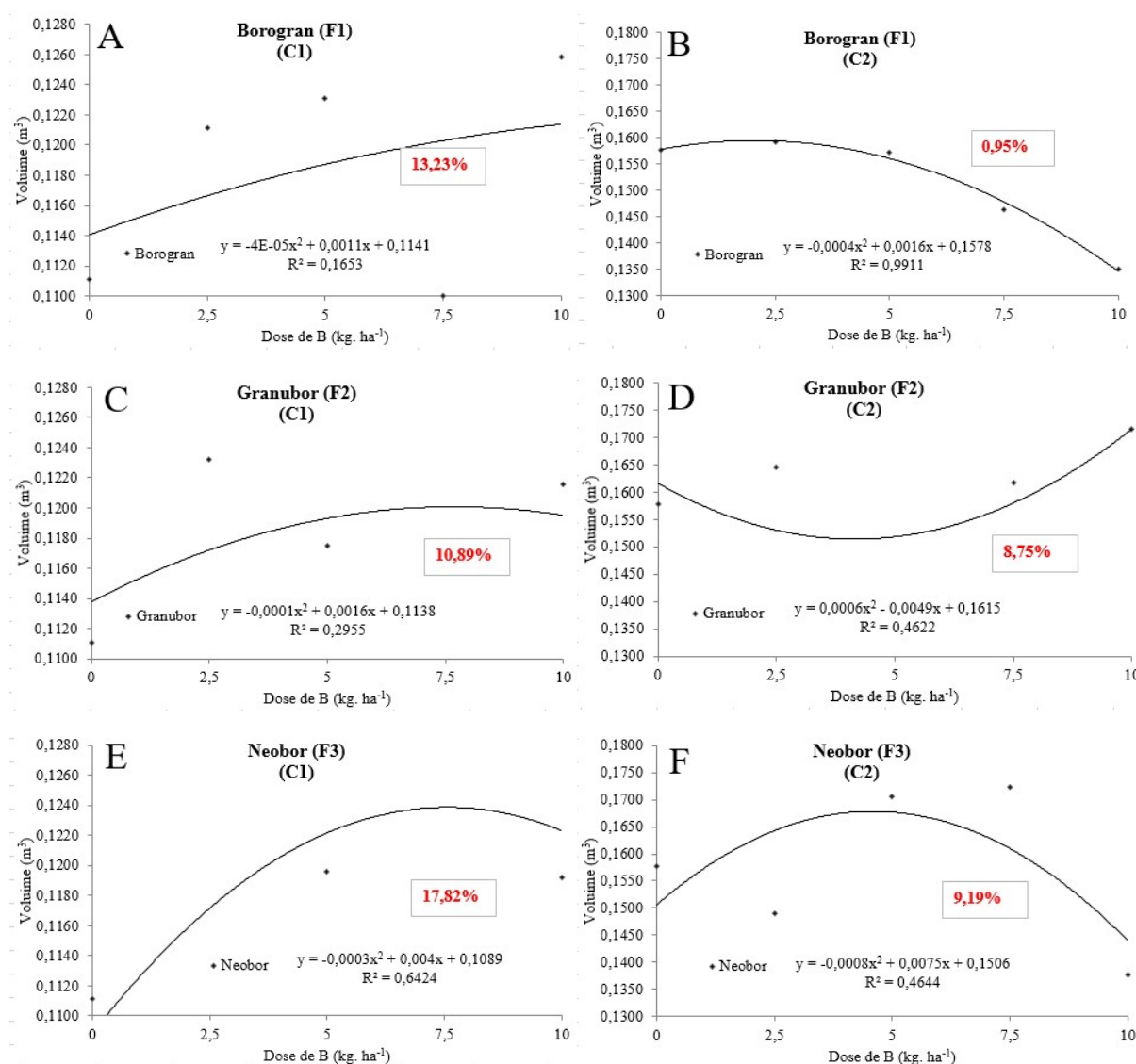


Figura 6 – Volume médio de madeira de clones de eucalipto (C1 e C2) em função da aplicação de fontes (F1, F2 e F3) e doses de B avaliado aos 40 meses após o plantio.

Após o ajuste das equações para os tratamentos testados, obteve-se um modelo para cada tratamento, em que foram estimados a Idade Técnica de Corte (ITC), volume (m³/ha) e o Incremento Médio Anual (IMA) nesta idade (Tabela 5).

Para o clone 1, o volume calculado para a testemunha foi de 123,40 m³ ha⁻¹, com IMA

de 30,85 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Após aplicação de B, observou-se que as maiores médias de volume foram obtidas com os tratamentos F1D2, F2D1 e F3D3, com 136,79, 136,92 e 139,35 m³ ha⁻¹, respectivamente. Estes tratamentos representam, acréscimos de 10,85 %, 10,95 % e 12,93 %, em relação ao volume obtido com a testemunha.

O clone 2 apresentou comportamento diferente ao clone 1, com melhores médias de volume (m³/ha) e Incremento Médio Anual (IMA). O volume para a testemunha no clone 2 foi de 174,22 m³ ha⁻¹, com IMA de 44,30 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Para este clone, os tratamentos que proporcionaram os incrementos em volume foram F1D1, F2D1 e F3D3, com volumes médios de 176,85, 182,76 e 175,40 m³ ha⁻¹ e acréscimos de 1,50, 4,90 e 0,67 %, respectivamente.

Neste contexto, observa-se que o clone 1 respondeu mais à adubação com B, tendo apresentado maiores acréscimos percentuais às variáveis volume e IMA. Para os dois clones, a idade técnica de corte calculada foi de no máximo 4 anos.

Barros et al. (1982), verificaram que aplicações de 1,0 a 1,5 g de B/planta promoveram ganhos em volume de madeira na ordem de 32 % em relação à aplicação de NPK sem B. Pinheiro (1999) observou que o suprimento de B (Bórax) em cobertura, aos 15 meses de idade, do *Eucalyptus camaldulensis*, proporcionou resposta linear crescente em volume de madeira até a dose de 4,4 g de B/planta. Fonseca et al. (1990) também constataram ganhos em volume na ordem de 25 % em relação à testemunha, com a aplicação de 1,0 g de B/planta em *Eucalyptus camaldulensis*, utilizando fertilizante de baixa solubilidade.

O volume final e a Idade Técnica de Corte são parâmetros importantes para o planejamento florestal. Dessa forma, sabendo-se dessas informações e da influência de fatores de produção, espera-se um melhor planejamento das técnicas silviculturais visando à maximização de madeira.

Tabela 5 – Idade Técnica de Corte (ITC), volume (V) e Incremento Médio Anual (IMA) dos clones de *Eucalyptus* 056 (clone 1) e 2034 (clone 2) em função da aplicação de fontes e doses de B.

Fonte	Dose	Clone	ITC (anos)	V (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/ano)	B0	B1	B2	Modelo
F1	D1	1	4	134,58	33,6445	163,2443	2,0576	0,07713	$V = b_0 \cdot \exp(-\exp(b_1 - b_2 \cdot I))$
F1	D2	1	4	136,79	34,1987	167,5618	2,1307	0,07762	$V = b_0 \cdot \exp(-\exp(b_1 - b_2 \cdot I))$
F1	D3	1	3	93,63	31,2113	143,7018	2,0716	0,08109	$V = b_0 \cdot \exp(-\exp(b_1 - b_2 \cdot I))$
F1	D4	1	3	105,10	35,0327	164,5237	2,2280	0,08418	$V = b_0 \cdot \exp(-\exp(b_1 - b_2 \cdot I))$
F2	D1	1	4	136,92	34,2292	166,4029	2,1043	0,07789	$V = b_0 \cdot \exp(-\exp(b_1 - b_2 \cdot I))$
F2	D2	1	4	130,53	32,6332	160,0352	2,0170	0,07516	$V = b_0 \cdot \exp(-\exp(b_1 - b_2 \cdot I))$
F2	D3	1	4	129,44	32,3598	158,8662	2,0837	0,07644	$V = b_0 \cdot \exp(-\exp(b_1 - b_2 \cdot I))$

F2	D4	1	3	103,27	34,4225	158,2486	2,1276	0,08275	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F3	D1	1	4	126,05	31,5122	153,1539	2,0755	0,07732	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F3	D2	1	4	132,87	33,2179	161,9855	2,0849	0,07716	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F3	D3	1	4	139,35	34,8380	165,0504	2,2094	0,08304	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F3	D4	1	4	132,48	33,1194	159,6859	2,0702	0,07808	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
T		1	4	123,40	30,8505	152,9645	2,1172	0,07615	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F1	D1	2	4	176,85	44,2122	247,3103	2,2023	0,06864	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F1	D2	2	4	160,19	40,0471	214,7996	2,1790	0,07094	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F1	D3	2	4	155,90	38,9752	209,4413	2,1992	0,07123	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F1	D4	2	4	131,29	32,8235	161,7330	2,1495	0,07744	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F2	D1	2	4	182,76	45,6897	253,6568	2,1910	0,06888	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F2	D2	2	4	149,51	37,3784	205,6632	2,1460	0,06852	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F2	D3	2	4	164,67	41,1671	214,4163	2,2456	0,07453	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F2	D4	2	4	182,58	45,6453	243,7432	2,2310	0,07235	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F3	D1	2	4	158,71	39,6772	208,1263	2,1189	0,07134	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F3	D2	2	4	181,66	45,4162	245,9070	2,1529	0,06974	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F3	D3	2	4	175,40	43,8499	228,7362	2,2412	0,07432	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
F3	D4	2	4	153,09	38,2729	202,5429	2,2251	0,07288	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$
T		2	4	174,22	44,3052	226,4692	2,1145	0,07225	$V = b0 \cdot \exp(-\exp(b1 - b2 \cdot I))$

Após a realização das análises econômicas, apresenta-se os valores calculados para a Idade Econômica de Corte (IEC), assim como volume (m³/ha) e Incrementos Médios Anuais (IMAs) nessa idade para cada tratamento (Tabela 6). Observou-se que a IEC foi superior à ITC, com valores de cinco para todos os tratamentos do clone 1 e varinado de cinco a seis anos para o clone 2, a depender do tratamento.

Segundo Rezende, Oliveira e Rodrigues (2005), a rotação econômica ou Idade Técnica de Corte (ITC) se destaca das demais, pois considera o fator econômico-financeiro na sua determinação indicando como idade ótima a que maximiza o retorno do capital investido. Se o objetivo do investidor for maximizar lucros, então a decisão sobre a idade de corte deve ser feita num ambiente econômico. Os parâmetros VPL, TIR e BPE indicaram que os tratamentos F1D2 e F2D1 apresentaram melhores indicadores para o clone 1 e, para o clone 2, os tratamentos F1D1 e F2D1. Os valores de VPL para o tratamento testemunha no clone 1 foi de R\$3.422,34, enquanto para o clone 2 foi de R\$7.552,13, indicando ser o plantio do clone 2 mais rentável economicamente nas condições avaliadas neste estudo. Ao analisar a TIR, esta foi de 13,58 % e 25,05 % para a testemunha nos clones 1 e 2, respectivamente. O parâmetro BPE seguiu tendência semelhante, com valores de R\$874,16 para o clone 1 e R\$1.929,02 para o clone 2.

Os valores da TIR observados indicaram que, nas condições analisadas, o projeto proporcionou retornos positivos, acima da taxa de juros utilizada, de (8,75 %). A TIR sendo maior que a taxa de investimento do projeto indica a viabilidade econômica do empreendimento. Portanto os valores encontrados confirmam os resultados dos outros critérios de avaliação utilizados, no que diz respeito à viabilidade do projeto.

Ao analisar os três parâmetros econômicos, em função dos tratamentos de adubação com B, observa-se que os valores de VPL, TIR e BPE indicam como melhores tratamentos F1D2, F2D1 e F3D3 para o clone 1. Para o clone 2, os tratamentos que propiciaram em maiores benefícios econômicos foram F1D1, F2D1 e F3D2. Dessa forma, em análise conjunta com os ganhos técnicos em volume e incremento de madeira, indica-se estes tratamentos para a adubação com B nos clones e condições testadas.

Tabela 6 – Análise Econômica da aplicação de B para os clones de *Eucalyptus* 056 (clone 1) e 2034 (clone 2). IEC = Idade Econômica de Corte; IMA = Incremento Médio Anual; VPL = Valor Presente Líquido; TIR = Taxa Interna de Retorno; BPE = Benefício Periódico Equivalente.

Fonte	Dose	Clone	IEC (anos)	Volume (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/ano)	VPL (R\$)	TIR (%)	BPE (R\$)
F1	D1	1	5	151,22	30,2434	4102,28	15,65	1047,83
F1	D2	1	5	154,69	30,9381	4295,70	16,15	1097,24
F1	D3	1	5	135,17	27,0350	2977,73	11,88	760,59
F1	D4	1	5	155,03	31,0062	4248,21	15,83	1085,11
F2	D1	1	5	154,13	30,8268	4260,03	16,05	1088,13
F2	D2	1	5	147,33	29,4670	4231,90	15,79	1080,94
F2	D3	1	5	146,38	29,2759	4097,15	15,22	1046,52
F2	D4	1	5	149,24	29,8488	3731,74	13,95	953,19
F3	D1	1	5	141,80	28,3603	3449,26	13,52	881,03
F3	D2	1	5	149,76	29,9515	3903,38	14,79	997,03
F3	D3	1	5	155,05	31,0106	4182,57	15,47	1068,34
F3	D4	1	5	148,42	29,6833	4121,45	15,13	1052,73
T	-	1	5	140,34	28,0687	3422,34	13,58	874,16
F1	D1	2	5	213,47	42,6939	8194,97	26,42	2093,22
F1	D2	2	5	189,52	37,9038	6585,44	22,44	1682,10
F1	D3	2	6	198,55	33,0912	6235,30	21,44	1592,66
F1	D4	2	5	148,95	29,7904	3848,54	14,62	983,02
F2	D1	2	5	219,76	43,9525	8574,70	27,15	2190,21
F2	D2	2	6	193,38	32,2303	5811,04	20,23	1484,30
F2	D3	2	6	205,16	34,1933	6643,06	22,14	1696,82
F2	D4	2	6	231,65	38,6079	8114,40	25,38	2072,64
F3	D1	2	6	198,19	33,0315	6321,30	21,77	1614,63
F3	D2	2	6	232,33	38,7222	8237,85	26,14	2104,17
F3	D3	2	6	218,76	36,4595	7476,12	24,15	1909,60
F3	D4	2	6	192,92	32,1532	5768,69	19,71	1473,48
T	-	2	6	257,42	36,7736	7552,13	25,05	1929,02

6 CONCLUSÕES

Em função dos resultados, conclui-se que o melhor tratamento obtido pela Idade Técnica de Corte (ITC) aos quatro anos foi o F3D3 (Neobor 7,5 kg/ha) com uma produção de 139,35 m³/ha para o clone 1 e F2D1 (Granubor 2,5 kg/ha) com 182,76 m³/ha para o clone 2, mostrando maiores médias de volume (m³/ha) em relação aos outros tratamentos.

Na Idade Econômica de Corte (IEC), aos 5 anos, o melhor tratamento foi o F3D3 (Neobor 7,5 kg/ha) com uma produção de 155,05 m³/h para o clone 1 e F2D1 (Granubor 2,5 kg/ha) com 219,76 m³/ha para o clone 2, mostrando maiores médias de volume (m³/ha) em relação aos outros tratamentos.

Apesar da característica de longo prazo, a atividade florestal é uma boa alternativa de diversificação da produção e da renda para pequenas e grandes empresas, uma vez que as análises indicaram a viabilidade econômica em todos os tratamentos analisados.

Quando analisados os tratamentos pelos parâmetros VPL, TIR e VPE, o tratamento F2D1 (Granubor 2,5 kg/ha) do clone 2 mostrou-se economicamente melhor, em comparação com os melhores tratamentos do clone 1.

A TIR apresentou taxa de 27,15% para o tratamento F2D1 (Granubor 2,5 kg/ha) do clone 2, sendo superior à taxa de remuneração alternativa do capital analisado no estudo (TMA = 8,75% a.a). Nessas condições, o projeto seria viável, mesmo se o mercado elevasse a taxa acima de 8,75%, até, no máximo, 18,4% ao ano.

7 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. Anuário Estatístico da ABRAF. Brasília: ABRAF, 2010. (ano base 2009).
- AZEVEDO, L.G.; CASER, R.L, 1980. **Regionalização do cerrado em função de seus geossistemas**. In : SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO : USO E MANEJO, 5., 1979. Anais...Brasília, 1979.
- BARRET, R.L.; CARTER, D.T. & SEWARD, B.R.T. – **Eucalyptus grandis in Rhodesia. The Rhodesia bulletin of forestry research**, Salisbury, (6): 27-9, 1975.
- BARROS, N. F. **Interpretação de análises químicas de solo para o crescimento de Eucalyptus spp**. Revista Árvore, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 38-44, 1982.
- BERTOLUCCI, F.; REZENDE, G.; PENCHEL, R. **Produção e utilização de híbridos de eucalipto**. Silvicultura, São Paulo, v. 51, n. 51, p. 12-16, 1995.

BRASIL SOBRINHO, M. de O.C. do., FREIRE, J.C. **O boro em alguns solos do Estado de São Paulo: avaliação por métodos químicos.** Revista da Agricultura, v.55, n.1/2, p.83-105, 1980.

BRASIL SOBRINHO, M.O.C. – **Levantamento do teor de boro em alguns solos do Estado de São Paulo.** Piracicaba, 1965. (Tese – Livre-Docente – ESALQ).

CAMARGO, G.A. de. Micronutrientes no solo. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA**, 17, Londrina, 1986. Anais Embrapa, CNPSo/IAPAR/SBCS, Londrina, 1988, p.1 13-20.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas.** Viçosa: Editora UFV, 2009. 407 p.

CELESTRINO, Thiago de Souza. **Fontes e modos de aplicação de boro na cultura do eucalipto** (clone I144). 2014. 54 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/111099>. Acesso em: 03 nov. 2021.

DANTAS, J.P. Boro: In: FERREIRA, M.E.F.; CRUZ, M.C.P.C. (Ed.). **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: Potafos, 1991. p.113-130.

DELL, B., MALAJCZUK, N., GROVE, T.S. **Nutrient disorders in plantation eucalypts.** Camberra, Australian Centre For International Agricultural Research, 1995. 104p.

DELL, B.; MALAJCZUK, D.; XU, D.; GROVE, T. S. **Nutrient disorders in plantation eucalypts.** 2. ed. Canberra: ACIAR, 2001. 188 p.

DELL, B.; MALAJACZUK, N. **Boron deficiency eucalypt in China.** Canadian Journal Forest Research, v.24, n.12, p.2409-2416, 1994.

DELL, B.; HUANG, L. Physiological response of plants to low boron. In: DELL, B.; BROWN, P.H.; BELL, R.W. (Eds.). **Boron in soils and plants: reviews.** Dordrecht, Kluwer, 1997. p.103-120.

DUGGER, W.M. **Boron in plant metabolism.** In LÄUCHLI, A.; BIELESKI, R.L., (Eds.) Inorganic plant nutrition. Berlim, Springer-Verlag, 1983. p.625-650.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** Londrina: Planta, 2006. 403 p.

FERREIRA, G.B. **Interferências da matéria orgânica e ferro na dosagem de boro com Azometina-H e comparação de extratores para boro disponível no solo.** Viçosa, 1998. 97p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa

GOLDBERG, S. **Reactions of boron with soils.** In: DELL,B.; BROWN, P.H.; BELL, R.W. (Eds.). Boron in soils and plants: reviews. Dordrecht, Kluwer, 1997. p.35-48.

GOLDSCHMIDT, V.M. **Geochemistry**. Oxford, Claredon, 1958. 730p.

GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba:IPEF, 2000. 421 p.

GUPTA, U.C.; JAME, Y.M.; CAMBELL, C.A.; LEYSHON, A.J.; NICHOLAICHUK, W. **Borontoxicity and deficiency: a review**. Canadian Journal of Soil Science, Ottawa, v.65, p.381-409,1985.

GUPTA, U.C. Factors affecting boron uptake by plants. In: GUPTA, U.C. (Ed.) **Boron and its role in crop production**. Boca Raton; Crc Press, 1993. cap. 5, 1993. p.87-104.

Indústria Brasileira de Árvores – **IBÁ. Relatório Ibá 2015** [online]. Brasília: IBÁ; 2015. 80 p. Disponível em: http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf. Acesso em: 01 nov. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. **BEPP – Brasil Eucalyptus produtividade potencial**. Disponível em: <http://www.ipef.br/bepp/>. Acesso em: 11 out. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS - IPEF. Edson A. Balloni. **Circular Técnica N°70, Outubro/79**. [S. l.], p. 1-16, 1 out. 1979.

KIRKBY E.A., ROMHELD V. Encarte Técnico nº118 - Junho/2007. **MICRONUTRIENTES NA FISILOGIA DE PLANTAS: MICRONUTRIENTES NA FISILOGIA DE PLANTAS: FUNÇÕES, ABSORÇÃO E MOBILIDADE**, International Plant Nutrition Institute (IPNI), p. 1-24, junho 2007.

LEWIS, D.H. **Boron, lignification and the origin of vascular plants - a unified hypothesis**. New Phytologist, v.84, p.209-229, 1980.

MAFFEIS, A. R.; SILVEIRA, R. L. V. A.; BRITO, J. O. **Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em Eucalyptus citriodora**. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 57, p. 87-98, 2000.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Funções. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. (Eds.). **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319p.

MARCONI, A., FREIRE, O., ABRAHÃO, I.O., BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do. **Boro nos minerais, rochas, solos e plantas**. Revista Agricultura, v.55, n.1/2, p.33-9, 1980.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. San Diego, Academic Press, 1986. 674p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.

MORAES M. F.; SANTOS, M. G.; BERMÚDEZ-ZAMBRANO, O. D.; MALAVOLTA, M.; RAPOSO, R. W. C.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. **Resposta do arroz em casa de vegetação a fontes de micronutrientes de diferentes granulometria e solubilidade**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 39, n. 6, 2004. Notas científicas.

MULLICK, D.B. **The non-specific nature of defense in bark and wood during wounding, insect and pathogen attack**. In: LOEWEISS, F.A.; RONECKLES, V.C. (Eds.). Recent advances in phytochemistry. New York, Plenum Press, 1977. v.11. p.395-441.

NORRISH, K. **Geochemistry and mineralogy of trace elements**. In: NICHOLAS, D.J.O., EGAN, A.R. (Eds.). Trace elements in soil-plant-animal-systems. New York: Academic Press, 1975, p.55-81.

OLIVEIRA, S. A; MORAES, M. L. T; BUZETTI, S. **Efeito da adubação NPK com e sem boro no crescimento de *Eucalyptus citriodora* Hook**. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 115-120, 2001.

PAULA, T. A. **Doses, fontes e formas de aplicação de boro em floresta de eucalipto**. 2009. 66 f. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2009.

PAVAN, B. E. **Crescimento de clones de eucalipto submetidos a diferentes regimes hídricos em casa de vegetação**. 2003. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

PRICE, C.A.; CLARK, H.E.; FUNKHOUSER, E.A. **Micronutrients in agriculture**. In: MORTVEDT, J.J. GIORDANO, P.M.; LINDSAY, W.L. (Eds.) Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 1972. p 231-42.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p

RESENDE, M. **Pedologia**. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 1982. 100p.

REZENDE, J. B.; PEREIRA, J. R.; BOTELHO, D. O. **Expansão da cultura do eucalipto nos municípios mineiros e gestão territorial**. Revista Cerne, Lavras, v. 19, n. 1, p. 1-7. 2013

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D.; RODRIGUES, C. **Efeito dos tributos no custo de produção, na rotação e na reforma de *Eucalyptus* spp**. Cerne, Lavras, v. 11, n. 1, p. 70-83, 2005.

ROSSA, U.B.; ANGELO, A.C.; BOGNOLA, I.A.; WESTPHALEN, D.J.; MILANI, J.E.F. **Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis***. FLORESTA, v. 45, n. 1, p. 85-96, 2015.

SAVORY, B.M. **Boron deficiency in *Eucalyptus* in Norther Rhodesia**. Empire Forest

Review, v.41, n.2, p.118-125, 1962.

SILVA, P.H.M.; POGGIANI, F.; SILVA, A.A.; PRADA NETO, I.; PAULA, R.C. **Mortalidade, crescimento e solução do solo em eucalipto com aplicação de fertilizante de liberação lenta**. CERNE, v. 21, n. 3, p. 473-481, 2015.

SILVA, W. **Tolerância de *Eucalyptus* spp. A herbicidas e a eficiência desses produtos no controle de plantas daninhas**. Viçosa, MG: UFV, 1993. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.

SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; PAULA, T.A. BOUCHARDET, J.A.; VALLE, C.F.; BONINE, C.A.V. **Exigência nutricional de clones de *Eucalyptus* em relação a boro**. Relatório de pesquisa da Votorantim Celulose e Papel, Luís Antonio, 26p. 2002b.

SILVEIRA, R.L. *et al.* **Nutrição e Adubação com Boro em *Eucalyptus***. RRAGROFLORESTAL, [s. l.], p. 1-32, março 2007.

STONE, E.L. **Boron deficiency and excess in forest trees: a review**. Forest Ecology and Management, v.37, n.1/3, p.49-75, 1990.

TASIOR, J.; TROJAN, D.G. **Uso de diferentes fertilizantes na cultura do *Eucalyptus dunnii***. TecnoEng, v. 1, n. 11, p. 1-13, 2015.

TIRLONI, C.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T; NOVELINO, J. O; CARDUCCI, C. E; HEID, D. M. **Crescimento de *Corymbia citriodora* sob aplicação de boro nas épocas secas e chuvosas no Mato Grosso do Sul, Brasil**. Silva Lusitana, Oeiras, v. 19, n 2, p. 185-194, 2011.

TOKESHI, F.; GUIMARÃES, R.F.; TOMAZELLO FILHO, M. **Deficiência de boro em *Eucalyptus* em São Paulo**. Summa Phytopathologica, v.2, n.2, p.122-126, 1976.

VAIL, J.W.; CALTON, W.E.; STRANG, R.M. **Dieback of Wattle: boron deficiency**. Empire African Agriculture Journal, v.23, n.2, p.100-103, 1957.

YNAMA, R. & PRIMAVESI, O. – **Micronutrientes ou elementos menores completando as adubações, equilibram a fertilidade do solo**. 3.ed. S. Paulo, Agrofertil, 1973.



Universidade Federal
de São João del-Rei

ANEXO A - Termo de autorização para publicação no Repositório Institucional da UFSJ

Eu Samuel Corrêa de Oliveira, RG MG-17.223.111, Org. SSP Exp.17/03/2021, CPF 116813616-47, e-mail: samueloliveira2006@yahoo.com.br, telefone (37) 99110-6771, na qualidade de titular dos direitos de autor querecaem sobre minha produção:

(X) trabalho de conclusão de curso () dissertação de mestrado () tese de doutorado
() _____ (outro)

Título: AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DE FONTES E DOSES DE BORO EM PLANTIOS DE *Eucalyptus sp.* EM SOLOS DO CERRADO, defendida em: 26/11/2021, no programa de (X) Graduação () Pós-Graduação em Engenharia Florestal, com fundamento nas disposições sobre direitos autorais (Lei nº 9.610 de 19 de fevereiro de 1998), autorizo a Universidade Federal de São João del-Rei a disponibilizar gratuitamente a obra citada, sem ressarcimentode direitos autorais, para fins de leitura e impressão, a título de divulgação da produção científica gerada pela universidade, a partir desta data. Autorizo a liberação:

(X) Total

() Parcial (serão disponibilizados apenas resumo, palavras-chave, e os dados: autor, título, membros da banca examinadora, data de defesa, entre outros).

Motivo: _____

Obs.: No caso de liberação parcial, a dissertação/tese impressa não poderá ser consultada no acervo.

Estou ciente que, em caso de liberação parcial, o documento será mantido nesta opção durante 1 (um) ano a partir da data de autorização da publicação. Para ampliação deste prazo, devo manifestar-me junto a Dibib/UFSJ. Para liberação antes do prazo estipulado, formalizarei a autorização. Se não houver manifestação, o texto completo da dissertação/tese será liberado em sua totalidade e a versão impressa será disponibilizada para consulta.

O conteúdo disponibilizado é de minha inteira responsabilidade.

Sete Lagoas, MG, 26 de Novembro de 2021.

Samuel Corrêa de Oliveira

Assinatura do Autor

ANEXO B - Fluxo de caixa para elaboração de Idade Econômica de Corte

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.301,91	R\$ 2.301,91	-	-
1	12	7,3382	0,61152	R\$ 508,76	R\$ 3.012,08	R\$ 733,82	-R\$ 2.278,26
2	24	47,7418	1,98924	R\$ 1.959,31	R\$ 5.234,94	R\$ 4.774,18	-R\$ 460,75
3	36	100,2833	2,78565	R\$ 1.183,51	R\$ 6.876,51	R\$ 10.028,33	R\$ 3.151,82
4	48	134,5778	2,8037	R\$ 498,44	R\$ 7.976,64	R\$ 13.457,78	R\$ 5.481,14
5	60	151,2171	2,52029	R\$ 207,31	R\$ 8.881,91	R\$ 15.121,71	R\$ 6.239,81
6	72	158,3673	2,19955	R\$ -	R\$ 9.659,07	R\$ 15.836,73	R\$ 6.177,66
7	84	161,2937	1,92016	R\$ -	R\$ 10.504,24	R\$ 16.129,37	R\$ 5.625,13
8	96	162,4684	1,69238	R\$ -	R\$ 11.423,36	R\$ 16.246,84	R\$ 4.823,48

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.314,54	R\$ 2.314,54	-	-
1	12	6,0721	0,50601	R\$ 521,39	R\$ 3.038,45	R\$ 607,21	-R\$ 2.431,25
2	24	45,3449	1,88937	R\$ 1.971,94	R\$ 5.276,26	R\$ 4.534,49	-R\$ 741,77
3	36	100,1244	2,78123	R\$ 1.183,51	R\$ 6.921,44	R\$ 10.012,44	R\$ 3.091,00
4	48	136,7948	2,84989	R\$ 498,44	R\$ 8.025,51	R\$ 13.679,48	R\$ 5.653,97
5	60	154,6907	2,57818	R\$ 207,31	R\$ 8.935,05	R\$ 15.469,07	R\$ 6.534,02
6	72	162,3679	2,25511	R\$ -	R\$ 9.716,86	R\$ 16.236,79	R\$ 6.519,92
7	84	165,4960	1,97019	R\$ -	R\$ 10.567,09	R\$ 16.549,60	R\$ 5.982,51
8	96	166,7449	1,73693	R\$ -	R\$ 11.491,71	R\$ 16.674,49	R\$ 5.182,78

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.327,18	R\$ 2.327,18	-	-
1	12	7,1581	0,5965	R\$ 534,03	R\$ 3.064,83	R\$ 715,81	-R\$ 2.349,02
2	24	46,2581	1,92742	R\$ 1.984,58	R\$ 5.317,58	R\$ 4.625,81	-R\$ 691,76
3	36	93,6340	2,60094	R\$ 1.183,51	R\$ 6.966,37	R\$ 9.363,40	R\$ 2.397,02
4	48	122,2257	2,54637	R\$ 498,44	R\$ 8.074,37	R\$ 12.222,57	R\$ 4.148,20
5	60	135,1749	2,25292	R\$ 207,31	R\$ 8.988,19	R\$ 13.517,49	R\$ 4.529,31
6	72	140,4181	1,95025	R\$ -	R\$ 9.774,66	R\$ 14.041,81	R\$ 4.267,15
7	84	142,4520	1,69586	R\$ -	R\$ 10.629,94	R\$ 14.245,20	R\$ 3.615,26
8	96	143,2282	1,49196	R\$ -	R\$ 11.560,06	R\$ 14.322,82	R\$ 2.762,76

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.339,81	R\$ 2.339,81	-	-
1	12	5,6035	0,46696	R\$ 546,66	R\$ 3.091,20	R\$ 560,35	-R\$ 2.530,85
2	24	48,0552	2,0023	R\$ 1.997,21	R\$ 5.358,89	R\$ 4.805,52	-R\$ 553,37
3	36	105,0980	2,91939	R\$ 1.183,51	R\$ 7.011,31	R\$ 10.509,80	R\$ 3.498,49
4	48	139,7502	2,91146	R\$ 498,44	R\$ 8.123,24	R\$ 13.975,02	R\$ 5.851,78
5	60	155,0311	2,58385	R\$ 207,31	R\$ 9.041,33	R\$ 15.503,11	R\$ 6.461,78
6	72	161,0015	2,23613	R\$ -	R\$ 9.832,45	R\$ 16.100,15	R\$ 6.267,70
7	84	163,2323	1,94324	R\$ -	R\$ 10.692,79	R\$ 16.323,23	R\$ 5.630,44
8	96	164,0523	1,70888	R\$ -	R\$ 11.628,40	R\$ 16.405,23	R\$ 4.776,82

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.314,20	R\$ 2.314,20	-	-
1	12	6,6439	0,55366	R\$ 521,05	R\$ 3.037,75	R\$ 664,39	-R\$ 2.373,36
2	24	46,9769	1,95737	R\$ 1.971,60	R\$ 5.275,15	R\$ 4.697,69	-R\$ 577,47
3	36	101,2658	2,81294	R\$ 1.183,51	R\$ 6.920,24	R\$ 10.126,58	R\$ 3.206,34
4	48	136,9170	2,85244	R\$ 498,44	R\$ 8.024,20	R\$ 13.691,70	R\$ 5.667,50
5	60	154,1339	2,5689	R\$ 207,31	R\$ 8.933,63	R\$ 15.413,39	R\$ 6.479,77
6	72	161,4726	2,24268	R\$ -	R\$ 9.715,32	R\$ 16.147,26	R\$ 6.431,94
7	84	164,4491	1,95773	R\$ -	R\$ 10.565,41	R\$ 16.444,91	R\$ 5.879,50
8	96	165,6329	1,72534	R\$ -	R\$ 11.489,88	R\$ 16.563,29	R\$ 5.073,41

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.339,13	R\$ 2.339,13	-	-
1	12	7,5816	0,6318	R\$ 545,98	R\$ 3.089,79	R\$ 758,16	-R\$ 2.331,64
2	24	46,4273	1,93447	R\$ 1.996,53	R\$ 5.356,69	R\$ 4.642,73	-R\$ 713,96
3	36	96,8568	2,69047	R\$ 1.183,51	R\$ 7.008,91	R\$ 9.685,68	R\$ 2.676,77
4	48	130,5329	2,71944	R\$ 498,44	R\$ 8.120,63	R\$ 13.053,29	R\$ 4.932,66
5	60	147,3348	2,45558	R\$ 207,31	R\$ 9.038,49	R\$ 14.733,48	R\$ 5.694,99
6	72	154,7546	2,14937	R\$ -	R\$ 9.829,36	R\$ 15.475,46	R\$ 5.646,11
7	84	157,8710	1,87942	R\$ -	R\$ 10.689,43	R\$ 15.787,10	R\$ 5.097,68
8	96	159,1534	1,65785	R\$ -	R\$ 11.624,75	R\$ 15.915,34	R\$ 4.290,59

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.364,07	R\$ 2.364,07	-	-
1	12	6,4092	0,5341	R\$ 570,92	R\$ 3.141,84	R\$ 640,92	-R\$ 2.500,92
2	24	44,0448	1,8352	R\$ 2.021,47	R\$ 5.438,22	R\$ 4.404,48	-R\$ 1.033,74
3	36	95,1476	2,64299	R\$ 1.183,51	R\$ 7.097,57	R\$ 9.514,76	R\$ 2.417,19
4	48	129,4394	2,69665	R\$ 498,44	R\$ 8.217,05	R\$ 12.943,94	R\$ 4.726,89
5	60	146,3797	2,43966	R\$ 207,31	R\$ 9.143,35	R\$ 14.637,97	R\$ 5.494,62
6	72	153,7536	2,13547	R\$ -	R\$ 9.943,40	R\$ 15.375,36	R\$ 5.431,97
7	84	156,8031	1,8667	R\$ -	R\$ 10.813,44	R\$ 15.680,31	R\$ 4.866,87
8	96	158,0386	1,64624	R\$ -	R\$ 11.759,62	R\$ 15.803,86	R\$ 4.044,24

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.389,00	R\$ 2.389,00	-	-
1	12	7,0577	0,58814	R\$ 595,85	R\$ 3.193,89	R\$ 705,77	-R\$ 2.488,12
2	24	49,9984	2,08327	R\$ 2.046,40	R\$ 5.519,75	R\$ 4.999,84	-R\$ 519,91
3	36	103,2675	2,86854	R\$ 1.183,51	R\$ 7.186,24	R\$ 10.326,75	R\$ 3.140,50
4	48	135,1026	2,81464	R\$ 498,44	R\$ 8.313,48	R\$ 13.510,26	R\$ 5.196,78
5	60	149,2442	2,4874	R\$ 207,31	R\$ 9.248,22	R\$ 14.924,42	R\$ 5.676,20
6	72	154,8511	2,15071	R\$ -	R\$ 10.057,43	R\$ 15.485,11	R\$ 5.427,67
7	84	156,9813	1,86882	R\$ -	R\$ 10.937,46	R\$ 15.698,13	R\$ 4.760,67
8	96	157,7779	1,64352	R\$ -	R\$ 11.894,49	R\$ 15.777,79	R\$ 3.883,30

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.314,20	R\$ 2.314,20	-	-
1	12	6,5581	0,54651	R\$ 521,05	R\$ 3.037,75	R\$ 655,81	-R\$ 2.381,94
2	24	44,0635	1,83598	R\$ 1.971,60	R\$ 5.275,15	R\$ 4.406,35	-R\$ 868,80
3	36	93,5828	2,59952	R\$ 1.183,51	R\$ 6.920,24	R\$ 9.358,28	R\$ 2.438,04
4	48	126,0488	2,62602	R\$ 498,44	R\$ 8.024,20	R\$ 12.604,88	R\$ 4.580,68
5	60	141,8016	2,36336	R\$ 207,31	R\$ 8.933,63	R\$ 14.180,16	R\$ 5.246,53
6	72	148,5604	2,06334	R\$ -	R\$ 9.715,32	R\$ 14.856,04	R\$ 5.140,72
7	84	151,3209	1,80144	R\$ -	R\$ 10.565,41	R\$ 15.132,09	R\$ 4.566,68
8	96	152,4265	1,58778	R\$ -	R\$ 11.489,88	R\$ 15.242,65	R\$ 3.752,76

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.339,13	R\$ 2.339,13	-	-
1	12	6,6921	0,55767	R\$ 545,98	R\$ 3.089,79	R\$ 669,21	-R\$ 2.420,59
2	24	45,8380	1,90992	R\$ 1.996,53	R\$ 5.356,69	R\$ 4.583,80	-R\$ 772,89
3	36	98,2385	2,72885	R\$ 1.183,51	R\$ 7.008,91	R\$ 9.823,85	R\$ 2.814,94
4	48	132,8717	2,76816	R\$ 498,44	R\$ 8.120,63	R\$ 13.287,17	R\$ 5.166,54
5	60	149,7577	2,49596	R\$ 207,31	R\$ 9.038,49	R\$ 14.975,77	R\$ 5.937,28
6	72	157,0262	2,18092	R\$ -	R\$ 9.829,36	R\$ 15.702,62	R\$ 5.873,26
7	84	160,0023	1,90479	R\$ -	R\$ 10.689,43	R\$ 16.000,23	R\$ 5.310,81
8	96	161,1969	1,67913	R\$ -	R\$ 11.624,75	R\$ 16.119,69	R\$ 4.494,94

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.364,07	R\$ 2.364,07	-	-
1	12	5,7141	0,47617	R\$ 570,92	R\$ 3.141,84	R\$ 571,41	-R\$ 2.570,43
2	24	47,6815	1,98673	R\$ 2.021,47	R\$ 5.438,22	R\$ 4.768,15	-R\$ 670,07
3	36	104,3576	2,89882	R\$ 1.183,51	R\$ 7.097,57	R\$ 10.435,76	R\$ 3.338,19
4	48	139,3521	2,90317	R\$ 498,44	R\$ 8.217,05	R\$ 13.935,21	R\$ 5.718,16
5	60	155,0529	2,58422	R\$ 207,31	R\$ 9.143,35	R\$ 15.505,29	R\$ 6.361,94
6	72	161,2865	2,24009	R\$ -	R\$ 9.943,40	R\$ 16.128,65	R\$ 6.185,25
7	84	163,6507	1,94822	R\$ -	R\$ 10.813,44	R\$ 16.365,07	R\$ 5.551,63
8	96	164,5323	1,71388	R\$ -	R\$ 11.759,62	R\$ 16.453,23	R\$ 4.693,61

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.389,00	R\$ 2.389,00	-	-
1	12	7,1527	0,59606	R\$ 595,85	R\$ 3.193,89	R\$ 715,27	-R\$ 2.478,62
2	24	47,2937	1,97057	R\$ 2.046,40	R\$ 5.519,75	R\$ 4.729,37	-R\$ 790,39
3	36	99,1317	2,75366	R\$ 1.183,51	R\$ 7.186,24	R\$ 9.913,17	R\$ 2.726,93
4	48	132,4775	2,75995	R\$ 498,44	R\$ 8.313,48	R\$ 13.247,75	R\$ 4.934,27
5	60	148,4163	2,47361	R\$ 207,31	R\$ 9.248,22	R\$ 14.841,63	R\$ 5.593,42
6	72	155,1719	2,15517	R\$ -	R\$ 10.057,43	R\$ 15.517,19	R\$ 5.459,76
7	84	157,9019	1,87978	R\$ -	R\$ 10.937,46	R\$ 15.790,19	R\$ 4.852,73
8	96	158,9845	1,65609	R\$ -	R\$ 11.894,49	R\$ 15.898,45	R\$ 4.003,96

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.289,27	R\$ 2.289,27	-	-
1	12	5,4683	0,45569	R\$ 496,12	R\$ 2.985,70	R\$ 546,83	-R\$ 2.438,87
2	24	40,2241	1,676	R\$ 1.946,67	R\$ 5.193,62	R\$ 4.022,41	-R\$ 1.171,21
3	36	89,5332	2,48703	R\$ 1.183,51	R\$ 6.831,57	R\$ 8.953,32	R\$ 2.121,75
4	48	123,4018	2,57087	R\$ 498,44	R\$ 7.927,77	R\$ 12.340,18	R\$ 4.412,41
5	60	140,3435	2,33906	R\$ 207,31	R\$ 8.828,76	R\$ 14.034,35	R\$ 5.205,58
6	72	147,7729	2,0524	R\$ -	R\$ 9.601,28	R\$ 14.777,29	R\$ 5.176,01
7	84	150,8612	1,79597	R\$ -	R\$ 10.441,39	R\$ 15.086,12	R\$ 4.644,73
8	96	152,1176	1,58456	R\$ -	R\$ 11.355,02	R\$ 15.211,76	R\$ 3.856,75

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.301,91	R\$ 2.301,91	-	-
1	12	4,6714	0,38928	R\$ 508,76	R\$ 3.012,08	R\$ 467,14	-R\$ 2.544,94
2	24	43,3355	1,80564	R\$ 1.959,31	R\$ 5.234,94	R\$ 4.333,55	-R\$ 901,39
3	36	115,1692	3,19914	R\$ 1.183,51	R\$ 6.876,51	R\$ 11.516,92	R\$ 4.640,41
4	48	176,8490	3,68435	R\$ 498,44	R\$ 7.976,64	R\$ 17.684,90	R\$ 9.708,26
5	60	213,4695	3,55783	R\$ 207,31	R\$ 8.881,91	R\$ 21.346,95	R\$ 12.465,05
6	72	231,8464	3,22009	R\$ -	R\$ 9.659,07	R\$ 23.184,64	R\$ 13.525,56
7	84	240,4017	2,86192	R\$ -	R\$ 10.504,24	R\$ 24.040,17	R\$ 13.535,93
8	96	244,2547	2,54432	R\$ -	R\$ 11.423,36	R\$ 24.425,47	R\$ 13.002,11

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.314,54	R\$ 2.314,54	-	-
1	12	4,9411	0,41176	R\$ 521,39	R\$ 3.038,45	R\$ 494,11	-R\$ 2.544,34
2	24	42,9313	1,78881	R\$ 1.971,94	R\$ 5.276,26	R\$ 4.293,13	-R\$ 983,12
3	36	108,0336	3,00093	R\$ 1.183,51	R\$ 6.921,44	R\$ 10.803,36	R\$ 3.881,92
4	48	160,1885	3,33726	R\$ 498,44	R\$ 8.025,51	R\$ 16.018,85	R\$ 7.993,34
5	60	189,5189	3,15865	R\$ 207,31	R\$ 8.935,05	R\$ 18.951,89	R\$ 10.016,84
6	72	203,6204	2,82806	R\$ -	R\$ 9.716,86	R\$ 20.362,04	R\$ 10.645,18
7	84	209,9547	2,49946	R\$ -	R\$ 10.567,09	R\$ 20.995,47	R\$ 10.428,38
8	96	212,7181	2,21581	R\$ -	R\$ 11.491,71	R\$ 21.271,81	R\$ 9.780,10

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.327,18	R\$ 2.327,18	-	-
1	12	4,5201	0,37668	R\$ 534,03	R\$ 3.064,83	R\$ 452,01	-R\$ 2.612,81
2	24	40,9678	1,70699	R\$ 1.984,58	R\$ 5.317,58	R\$ 4.096,78	-R\$ 1.220,79
3	36	104,6262	2,90628	R\$ 1.183,51	R\$ 6.966,37	R\$ 10.462,62	R\$ 3.496,25
4	48	155,9007	3,24793	R\$ 498,44	R\$ 8.074,37	R\$ 15.590,07	R\$ 7.515,70
5	60	184,7245	3,07874	R\$ 207,31	R\$ 8.988,19	R\$ 18.472,45	R\$ 9.484,26
6	72	198,5472	2,7576	R\$ -	R\$ 9.774,66	R\$ 19.854,72	R\$ 10.080,07
7	84	204,7362	2,43734	R\$ -	R\$ 10.629,94	R\$ 20.473,62	R\$ 9.843,68
8	96	207,4268	2,1607	R\$ -	R\$ 11.560,06	R\$ 20.742,68	R\$ 9.182,63

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.339,81	R\$ 2.339,81	-	-
1	12	5,4637	0,45531	R\$ 546,66	R\$ 3.091,20	R\$ 546,37	-R\$ 2.544,83
2	24	42,4515	1,76881	R\$ 1.997,21	R\$ 5.358,89	R\$ 4.245,15	-R\$ 1.113,75
3	36	95,3772	2,64937	R\$ 1.183,51	R\$ 7.011,31	R\$ 9.537,72	R\$ 2.526,41
4	48	131,2939	2,73529	R\$ 498,44	R\$ 8.123,24	R\$ 13.129,39	R\$ 5.006,15
5	60	148,9518	2,48253	R\$ 207,31	R\$ 9.041,33	R\$ 14.895,18	R\$ 5.853,85
6	72	156,5606	2,17445	R\$ -	R\$ 9.832,45	R\$ 15.656,06	R\$ 5.823,62
7	84	159,6707	1,90084	R\$ -	R\$ 10.692,79	R\$ 15.967,07	R\$ 5.274,28
8	96	160,9156	1,6762	R\$ -	R\$ 11.628,40	R\$ 16.091,56	R\$ 4.463,15

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.314,20	R\$ 2.314,20	-	-
1	12	5,0662	0,42218	R\$ 521,05	R\$ 3.037,75	R\$ 506,62	-R\$ 2.531,13
2	24	45,7726	1,90719	R\$ 1.971,60	R\$ 5.275,15	R\$ 4.577,26	-R\$ 697,89
3	36	119,9136	3,33093	R\$ 1.183,51	R\$ 6.920,24	R\$ 11.991,36	R\$ 5.071,13
4	48	182,7588	3,80748	R\$ 498,44	R\$ 8.024,20	R\$ 18.275,88	R\$ 10.251,68
5	60	219,7626	3,66271	R\$ 207,31	R\$ 8.933,63	R\$ 21.976,26	R\$ 13.042,63
6	72	238,2267	3,3087	R\$ -	R\$ 9.715,32	R\$ 23.822,67	R\$ 14.107,35
7	84	246,7861	2,93793	R\$ -	R\$ 10.565,41	R\$ 24.678,61	R\$ 14.113,20
8	96	250,6273	2,6107	R\$ -	R\$ 11.489,88	R\$ 25.062,73	R\$ 13.572,85

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.339,13	R\$ 2.339,13	-	-
1	12	4,8007	0,40006	R\$ 545,98	R\$ 3.089,79	R\$ 480,07	-R\$ 2.609,73
2	24	39,4510	1,64379	R\$ 1.996,53	R\$ 5.356,69	R\$ 3.945,10	-R\$ 1.411,59
3	36	99,5489	2,76525	R\$ 1.183,51	R\$ 7.008,91	R\$ 9.954,89	R\$ 2.945,98
4	48	149,5137	3,11487	R\$ 498,44	R\$ 8.120,63	R\$ 14.951,37	R\$ 6.830,74
5	60	178,7743	2,97957	R\$ 207,31	R\$ 9.038,49	R\$ 17.877,43	R\$ 8.838,94
6	72	193,3821	2,68586	R\$ -	R\$ 9.829,36	R\$ 19.338,21	R\$ 9.508,85
7	84	200,1732	2,38301	R\$ -	R\$ 10.689,43	R\$ 20.017,32	R\$ 9.327,89
8	96	203,2324	2,117	R\$ -	R\$ 11.624,75	R\$ 20.323,24	R\$ 8.698,49

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.364,07	R\$ 2.364,07	-	-
1	12	4,5077	0,37564	R\$ 570,92	R\$ 3.141,84	R\$ 450,77	-R\$ 2.691,08
2	24	44,2038	1,84182	R\$ 2.021,47	R\$ 5.438,22	R\$ 4.420,38	-R\$ 1.017,84
3	36	112,4233	3,12287	R\$ 1.183,51	R\$ 7.097,57	R\$ 11.242,33	R\$ 4.144,75
4	48	164,6684	3,43059	R\$ 498,44	R\$ 8.217,05	R\$ 16.466,84	R\$ 8.249,79
5	60	192,4784	3,20797	R\$ 207,31	R\$ 9.143,35	R\$ 19.247,84	R\$ 10.104,49
6	72	205,1595	2,84944	R\$ -	R\$ 9.943,40	R\$ 20.515,95	R\$ 10.572,56
7	84	210,5820	2,50693	R\$ -	R\$ 10.813,44	R\$ 21.058,20	R\$ 10.244,76
8	96	212,8402	2,21709	R\$ -	R\$ 11.759,62	R\$ 21.284,02	R\$ 9.524,40

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.389,00	R\$ 2.389,00	-	-
1	12	4,8977	0,40814	R\$ 595,85	R\$ 3.193,89	R\$ 489,77	-R\$ 2.704,12
2	24	47,2805	1,97002	R\$ 2.046,40	R\$ 5.519,75	R\$ 4.728,05	-R\$ 791,70
3	36	122,4568	3,40158	R\$ 1.183,51	R\$ 7.186,24	R\$ 12.245,68	R\$ 5.059,44
4	48	182,5811	3,80377	R\$ 498,44	R\$ 8.313,48	R\$ 18.258,11	R\$ 9.944,63
5	60	215,9070	3,59845	R\$ 207,31	R\$ 9.248,22	R\$ 21.590,70	R\$ 12.342,48
6	72	231,6473	3,21732	R\$ -	R\$ 10.057,43	R\$ 23.164,73	R\$ 13.107,30
7	84	238,5912	2,84037	R\$ -	R\$ 10.937,46	R\$ 23.859,12	R\$ 12.921,66
8	96	241,5674	2,51633	R\$ -	R\$ 11.894,49	R\$ 24.156,74	R\$ 12.262,25

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.314,20	R\$ 2.314,20	-	-
1	12	6,0663	0,50552	R\$ 521,05	R\$ 3.037,75	R\$ 606,63	-R\$ 2.431,12
2	24	46,3489	1,9312	R\$ 1.971,60	R\$ 5.275,15	R\$ 4.634,89	-R\$ 640,27
3	36	109,9550	3,0543	R\$ 1.183,51	R\$ 6.920,24	R\$ 10.995,50	R\$ 4.075,26
4	48	158,7089	3,30643	R\$ 498,44	R\$ 8.024,20	R\$ 15.870,89	R\$ 7.846,69
5	60	185,4870	3,09145	R\$ 207,31	R\$ 8.933,63	R\$ 18.548,70	R\$ 9.615,07
6	72	198,1890	2,75263	R\$ -	R\$ 9.715,32	R\$ 19.818,90	R\$ 10.103,58
7	84	203,8452	2,42673	R\$ -	R\$ 10.565,41	R\$ 20.384,52	R\$ 9.819,11
8	96	206,2967	2,14892	R\$ -	R\$ 11.489,88	R\$ 20.629,67	R\$ 9.139,78

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.339,13	R\$ 2.339,13	-	-
1	12	5,9085	0,49237	R\$ 545,98	R\$ 3.089,79	R\$ 590,85	-R\$ 2.498,95
2	24	48,9263	2,03859	R\$ 1.996,53	R\$ 5.356,69	R\$ 4.892,63	-R\$ 464,06
3	36	122,2100	3,39472	R\$ 1.183,51	R\$ 7.008,91	R\$ 12.221,00	R\$ 5.212,09
4	48	181,6646	3,78468	R\$ 498,44	R\$ 8.120,63	R\$ 18.166,46	R\$ 10.045,84
5	60	215,6876	3,59479	R\$ 207,31	R\$ 9.038,49	R\$ 21.568,76	R\$ 12.530,27
6	72	232,3329	3,22685	R\$ -	R\$ 9.829,36	R\$ 23.233,29	R\$ 13.403,93
7	84	239,9341	2,85636	R\$ -	R\$ 10.689,43	R\$ 23.993,41	R\$ 13.303,98
8	96	243,3024	2,5344	R\$ -	R\$ 11.624,75	R\$ 24.330,24	R\$ 12.705,49

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.364,07	R\$ 2.364,07	-	-
1	12	4,8427	0,40356	R\$ 570,92	R\$ 3.141,84	R\$ 484,27	-R\$ 2.657,57
2	24	47,1045	1,96269	R\$ 2.021,47	R\$ 5.438,22	R\$ 4.710,45	-R\$ 727,77
3	36	119,6830	3,32453	R\$ 1.183,51	R\$ 7.097,57	R\$ 11.968,30	R\$ 4.870,72
4	48	175,3998	3,65416	R\$ 498,44	R\$ 8.217,05	R\$ 17.539,98	R\$ 9.322,93
5	60	205,1498	3,41916	R\$ 207,31	R\$ 9.143,35	R\$ 20.514,98	R\$ 11.371,63
6	72	218,7567	3,03829	R\$ -	R\$ 9.943,40	R\$ 21.875,67	R\$ 11.932,28
7	84	224,5917	2,67371	R\$ -	R\$ 10.813,44	R\$ 22.459,17	R\$ 11.645,73
8	96	227,0282	2,36488	R\$ -	R\$ 11.759,62	R\$ 22.702,82	R\$ 10.943,20

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.389,00	R\$ 2.389,00	-	-
1	12	4,2692	0,35577	R\$ 595,85	R\$ 3.193,89	R\$ 426,92	-R\$ 2.766,96
2	24	40,5051	1,68771	R\$ 2.046,40	R\$ 5.519,75	R\$ 4.050,51	-R\$ 1.469,25
3	36	103,5170	2,87547	R\$ 1.183,51	R\$ 7.186,24	R\$ 10.351,70	R\$ 3.165,45
4	48	153,0915	3,18941	R\$ 498,44	R\$ 8.313,48	R\$ 15.309,15	R\$ 6.995,68
5	60	180,2274	3,00379	R\$ 207,31	R\$ 9.248,22	R\$ 18.022,74	R\$ 8.774,52
6	72	192,9191	2,67943	R\$ -	R\$ 10.057,43	R\$ 19.291,91	R\$ 9.234,48
7	84	198,4725	2,36277	R\$ -	R\$ 10.937,46	R\$ 19.847,25	R\$ 8.909,79
8	96	200,8354	2,09204	R\$ -	R\$ 11.894,49	R\$ 20.083,54	R\$ 8.189,05

Ano	Meses	Produção	IMM	Custos Fixos	CT ACUMULADO	Receita total	VPL (LUCRO)
0	0	0	0	R\$ 2.289,27	R\$ 2.289,27	-	-
1	12	6,9642	0,58035	R\$ 496,12	R\$ 2.985,70	R\$ 696,42	-R\$ 2.289,28
2	24	52,4292	2,18455	R\$ 1.946,67	R\$ 5.193,62	R\$ 5.242,92	R\$ 49,30
3	36	122,4572	3,40159	R\$ 1.183,51	R\$ 6.831,57	R\$ 12.245,72	R\$ 5.414,14
4	48	174,9037	3,64383	R\$ 498,44	R\$ 7.927,77	R\$ 17.490,37	R\$ 9.562,60
5	60	203,1683	3,38614	R\$ 207,31	R\$ 8.828,76	R\$ 20.316,83	R\$ 11.488,06
6	72	216,3686	3,00512	R\$ -	R\$ 9.601,28	R\$ 21.636,86	R\$ 12.035,58
7	84	222,1685	2,64486	R\$ -	R\$ 10.441,39	R\$ 22.216,85	R\$ 11.775,46
8	96	224,6519	2,34012	R\$ -	R\$ 11.355,02	R\$ 22.465,19	R\$ 11.110,17