



ADRIANO JOSÉ PAVAN

**TALHADIA DE *EREMANTHUS ERYTHROPAPPUS* (DC.)
MACLEISH: FATOR CRÍTICO DE SUCESSO PARA O MANEJO
SUSTENTÁVEL.**

LAVRAS – MG

2019

ADRIANO JOSÉ PAVAN

**TALHADIA DE *EREMANTHUS ERYTHROPAPPUS* (DC.) MACLEISH:
FATOR CRÍTICO DE SUCESSO PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Restauração e Conservação de Ecossistemas Florestais, para obtenção de título de mestre.

Orientadora

Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho

Coorientador

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo

LAVRAS – MG

2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Pavan, Adriano José.

Talhadia de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish : Fator crítico de sucesso para o manejo sustentável / Adriano José Pavan. - 2019.

93 p. : il.

Orientador(a): Soraya Alvarenga Botelho.

Coorientador(a): Lucas Amaral de Melo.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Candeia. 2. Regeneração natural. 3. Sistemas silviculturais. I. Botelho, Soraya Alvarenga. II. Melo, Lucas Amaral de. III. Título.

ADRIANO JOSÉ PAVAN

**TALHADIA DE *EREMANTHUS ERYTHROPAPPUS* (DC.) MACLEISH:
FATOR CRÍTICO DE SUCESSO PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL.**

**COPPICE OF *EREMANTHUS ERYTHROPAPPUS* (DC.) MACLEISH:
CRITICAL FACTOR OF SUCCESS FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Restauração e Conservação de Ecossistemas Florestais, para obtenção de título de mestre.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2019.

Dra. Ivonise Silva Andrade

Inventar GMB Consultoria Ltda.

Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho
Orientadora

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo
Coorientador

**LAVRAS – MG
2019**

À minha família.

*A Vanete, minha esposa, que amo e admiro pela sua coragem, simplicidade e pelo seu poder
de nos fazer construir uma vida melhor a cada dia.*

*A Letícia, minha filhinha, que muitas vezes encostava cheia de carinhos em mim, enquanto eu
trabalhava, e pedia pra ir brincar com ela. Momentos únicos que serão sempre lembrados.*

A Inês, minha mãe, que se realiza a cada degrau que conquisto.

A Vicente, meu pai, por todo seu sacrifício que fez por mim e pela família.

*A Ana Cláudia e Luciana, minhas irmãs, que estão sempre prontas para me ajudar, e vivem
rezando por mim.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Reservei essa para ser a última página a ser escrita. Se não está em branca é por que muitas pessoas me ajudaram nessa conquista, e muitos nem sabem o quanto me ajudaram. Sozinho não teria chegado aqui.

Agradeço a Deus, por me iluminar nessa caminhada e me dar saúde.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) por oferecer essa maravilhosa oportunidade promovida pelo Mestrado Profissional. Transformou meus questionamentos em conhecimentos e me capacitou para enfrentar novos desafios.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais (PRPG-TIA) e das disciplinas isoladas que também cursei. Fizeram muito mais do que achavam que estavam fazendo. Me ensinaram muito e foram meu espelho, fazendo desafiar-me a produzir o melhor de mim.

À Vanete, que desde quando casamos e comecei a trabalhar com ela, foi me treinando e ensinado o que sabia sobre manejo de candeia, da melhor forma, na prática, no campo. Medimos juntos o experimento e, enquanto eu estudava e escrevia, ela que viajava para trabalhar e enfrentou muito alto de serra a pé para fazer os projetos que não pude ir.

À Citróleo, pela parceria, apoio e confiança em tudo que faço. Por ter promovido os recursos necessários à realização do experimento. Especialmente o Sr. Rafael Montuenga Mestre e o Juliano Della Coletta, que além de reconhece-los como empreendedores de sucesso, perseverantes e resilientes, tenho sempre a amizade, o respeito e o carinho deles.

À equipe da Citróleo, que trabalha comigo e com a Vanete. Sempre dispostos a nos ajudar para conduzir e medir os experimentos. Rodrigo, Queila, Jesus, Luis Carlos e Ronaldo.

À Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho, simples, despachada, mostra o caminho a ser seguido, discute o que precisa, se esforça e arruma um tempo pra tudo entre tantos outros projetos que está envolvida. Só quem tem muita experiência e competência que possui essas qualidades. Obrigado pela atenção, carinho e dedicação e por ser minha orientadora.

Ao Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo, cada dia mais cheio de atribuições pela sua competência. Há muitos anos sempre me dando respostas a muitos questionamentos e colaborando com meus projetos. Obrigado por ser meu coorientador.

À Profa. Dra. Marcela de Castro Nunes Santos Terra, sua contribuição foi essencial para que eu realizasse meus objetivos. Agradeço muito sua atenção, simplicidade e calma para me explicar sobre o que eu ainda não dominava.

Ao prof. Dr. Lucas Rezende Gomide, não só por ter aceito participar da banca, mas também por ter me estimulado desde o começo a ingressar no mestrado, por me receber sempre em sua sala e discutir minhas observações e questionamentos, até a hora que o relógio comece a nos interromper. Obrigado pela sua amizade.

À Dra. Ivonise Silva Andrade, por ter aceito o convite para participar da banca e se dispondo a viajar para estar aqui em Lavras. Além de ser especialista no assunto é também uma amiga tão querida e tão próxima, mesmo morando longe atualmente.

Aos colegas de todas as turmas que frequentei durante esses anos como aluno especial e aluno regular do mestrado. Além de aprender com cada um, fortalecer nosso network com gente tão bem capacitada e cheia de atitudes, a amizade nos faz sentir melhor e mais confiáveis. Obrigado meus queridos colegas e muito sucesso pra vocês.

Aos amigos do Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal (LEMAF), porque é lá que o vou pedir socorro pro Kallil, para Thiza e pro Charles. Muito obrigado por poder contar com vocês sempre.

Aos colegas do Laboratório de Silvicultura da UFLA, em especial a Michele, o Erik, o Matheus e o José Pedro. Muito obrigado pela ajuda e contribuição.

Aos professores e amigos do Departamento de Ciências Florestais (DCF-UFLA), em especial José Márcio de Mello, Luis Antônio Coimbra Borges, Ana Carolina M Campos Barbosa, Marco Aurélio Leite Fontes, Luis Marcelo Tavares de Carvalho e José Roberto Soares Scolforo, por sempre me ajudarem da melhor maneira possível, aquela que a gente bate na porta e entra, encontra no corredor ou manda uma mensagem e nunca fica sem uma resposta, por mais apertado e corrido que esteja o dia.

Ao Sebastião Donizete Machado, homem de vida simples e grande caráter, que vive do sustento que extrai da terra e das florestas, e sabe como fazer a candeia brotar das raízes há décadas.

Ao Antônio Carlos Castellani, pessoa formidável, que sempre me apoia e me enche de desafios. Foi por suas tantas e variadas demandas que me fez decidir em ingressar no mestrado e aprender cada vez mais, para transformar os conhecimentos em resultados que beneficie as pessoas e o meio ambiente. Muito obrigado.

E por fim, à Letícia, pelas interrupções carinhosas me convidando para brincar e passear, que eu achava que não podia, mas que me ajudaram tanto e sempre me fizeram tão bem.

“O caminho se faz ao andar.”

Provérbio do personagem Sancho Pança da obra Don Quixote de la Mancha de Miguel
de Cervantes Saavedra

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar um povoamento da espécie florestal nativa *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (candeia), em Sistema de Talhadia, utilizando a técnica de escarificação manual do solo com exposição de raízes no entorno das cepas. O talhão possui área de 0,3916 ha e está localizado no município de Baependi – MG, onde a altitude média é de 1.165 m e clima Cwb (tropical de altitude). O primeiro ciclo foi colhido em sistema de corte raso aos 7,8 anos, e conduzido em Sistema de Talhadia Simples. Os tratamentos aplicados variaram em função do tempo para a realização da escarificação do solo ao redor das cepas, em 5, 6, 7 e 8 semanas após a finalização do corte das árvores. As escarificações foram feitas com enxada, em forma circular com raio de 80 cm, a uma profundidade de aproximadamente 5 cm, exclusivamente ao redor das cepas das árvores colhidas. Nos primeiros meses já foram observadas brotações de gemas adventícias das raízes dentro e fora das coroas. A área manteve-se cercada e, até o terceiro ano, foi feita roçada manual com foice para eliminar a mato-competição. Não foi feito desbaste e também não foi aplicado nenhum tipo de adubo, corretivo de solo ou defensivo agrícola. Seis anos após a realização dos tratamentos, foram lançadas quatro parcelas por tratamento medindo 5,0 x 10 m com área de 50 m². Foi realizado inventário florestal e mensurados DAP e altura das plantas regenerantes e CAS das cepas. Todos os elementos foram georreferenciados. Foram coletadas amostras de solo e analisadas. A escarificação do solo com exposição de raízes ao redor da cepa de candeia pode ser feita até oito semanas após o abate da árvore, durante o período de ocorrência de chuvas. A área de plantio de candeia colhida aos 7,8 anos de idade e conduzida em Sistema de Talhadia Simples, por meio de brotações adventícias das raízes de candeia, em seis anos apresentou densidade de plantas estabelecidas 216% superior à do plantio em alto fuste. O Sistema de Talhadia de candeia sem desbastes produziu, aos 6 anos de idade, apenas 2,68% do volume comercial obtido no plantio de mudas aos 7,8 anos de idade, quando utilizados os critérios legais de autorização de corte, o que indica a necessidade de manejo do povoamento. As correlações da densidade e área basal das plantas regenerantes com a área basal das cepas, mostrou que a densidade do plantio de candeia é um fator que pode influenciar na quantidade de regenerantes no Sistema de Talhadia. Não existe associação espacial entre cepas e regenerantes de candeia, havendo completa aleatoriedade espacial.

Palavras-chave: Candeia. Regeneração natural. Sistemas silviculturais.

ABSTRACT

The objective in this study was to evaluate a populating the native tree species *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (*candeia*), in a Coppice System, using the scarification manual technique of the soil with roots exposure on the strains surrounding. The area is 0.3916 ha and is located in Baependi – MG municipality, with the average altitude is 1.165m and Cwb climate (altitude tropical). The first cycle was harvested in a shallow cut system at 7.8 years old, and conducted in Simple Coppice System. The applied treatments varied according to the time for the soil scarification surrounding the strains, at 5, 6, 7 and 8 weeks after finishing the tree cutting. The scarifications were made with hoes in circular format with 80 cm of radius, at approximately a 5 cm depth, exclusively around the strains of the harvested trees. In the first months, the shoots of adventitious buds of roots inside and outside the crowns have been observed. The area remained surrounded and, until the third year, it was performed a manual harvest with sickle to eliminate the grass-competition. No thinning and also any type of fertilizer was applied, soil corrective of pesticide. Six years after we performed the treatments, four plots per treatment measuring 5 x 10 m with an area of 50 m² were launched. A forest inventory was taken and measured DBH (diameter at breast height), plants height and CAS (circumference at soil height) of the strains. All the elements were georeferenced. We also collected soil samples and send them to analyses. Soil scarification with root exposition surrounding the *candeia* strain can be done up to eight weeks after the tree is felled, during the rainy season. The planting area of *candeia* harvested at 7.8 years of age and carried out in the Simple Coppice System, by means of adventitious shoots of the *candeia* roots, in six years showed a density of established plants 216% higher than that of high-forest. *Candeia* Simple Coppice System without thinning produced, at 6 years, only 2.68% of the commercial volume obtained in seedlings planting at 7.8 years of age, when using the legal criteria for cutting authorization, which indicates the need for settlement management. The density correlations and basal area of regenerating plants with the strains basal area showed the *candeia* density planting is a factor that can influence the regenerating amount in the Coppice System. There is no spatial association between strains and *candeias* regenerating, thus there is complete spatial randomness.

Keywords: *Candeia*. Natural regeneration. Silvicultural systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização da área de estudo	41
Figura 2 -	Médias históricas mensais da precipitação (mm) e da temperatura (°C) entre os anos de 1961 e 1990, na região de Baependi, com base na estação climatológica de São Lourenço, MG.....	42
Figura 3 -	Vista interna do plantio de candeia, mostrando as árvores alto fuste, durante o inventário pré corte realizado em 2012	43
Figura 4 -	Madeira de candeia de origem plantada cortada e empilhada no talhão na Fazenda Citróleo em 2012 onde, posteriormente, foi conduzido o Sistema de Talhadia Simples	44
Figura 5 -	Vista panorâmica da área de plantio de candeia da Fazenda Citróleo, município de Baependi (MG), aos 7,8 anos de idade, submetida ao Sistema de Talhadia Simples. a) Em setembro de 2012, antes do corte. b) Em dezembro de 2012, após o corte	45
Figura 6 -	Vista da área de estudo, escarificada no final do mês de dezembro de 2012, após o término da colheita do primeiro ciclo do plantio de candeia.....	46
Figura 7 -	Visão interna (a, b, c, e) e externa (d, f) da área de talhadia mostrando as plantas regenerantes, com destaque para as parcelas demarcadas em campo com cano de pvc azul e barbante (a) e cerca de arame para evitar entrada de animais de criação (f)	48
Figura 8 -	Representação geográfica dos tratamentos, parcelas e repetições e as cotas de altitude em metros do terreno	49
Figura 9 -	Medição da altura total e do DAP de todos os indivíduos das parcelas realizada seis anos após o corte.....	51
Figura 10 -	Medição do CAS das cepas encontradas dentro das parcelas realizada seis anos após o corte	52
Figura 11 -	Sequência das etapas da escavação da trincheira para observação exploratória de uma raiz de candeia plantada em solo Cambissolo na Fazenda Citróleo - Baependi – MG.....	53
Figura 12 -	Brotações de gemas adventícias, na coroa com 80 cm de raio ao redor da cepa, estimuladas pelo corte da árvore e escarificação do solo	58
Figura 13 -	Brotações de <i>E. erythropappus</i> , oriundas de raízes. a) Indivíduo regenerante de candeia b) Detalhe da brotação de gema adventícia da raiz	59

Figura 14 - Evolução da regeneração de <i>E. erythropappus</i> , após o corte: a) escarificação ao redor da cepa; b) regenerações ao redor da cepa, após oito após da escarificação; c) regeneração 18 meses após a escarificação; d) regeneração 30 meses após a escarificação.	59
Figura 15 - Distribuição espacial das parcelas contendo as cepas e as plantas regenerantes seis anos após o corte alto fuste em Sistema de Talhadia Simples.....	61
Figura 16 - Trincheira aberta para observar as características de uma raiz de candeia no povoamento estudado	62
Figura 17 - Raízes com brotações de gemas adventícias na coroa da escarificação, em condições de solo mais raso, onde ocorre tipicamente o afloramento natural das raízes	63
Figura 18 - Vista da área de talhadia seis anos após o corte, em fevereiro de 2019. a) panorâmica da área de plantio remanescente e área de talhadia (dentro da linha amarela). b) Vista parcial da área de talhadia.....	65
Figura 19 - Distribuição espacial do a) índice de saturação de alumínio e b) índice de saturação de bases, com sobreposição dos tratamentos e das parcelas, cotas de elevação (m), condição química e a textura do solo.....	75
Figura 20 - Correlação entre área escarificada e brotações de <i>E. erythropappus</i>	89

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição das plantas regenerantes de candeia e volume por parcela e tratamento	67
Gráfico 2 - Histograma de frequência de plantas regenerantes por classes de DAP equivalente	68
Gráfico 3 - Comportamento do a) diâmetro, b) altura, c) área basal e d) volume das plantas regenerantes em todo o povoamento de candeia submetido ao Sistema de Talhadia Simples, seis anos após o corte do primeiro ciclo	69
Gráfico 4 - Correlações da frequência e área basal das plantas regenerantes, aos seis anos em Sistema de Talhadia Simples, com a área basal das cepas de um plantio de candeia no espaçamento de 2,5 x 2,0 m colhido aos 7,8 anos	72
Gráfico 5 - Correlações significativas da frequência de plantas regenerantes, aos seis anos em Sistema de Talhadia Simples, entre e as variáveis de solo	76
Gráfico 6 - Correlações significativas da área basal de plantas regenerantes, aos seis anos em Sistema de Talhadia Simples, entre e as variáveis de solo	77
Gráfico 7 - Correlações significativas da altura e volume de plantas regenerantes, aos seis anos em Sistema de Talhadia Simples, entre e as variáveis de solo	77
Gráfico 8 - Função K bivariada (L estimado), das parcelas com tendência à associação positiva, para cepas de <i>E. erythropappus</i> (DC.) MacLeish e plantas regenerantes da espécie, em Sistema de Talhadia Simples, seis anos após o corte.	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Plantas regenerantes de <i>E. erythropappus</i> existentes seis anos após o corte da floresta plantada e conduzida em Sistema de Talhadia Simples	60
Tabela 2 - Dados dos indivíduos que possuem fuste principal com $DAP \geq 5$ cm e volume médio por parcela e por hectare. Onde Trat.: Tratamento. Ht: Altura total (m). DAP: Diâmetro à altura do peito (cm). G: Área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$). Volume: expresso em m^3	66
Tabela 3 - Resultados da análise de variância (ANOVA) das variáveis de interesse do povoamento de candeia submetido ao Sistema de Talhadia Simples seis anos após o corte do primeiro ciclo.....	70
Tabela 4 - Distribuição de frequência de correlações testadas entre variáveis do solo e variáveis de interesse	71
Tabela 5 - Correlações testadas entre variáveis de interesse das plantas regenerantes	72
Tabela 6 - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis do solo e as variáveis de desenvolvimento das plantas.	73
Tabela 7 - Correlações testadas entre variáveis de interesse (X) e variáveis de solo (Y) que possuem tendência significativa acima de 20%.....	78
Tabela 8 - Plantas regenerantes no Sistema de Talhadia Simples de <i>E. erythropappus</i>	90
Tabela 9 - Cepas, plantas regenerantes, fustes totais e média de fustes por planta regenerante estabelecida aos seis anos após a colheita e escarificação do solo feita em 5, 6, 7 e 8 semanas após o corte (tratamentos 1, 2, 3 e 4 respectivamente)	91
Tabela 10 - Textura e fertilidade do solo.....	92
Tabela 11 - CAS e G das cepas nas parcelas seis anos após o corte alto fuste.	93

LISTA DE SIGLAS

23S	Zona 23 Sul
ADA	Ato Declaratório Ambiental
Al	Alumínio
ANOVA	Análise de Variância
AOR	Área de Ocupação das Raízes
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
ArcGIS	Software de Sistema de Informações Geográficas
B	Boro
Ca	Cambissolo álico
Ca	Cálcio
CAPeq	CAP equivalente
CAS	Circunferência à altura do solo
Cd	Cambissolo distrófico
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
CTC	Capacidade de troca catiônica
Cwb	Clima tropical de altitude
DAP	Diâmetro à altura do peito
DAPeq	Diâmetro à altura do peito equivalente
DAS	Diâmetro à altura do solo
DCC	Declaração de Colheita e Comercialização de Florestas Plantadas
DCF	Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras
DOF	Documento de Origem Florestal
E	Este
G	Área basal
GPS	Global Positioning System
H	Hidrogênio
Ht	Altura total
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDE - Sisema	Plataforma SIG do SISEMA
IEF	Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais
IEF	Instituto Estadual de Florestas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
K	Potássio
K2O	Óxido de Potássio
LEd	Latossolo Vermelho Escuro distrófico
LEMAF	Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal

Ln	Função logarítmica
LRd	Latossolo Roxo distrófico
LVd	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico
m	índice de saturação de alumínio
MDE	Modelo Digital de Elevação
MG	Minas Gerais
Mg	Magnésio
MO	o teor de matéria orgânica
N	Nitrogênio
N	Norte
NPK	Formulação comercial de fertilizante contendo Nitrogênio, Fósforo e Potássio
OSCIP	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
P	Fósforo
P2O5	Pentóxido de Fósforo, fertilizante comercialmente conhecido como supersimples
PADCT/CIAMB	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Núcleo de Ciências Ambientais
PESP	Parque Estadual da Serra do Papagaio
P-Rem	Fósforo remanescente
Programa R	Software de estatística
PRPG-TIA	Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais da Universidade Federal de Lavras
PVC	Policloreto de vinila
PVd	Podzólico Vermelho Amarelo distrófico
Ra	Litólico álico
RAPD	Random Amplified Polymorphic DNA
S	Enxofre
SB	Soma de Bases
SEMAD	Secretaria de Estado e Meio Ambiente Sustentável de Minas Gerais
SICAR	Sistema de Cadastro Ambiental Rural
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SINAFLOR	Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais
SISEMA	Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Minas Gerais
t	Capacidade de troca catiônica efetiva
T	Capacidade de troca catiônica a pH 7,0
TIFF	Tagged Image File Format
Tx	Textura
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UTM	Universal Transversa de Mercator
V	Índice de saturação de base
VTcc	Volume total com casca

WGS84	World Geodetic System 1984
Zn	Zinco

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Percentual
US\$	Moeda americana
°C	Graus Celsius
Σ	Somatório
pH	Escala de acidez
\leq	Menor ou igual
<	Menor
\geq	Maior ou igual
R^2	Coeficiente de determinação
π	Constante Matemática
CV	Coeficiente de variação
\bar{X}	Média
σ	Desvio padrão

LISTA DE ABREVIATURAS

cm	Centímetro
cmolc	Centimol de carga (unidade de capacidade de troca)
dag	Decagrama
dm ³	Decímetro cúbico
dm ³ ⁻¹	Valores por decímetro cúbico
Dr.	Doutor
Dra.	Doutora
ha	Hectare
ha ⁻¹	Valores por hectare
kg	Quilograma
kg ⁻¹	Valores por quilograma
km	Quilômetro
L ⁻¹	Valores por litro
m	Metro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
mg	Miligramma
mm	Milímetro
n ^o	Número
Prof.	Professor
Profa.	Professora

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1 Valores culturais, sociais e econômicos da candeia.....	23
2.2 Caracterização da espécie, sua ocorrência, ecofisiologia e variabilidade genética.....	24
2.3 Legislação e planos de manejo para candeia.....	29
2.4 Sistemas silviculturais	32
2.5 Sistema de Talhadia	34
2.5 Regeneração natural da candeia em áreas sob manejo sustentável.....	36
2.6 Aspectos nutricionais da candeia	38
2.7 Reflorestamento e colheita de candeia.....	39
3. MATERIAL E MÉTODOS	41
3.1 Caracterização da área.....	41
3.2 Inventário florestal pré corte	42
3.3 Colheita do primeiro ciclo de corte	43
3.4 Tratamentos e parcelas.....	45
3.5 Coleta dos dados	49
3.5.1 Georreferenciamento dos elementos das parcelas.....	49
3.5.2 Inventário florestal da talhadia.....	51
3.5.3 Avaliação das cepas encontradas	51
3.5.4 Análise de solo	52
3.5.5 Observação exploratória de uma raiz de candeia do povoamento	53
3.6 Processamento e análise dos dados	54
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1 Brotações de raízes de candeia.....	58
4.2 Resultados do Sistema de Talhadia Simples para candeia.....	63

4.3	Resultados dos tratamentos	70
4.4	Análise das variáveis e correlações.....	71
4.4.1	Correlações entre plantas regenerantes e cepas	71
4.4.2	Correlações entre as variáveis do solo e variáveis de interesse	72
4.5	Análise espacial.....	78
4.6	Considerações sobre o Sistema de Talhadia para candeia	80
5.	CONCLUSÃO	82
	REFERÊNCIAS	83
	ANEXOS	89
	APÊNDICE	90

1. INTRODUÇÃO

No estado de Minas Gerais atualmente há uma legislação específica para avaliação e aprovação de Planos de Manejo Sustentáveis para extração de madeira da espécie nativa *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, popularmente conhecida por candeia (MINAS GERAIS, 2017). Um dos objetivos do manejo sustentável é promover um possível incremento de área com novos indivíduos da espécie através da condução da regeneração natural afim de garantir os estoques futuros de matéria prima para a produção de alpha bisabolol e moirões para utilização em propriedades rurais.

Até 2004 a candeia era explorada por corte raso, através de autorização de desmatamento, sem planos de manejo que possibilitassem a condução dos povoamentos nativos da espécie de forma sustentável. Dada a preocupante situação de exploração predatória e o potencial da produção do alpha bisabolol pelos proprietários de terras nas regiões de ocorrência natural de candeia deu-se início a uma linha de pesquisa visando obter conhecimento sobre o comportamento da candeia em condições naturais e em áreas sob manejo para assim possibilitar o manejo de áreas nativas de forma sustentável, bem como promover o plantio de novas áreas de produção.

O Projeto Candeia desenvolvido à partir do ano 2000 pela Universidade Federal de Lavras, inicialmente com o apoio e recursos do Ministério do Meio Ambiente, através do Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), do Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG), CNPq/PADCT/CIAMB, logo se ampliou com a participação da OSCIP Amanhãgua, da Citróleo e demais interessados, que engajaram-se no projeto junto com os produtores rurais, principalmente da região sul de Minas Gerais, e promoveram a produção de mudas de candeia para atingir o objetivo de plantar três milhões de árvores.

Em pesquisa realizada por Andrade (2009) em áreas submetidas ao manejo sustentável, onde, após a exploração, o solo foi escarificado por meio de aração e gradagem, e foi feita a aplicação de calcário e fosfato na área, verificou-se que a regeneração da candeia ocorreu com grande intensidade e dispersa em toda a área. O sucesso da regeneração natural foi atribuído à limpeza e escarificação do solo com máquinas após exploração, e ao Sistema Porta Sementes que propiciou boa dispersão da regeneração natural por toda área manejada.

Entretanto, desde a publicação da Portaria nº 01 de 05 de janeiro de 2007 não é mais permitida a operação de gradagem do solo nas áreas sob manejo sustentável. Passou-se a adotar a técnica manual de escarificação em forma de coroas feitas com enxadas, como uma forma de

mitigar os impactos ambientais e visuais em uma área de floresta nativa (INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTA - IEF, 2007). Desde então a eficiência desta técnica tem sido colocada à prova pelos empreendedores, produtores rurais, visto que não há uniformidade e os índices de sucesso apresentam grande coeficiente de variação. Desta forma, esta atividade indispensável para garantir a sustentabilidade do manejo da candeia, passou a ser vista como um ônus, que deve ser feita apenas por obrigação legal.

Em outra pesquisa foram estudadas cinco áreas submetidas ao sistema de manejo florestal pelo Sistema Silvicultural Porta Sementes e concluiu-se que a regeneração natural se desenvolve de forma diferenciada em cada fragmento, dependendo das condições do ambiente, sendo influenciada principalmente pela altitude e predominância de candeia antes do manejo (ARAÚJO, 2012). Entretanto, nessas áreas a escarificação do solo foi feita manualmente, em forma de coroas, sem provocar os efeitos de uma escarificação feita com máquinas, por meio de aração e gradagem.

Inicialmente, pela grande produção de sementes da espécie, os estudos se concentraram na possibilidade de regeneração natural por germinação das sementes dispersas nos povoamentos, utilizando-se principalmente o Sistema Silvicultural de Árvores Porta Sementes. Entretanto, em função dos resultados obtidos nestas pesquisas, identificou-se a significativa brotação de cepas e raízes após a escarificação do solo. Desta forma a proposta de condução dos povoamentos por sistema silvicultural de Talhadia foi considerada potencial e os estudos se iniciaram visando o desenvolvimento das técnicas do Sistema de Talhadia mais adequados para os povoamentos de candeia, sejam eles naturais ou plantios comerciais

O presente trabalho visa avaliar o Sistema de Talhadia Simples através da técnica de escarificação manual do solo no entorno das cepas, em uma área de plantio comercial de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (candeia) para extração de madeira destinada à produção de alpha bisabolol, localizada no município de Baependi – MG.

Os objetivos específicos foram:

- Avaliar os efeitos da escarificação manual do solo com exposição de raízes em tempos diferentes após o abate da árvore.
- Comparar o povoamento conduzido em Sistema de Talhadia Simples com o povoamento do plantio por mudas da primeira rotação.
- Avaliar as características e o estoque atual de madeira no povoamento obtido pela regeneração natural conduzida em Sistema de Talhadia Simples.
- Avaliar as correlações e a distribuição espacial das plantas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Valores culturais, sociais e econômicos da candeia

A candeia é uma espécie florestal nativa de ocorrência no estado de Minas Gerais, dentre outros, principalmente na Serra da Mantiqueira e Serra do Espinhaço (SCOLFORO; LOEUILLÉ; ALTOÉ, 2012). Ela está presente na cultura das populações rurais que ao longo dos séculos sempre a exploraram para obtenção de lenha utilizada no tradicional fogão à lenha, nos candeeiros para iluminar as residências quando ainda não existia energia elétrica, na confecção de cercas de divisas de propriedades e pastagens, como esteios na construção de acampamentos e casas simples e rústicas e também em instalações rurais como barracões e currais. Inúmeras famílias sobreviveram, e ainda sobrevivem, direta ou indiretamente da extração de candeia das florestas e campos nativos de Minas Gerais, sendo este um recurso natural de grande importância social, pois o perfil dessas famílias é predominantemente de subsistência e de agricultura familiar.

Esta espécie florestal ocorre em altos de serra, em solos pouco férteis e de baixa produtividade, locais de difícil implantação de culturas agrícolas ou mesmo de outra espécie florestal (SCOLFORO et al., 2008), onde normalmente só é possível o acesso à pé ou no lombo de animais. Isso mantém viva a figura cultural do tropeiro, trabalhador de vida simples que maneja com destreza a tropa de burros e cavalos que são utilizados para transportar a lenha da candeia. Sua história hoje está contada através de instrumentos, utensílios e ferramentas expostas no Museu de Artes e Ofícios em Belo Horizonte, o que mostra que é uma profissão que está em extinção, causada pelas mudanças tecnológicas e sociais do mundo moderno (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FIEMG, 2019).

Um uso mais nobre e rentável foi atribuído à candeia nas últimas décadas. É a produção do alpha bisabolol, um álcool terciário também conhecido por levomenol. Trata-se de um componente majoritário do óleo essencial de candeia (THE MERCK INDEX, 1996). Inicialmente é produzido o óleo essencial, um produto florestal não madeireiro que exige o abate da planta e sua transformação em cavacos que são acondicionados em autoclaves sob baixa pressão. Ao final desse processo, denominado arraste à vapor, o óleo essencial é separado da água por densidade. Em seguida o óleo natural de candeia é colocado em um destilador e faz-se a separação do alpha bisabolol e posterior desodorização (OLIVEIRA et al., 2012). Vários autores, citados por Altoé (2012) relatam que o alpha bisabolol é utilizado nas indústrias

de cosméticos, alimentícia e de fármacos, por suas propriedades inseticida, fungicida, antibacteriana, anti-inflamatória e por apresentar baixa toxicidade.

Conforme Oliveira et al. (2012) o alpha bisabolol é comercializado por até US\$ 130.00/kg, o que confere ao produtor rural margens mais rentáveis na comercialização da madeira de candeia, sendo a mais expressiva quando é realizada diretamente com a fábrica de óleo, sem intermediários, aumentando sua participação de 13,79% para 22,80% do produto final. Scolforo et al. (2012) afirmam que a pesquisa propiciou agregar renda aos agricultores que detêm os candeais nativos com a utilização da técnica de manejo sustentável, uma vez que o conhecimento e a tecnologia gerados contrapõem à clandestinidade usual na apropriação da espécie.

2.2 Caracterização da espécie, sua ocorrência, ecofisiologia e variabilidade genética

Dentre as 22 espécies do gênero *Eremanthus* citadas por Scolforo, Loeuille e Altoé (2012), a espécie em estudo é denominada *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish e possui sinônima botânica com *Vanillosmopsis erythropappa* (DC.) Sch. Bip., *Albertinia erythropappa* (DC.), *Albertinia candolleana* Gardner e *Vanillosmopsis glomerata* Sch. Bip. (REFLORA, 2017).

As espécies de candeia que ocorrem no Brasil estão presentes nos cerrados e campo rupestres do sudeste do Planalto Central Brasileiro, em domínio de Mata Atlântica, em altitudes que variam de 400 a 2.200 metros, ocorrendo principalmente na região sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Rio de Janeiro), centro-oeste (Goiás e Distrito Federal), podendo ainda ocorrer na Bahia, Paraná Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CARMO, 2013).

O clima da região de ocorrência de candeia em Minas Gerais é, segundo classificação de Köppen, é mesotérmico úmido tipo Cwb, tropical de altitude, com verões suaves. A temperatura do mês mais quente, dependendo da altitude do local considerado, varia de 22 °C a 30 °C e a média anual entre 18 °C e 20 °C com precipitação anual média entre 1.400 e 1.550 mm, sendo os meses mais chuvosos de novembro a fevereiro e as menores precipitações ocorrem de junho a agosto (SCOLFORO; LOEUILLE; ALTOÉ, 2012).

A ocorrência da espécie está concentrada nas regiões de campo de altitude onde há predominância de Cambissolo álico (Ca), Cambissolo distrófico (Cd), Latossolo Roxo distrófico (LRd), Litólico álico (Ra), Podzólico Vermelho Amarelo distrófico (PVd) e em determinadas regiões do Sul de Minas em solos Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LEd) e

Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVd). De maneira geral, as características físicas indicam solos de textura média a arenosa, com 68,7% de areia, 20,8% de argila e 11,2% de silte (SCOLFORO; LOEUILLÉ; ALTOÉ, 2012).

Quanto à fertilidade o valor do pH é baixo, com média de 5,1 e desvio padrão 0,3; a matéria orgânica pode ser classificada como valores bons, com média de 2,2 dag/kg e desvio padrão 0,9; o cálcio apresenta valor de médio abaixo ou 0,3 mg/dm³ e desvio padrão 0,2; o magnésio, valores de baixo a muito baixo ou 0,1 cmolc/dm³; o potássio apresenta grande variabilidade de disponibilidade nas áreas, com valores de bons a baixo, na grandeza de 40,7 mg/dm³ e desvio padrão 21,7; o fósforo, baixos valores ou 1,4mg/dm³ e desvio padrão 0,4 e o alumínio, valores médios de 1,2 cmolc/dm³ e desvio padrão de 0,5. O índice de saturação de bases é, em média, de 9,7% e o índice de saturação de alumínio é de 67,6%. A soma de bases trocáveis é de 0,5 cmolc/dm³, com desvio padrão 0,2. A capacidade de troca catiônica efetiva é, em média, de 1,7 cmolc/dm³, com desvio de 0,6 e a capacidade de troca catiônica a pH 7,0 é de 6,6 cmolc/dm³, com desvio padrão de 2,8. Com base nos valores de pH, alumínio, acidez potencial e saturação por alumínio, verifica-se que possuem acidez elevada, o que pode influenciar negativamente o desenvolvimento do sistema radicular e a disponibilidade de macronutrientes. A soma de bases apresenta baixos valores, evidenciando a baixa fertilidade desses solos (SCOLFORO; LOEUILLÉ; ALTOÉ, 2012).

Estudo realizado por Faria (2012) no município de Mariana – MG demonstrou que os candeais estão instalados nos solos com oligoformismo marcante, onde a soma de base e a saturação de bases são notadamente baixas.

A casca rústica, grossa, cheia de fendas no fuste é uma das características do tronco da candeia (CORRÊA, 1931 citado por PÉREZ, 2001). Observa-se que normalmente em solos mais rasos, onde a planta encontra maior resistência para o desenvolvimento radicular e maior dificuldade para manter o equilíbrio, a densidade de indivíduos por área é menor e a planta tende a desenvolver uma quantidade maior de fustes e ramificações.

As folhas de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeisch apresentam estruturas tipicamente xeromorfas, que certamente contribuem para uma proteção mecânica e química foliar para a adaptação desta espécie no seu ambiente natural. A associação de tricomas tectores e glandulares proporciona a proteção de suas folhas a fatores abióticos e bióticos do ambiente, sendo o óleo essencial fundamental devido a sua localização nas duas faces da lâmina foliar (DUTRA et al., 2010).

A face abaxial da sua folha (inferior) apresenta aspecto esbranquiçado causado pela reflexão da luz, o que torna fácil a sua identificação à olho nu. Seu florescimento ocorre de julho a setembro, período seco e frio do ano, e sua frutificação e dispersão de sementes ocorrem no período de elevação da temperatura, de agosto a setembro e estende-se aos meses de outubro e novembro, quando ocorre o início do período de chuvas. Suas flores hermafroditas apresentam-se na cor púrpura, com grandes quantidades de pólen viável e néctar, atrativos às abelhas. O fruto é do tipo cipsela, com superfície cilíndrica e com dez arestas, cor parda-escura e contém apenas uma semente (ARAÚJO, 1944).

O sistema radicular da candeia é subterrâneo do tipo pivotante, sendo que nos indivíduos adultos se desenvolve uniformemente, explorando uma camada de terra não muito profunda, sem contudo, mostrar afloramento de raízes e dilatações exageradas na base do tronco. O crescimento radicular é rápido e, por não ser muito profundo, adapta-se bem aos solos rasos (ARAÚJO, 1944).

Experimentos realizados por Lima (2010) mostram que a candeia possui a capacidade de absorver água diretamente pelas folhas. Os eventos de neblina, típicos de matas nebulares e áreas de ocorrência da espécie, constituem uma importante fonte de água em vários ecossistemas terrestres, pois molham as superfícies foliares das plantas sem aumentar significativamente o conteúdo de água no solo. A água interceptada pode escoar ou ser absorvida diretamente pelas folhas, influenciando no desempenho ecofisiológico, crescimento e sobrevivência. A água pode difundir diretamente pelas cutículas foliares, sendo que os tricomas tectores são estruturas importantes para sua absorção. Após transpor a barreira cuticular, a água absorvida pode difundir pelas vias apoplásticas da epiderme e do parênquima das suas folhas e atingir o xilema.

A associação de tricomas tectores, diminuindo a perda de umidade na face com maior índice estomático, com tricomas glandulares que secretam substâncias lipofílicas, cria um microambiente hidrofóbico que protege ainda mais a folha de dessecações por estresse hídrico (DUTRA et al., 2010).

A madeira apresenta cerne amarelo ou castanho, sem lustro, compacto, sem sabor, de odor ativo como essência de valeriana, de textura fina, pesada, dura e resistente, rachando-se facilmente no sentido longitudinal. O alburno apresenta-se branco ou acinzentado bem diferenciado (TEIXEIRA et al., 1996).

A candeia é uma espécie de ecótono e seu ciclo de vida pode atingir mais de cinquenta anos. Ocorre nas áreas de transição entre as matas semi-decíduais e os campos abertos (cerrado)

e também em campos de altitude. Tem alta produção de pequenas sementes, que são dispersas pelo vento, e possuem dormência induzida pela luz. Quando criadas as condições adequadas, a espécie apresenta altas taxas de regeneração natural (SCOLFORO; PÉREZ; MELLO, 2004).

O desenvolvimento da candeia é rápido, tanto em campos abertos quanto em áreas no interior da floresta ou de borda de matas (PÉREZ et al., 2004). Por ser uma espécie heliófila se beneficia com a entrada de luz, propiciada pelas perturbações naturais ou antrópicas que ocorrem nas floretas, necessária à sua germinação e ao estabelecimento de suas plântulas (SCOLFORO et al., 2008). Tais perturbações promovem a dinâmica de clareiras, que são mecanismos de manutenção da diversidade de árvores em florestas tropicais (WHITMORE, 1978). Resultados de estudos ecofisiológicos realizados na Estação Ecológica do Tripuí, em Ouro Preto – MG, mostram que a semente de candeia é fotoblástica positiva e que seu recrutamento via banco de sementes ocorreu, principalmente, nas camadas de solo de 0-10 cm, na presença de serrapilheira e nos tratamentos em plena luz. As sementes de candeia permanecem dormentes no solo por longos períodos, germinando somente quando o requerimento de luz for suprimido (PEDRALLI, 1997).

De acordo com Araújo (1944), as árvores podem apresentar duas formas distintas. A sua forma específica é caracterizada por porte pequeno, menor que 10 m de altura, fuste irregular e curto em relação à copa. Na sua forma florestal apresenta porte médio, com 12 m de altura, fuste reto, cilíndrico e mais longo em relação à copa.

O povoamento de candeia é chamado de candeial ou candeal. É uma formação florestal com grande dominância da espécie e com árvores de baixa estatura (6 a 12 metros de altura) que ocorre normalmente nas áreas de transição, em geral, nos locais onde os solos tornam-se gradualmente mais rasos, limitando o desenvolvimento da floresta. Contudo, o regime de incêndios é provavelmente o fator mais importante na determinação de seus limites e a candeia funciona como uma espécie de tampão anti-fogo para as florestas. Devido principalmente ao súber (casca) espesso, as árvores do candeial são bem resistentes a regimes moderados de incêndio. Entretanto, incêndios muito frequentes e/ou intensos podem causar a sua substituição gradual por espécies de campo ou outras espécies de árvores, ocasionando a expansão da floresta (OLIVEIRA FILHO; FLUMINHAN FILHO, 1999).

A candeia nativa apresenta povoamentos mais puros, em fisionomias campestres, e menos puros, em encaves florestais e bordas de mata, com distribuição em várias classes de diâmetro de forma decrescente. Observa-se maiores valores de densidade de indivíduos nas menores classes de diâmetro à altura do peito (DAP), com decréscimo gradual em direção às

classes maiores, o que indica uma boa reprodução e recrutamento contínuo, e também apresenta uma tendência geral de “J-invertido”, caracterizando o povoamento como uma estrutura inequiania (SOUZA et al., 2007). Espécies que apresentam as características acima são considerada como moderadamente tolerantes à sombra (PEDRALLI, 1997). Mesmo que as árvores das menores classes apresentem individualmente menor quantidade de óleo essencial em relação às de maiores classes, ao se considerar o controle por unidade de área, as árvores das menores classes de diâmetro são viáveis de ser exploradas através do manejo sustentável, por produzirem maior quantidade de óleo por hectare em relação às das maiores classes (SCOLFORO; LOEUILLE; ALTOÉ, 2012).

Estudo com a candeia, realizado em populações naturais da espécie localizadas no sul do Estado de Minas Gerais utilizando a técnica de marcador molecular RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), demonstraram que há 21% de variabilidade genética entre as populações e 79% dentro das populações, sendo considerado valores suficientes para utilização em programas de melhoramento genético e conservação da espécie. Os dados genéticos obtidos nas populações estudadas confirmaram a influência da altitude sobre a variabilidade genética, sendo alta entre populações localizadas entre gradientes altitudinais distintos, e também demonstraram que a distância genética pode ser influenciada pela distância geográfica, quanto mais próximas espacialmente as populações estiverem, menor a distância genética entre elas. Isto pode estar diretamente associado à distribuição dos indivíduos nas áreas, sendo esta influenciada pelo método de dispersão bem como pela capacidade de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish ser precursora na invasão dos campos e ambientes ainda não colonizados, formando assim povoamentos quase puros (ESTOPA et al., 2006).

Estudo realizado por Carmo (2013) concluiu que as populações de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish apresentam-se estruturadas, diferenciando-se geneticamente em relação à áreas de ocorrência. Testes realizados no estudo desse autor, abrangendo populações de candeia nas regiões norte, centro e sul do Estado de Minas Gerais, evidenciaram a ausência de subestruturação da espécie, com uma maior variação genética dentro de populações (97,7%) e apenas 3,3% devido às diferenças dentro de populações entre regiões.

Carvalho, Barreira e Moura (2012) supõe que a espécie tem potencial para exploração florestal, se a intensidade não for muito drástica. Poderá ser explorada de forma sustentada em termos genéticos, já que a comparação de parâmetros de diversidade genética e sistema de reprodução antes e após a exploração indica que esta alterou a estrutura genética da espécie, mas

no sentido de aumentar os níveis de diversidade genética e favorecer a reprodução entre um maior número de indivíduos.

2.3 Legislação e planos de manejo para candeia

As candeias *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish e *Eremanthus incanus* (Less.) Less. são espécies florestais geradoras de renda e, contraditoriamente, não existia um sistema de manejo consolidado, seja para as áreas nas quais sua ocorrência é natural, seja na geração de tecnologia para viabilizar plantios puros ou mistos, buscando o uso comercial das espécies. Assim, a apropriação da candeia nativa, anteriormente ao ano 2000, era predominantemente predatória e clandestina (SCOLFORO; OLIVEIRA; DAVIDE, 2012).

Motivado pela necessidade de gerar conhecimento e tecnologia para a espécie, de forma a se contrapor à clandestinidade usual na apropriação da espécie, em 2000 foi proposto um projeto, denominado Projeto candeia, pela Universidade Federal de Lavras, coordenado pelo Prof. José Roberto Soares Scolforo para o manejo sustentável da candeia nativa e da plantada. Isso deu início a inúmeros estudos e pesquisas e culminou na publicação da Portaria IEF nº 184 de 10/12/2004 (IEF, 2004) que trata de uma norma específica para o manejo sustentável dessas candeias no Estado de Minas Gerais.

Desde então, ocorreram alterações na legislação, tanto a específica que trata do manejo da candeia, quando de outras de âmbito nacional e estadual que impactam no manejo da espécie. Atualmente, as principais normas que norteiam a elaboração, análise e execução do plano de manejo sustentável para candeia são (MINAS GERAIS, 2017):

Resolução CONAMA nº 369 de 28 de março de 2006, considera de interesse social o manejo agroflorestal, ambientalmente sustentável, praticado na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterize a cobertura vegetal nativa, ou impeça sua recuperação, e não prejudique a função ecológica da área (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, 2006).

Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006, conhecida como Lei da Mata Atlântica, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências (BRASIL, 2006).

Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, conhecida como Novo Código Florestal Federal, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Estabelece normas gerais com o fundamento

central da proteção e uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa em harmonia com a promoção do desenvolvimento econômico (BRASIL, 2012).

Termo de referência para elaboração e execução de projetos de plano de manejo florestal sustentável da candeia (MINAS GERAIS, 2019), de acordo com artigo 18 do capítulo V da resolução conjunta SEMAD/IEF nº 1.804 de 11 de janeiro de 2013 (MINAS GERAIS, 2013b);

Resolução conjunta SEMAD/IEF nº 1.905 de 12 de agosto de 2013, que dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais e dá outras providências (MINAS GERAIS, 2013c);

Lei nº 20.922 de 16 de outubro de 2013, conhecida como Novo Código Florestal Mineiro, dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado (MINAS GERAIS, 2013a).

Deliberação Normativa COPAM nº 217 de 06 de dezembro de 2017, estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências (CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM, 2017).

Algumas dessas normas apresentam pontos específicos que viabilizam o Plano de Manejo da Candeia.

A Lei da Mata Atlântica, no Título I, Capítulo I, Artigo 3º, define que o Manejo Agroflorestal Sustentável é de interesse social: “As atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área” (BRASIL, 2006). Em seu artigo 28º estabelece o percentual de predominância da espécie florestal de interesse: “O corte, a supressão e o manejo de espécies arbóreas pioneiras nativas em fragmentos florestais em estágio médio de regeneração, em que sua presença for superior a 60% (sessenta por cento) em relação às demais espécies, poderão ser autorizados pelo órgão estadual competente, observado o disposto na Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965” (BRASIL, 1965, 2006).

A Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017 adota a definição de Intervenção Ambiental sendo qualquer intervenção sobre a cobertura vegetal nativa ou sobre área protegida, ainda que neste caso não implique em supressão de vegetação, passível de autorização pelo órgão ambiental competente (COPAM, 2017).

O manejo sustentável da candeia está dispensado do Licenciamento Ambiental no Estado de Minas Gerais, entretanto não exime o interessado de obter junto ao órgão ambiental os atos autorizativos para realizar a intervenção ambiental.

Apesar de não estar vigente mais, a primeira portaria que regulamentou o manejo sustentável da candeia, a Portaria IEF 184 de 10 de dezembro de 2004 (IEF, 2004), determinava que a área explorada deveria ser trabalhada a fim de facilitar a germinação de sementes. Sugeriu os métodos como “escarificada, capinada, gradeada, etc.” Desta forma evidenciava que esta atividade fosse realizada com máquinas. Este procedimento foi aplicado nas primeiras áreas de manejo e foi causa de denúncias que alegavam que o manejo da candeia estava causando grandes impactos nas florestas nativas, podendo favorecer o desmatamento e a conversão de áreas. Diante dessas denúncias, que foi levada à ações do Ministério Público, esta norma foi revisada, proibindo a utilização de máquinas agrícolas dentro da área de manejo e permitindo que a escarificação do solo fosse feita apenas com ferramentas manuais, como enxada ou enxada, à fim de reduzir os impactos da atividade e favorecer a regeneração natural pela dispersão de sementes. Novas revisões se sucederam para contribuir com a melhoria do manejo sustentável da candeia.

Outro marco na legislação da candeia ocorreu em 18 de julho de 2012, através da Portaria nº 99 do IEF (INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - IEF, 2012), que revogou a Portaria nº 01 de 05 de janeiro de 2007, norma que estava vigente, e que manteve a suspensão de análise e aprovação de novos planos até 11 de janeiro de 2013, quando foi publicada a Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 1.804 (MINAS GERAIS, 2013b), que trouxe consigo o Termo de Referência para Elaboração e Execução de Projetos de Plano de Manejo Florestal Sustentável da candeia. A principal característica desta norma foi o aumento de restrições, como a redução da área basal de corte e a limitação de exploração de indivíduos à partir de 10 cm de diâmetro que impactou em menor rendimento de madeira, exigências de estudos mais detalhados e estabelecimento de métodos que tornaram difícil e mais onerosa a elaboração e execução de novos planos de manejo. Tais restrições também tornaram inválidas para o manejo áreas que anteriormente atendiam os requisitos legais e os critérios de sustentabilidade ambiental, principalmente no que diz respeito à geração de renda para pequenos proprietários rurais que vivem da agricultura familiar e de subsistência. Entretanto esta norma ficou vigente por um curto período e foi substituída pela Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 1.905 de 12 de agosto de 2013, mas o Termo de Referência ainda continuou a ser seguido possibilitando a análise e aprovação de novos planos de manejo, ainda que havendo muitas divergências de

interpretações e dificuldades à elaboração, análise e execução dos projetos (MINAS GERAIS, 2013c).

A partir de 02 de maio de 2018, o Estado de Minas Gerais passou a adotar o Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (SINAFLOR) para o controle das atividades florestais relacionadas aos processos de intervenção ambiental com supressão de vegetação nativa, vinculados ou não ao processo de licenciamento ambiental (SEMAD, 2019)

O SINAFLOR foi estabelecido nos termos dos artigos 35 e 36 da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012). É o sistema que integra informações de imóveis rurais provenientes do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) e Ato Declaratório Ambiental (ADA), de autorizações de exploração e de transporte e armazenamento de produtos florestais, Documento de Origem Florestal (DOF). O SINAFLOR integra o controle da origem da madeira, do carvão e de outros produtos ou subprodutos florestais, sob coordenação, fiscalização e regulamentação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) (SEMAD, 2019).

Dessa forma os planos de manejo para candeia, obrigatoriamente devem ser lançados no sistema SINAFLOR (2019) e também protocolados fisicamente na SEMAD. Os dados do projeto são lançados no sistema e depende de análise e aprovação para conclusão de cada etapa, concomitante à análise física dos documentos e vistorias.

Atualmente, a mesma legislação aplicada ao manejo de florestas nativas de ocorrência natural de candeia aplica-se às florestas plantadas. Isso justifica-se por não haver norma do órgão ambiental de Minas Gerais específica para o manejo de plantações com essências nativas, porém faz-se necessário que adaptações sejam feitas em função de características distintas de povoamentos de origem nativas e plantios puros de uma espécie.

2.4 Sistemas silviculturais

Um sistema silvicultural é um programa planejado de tratamentos silviculturais que se estende ao longo da vida de um povoamento, inclui os tratamentos de regeneração e todas as operações tendentes, tratamentos protetores, ou cortes intermediários. Qualquer procedimento, intencional ou não, que leva ao desenvolvimento de um novo povoamento de árvores pode ser chamado de um método de reprodução (SMITH et al., 1986a).

Enquanto o manejo florestal é mais amplo e abrange as oportunidades e restrições que a propriedade oferece para a prática da atividade florestal, os sistemas silviculturais são um

conjunto de intervenções do homem na floresta com a finalidade de aumentar sua produtividade e estão subdivididos em dois grupos de métodos (SCOLFORO, 1998).

Os métodos de substituição consistem basicamente em remover toda cobertura florestal existente em uma única operação (corte raso) e, em seguida, destinar a área para outra atividade, tratam-se dos sistemas agroflorestais. E o segundo grupo é composto pelos métodos de transformação do povoamento, que visam converter de um sistema silvicultural para outro e estão subdivididos em outros três grupos de métodos (SCOLFORO, 1998):

- corte de melhoramento;
- enriquecimento;
- regeneração natural ou sucessão dirigida.

Quanto à classificação dos métodos de regeneração, a mais simples baseia-se em (1) o arranjo espacial do corte e classes etárias e (2) a distinção entre plântulas e brotos como fontes de regeneração. A seguinte versão tem seis categorias gerais e é a mais amplamente aceita na América do Norte. Tal como acontece em muitas classificações, há uma larga escala de variação em cada categoria, e alguns casos limítrofes podem não se encaixar claramente em uma classificação (SMITH et al., 1986a):

1. **Método de Alto Fuste** - produção originária principalmente de sementes.
2. **Método do Corte Raso** - remoção do povoamento inteiro em um corte com reprodução obtida artificialmente ou a partir de sementes que germinam após a operação de limpeza.
3. **Método Portas-Sementes** - remoção do povoamento velho em um corte, à exceção de um número pequeno de árvores de sementes deixadas isoladamente ou em grupos pequenos para fornecer para o estabelecimento da regeneração avançada.
4. **Método de Shelterwood** - a remoção do povoamento velho em uma série de cortes, que estende ao longo de uma porção relativamente curta da rotação, por meio do qual se incentiva o estabelecimento de um corte da regeneração avançada sobre o abrigo parcial de árvores de sementes.
5. **Método de Seleção** - criação ou manutenção contínua de povoamentos com idades irregulares ou multi-cortadas por meio de substituição ocasional de árvores isoladas ou pequenos grupos de árvores com regeneração de qualquer fonte.
6. **Método de Talhadia** - produção de povoamentos originários principalmente de regeneração vegetativa.

- a) Método de Talhadia - qualquer tipo de corte em que a dependência é colocada principalmente na reprodução vegetativa;
- b) Método de Talhadia com Padrões - a combinação, na mesma área, do crescimento em Talhadia de curta-rotação com árvores dispersadas que serão cultivadas em rotações mais longas e podem ser de origem de mudas.

Os tratamentos são inicialmente concebidos para atender às circunstâncias, e a nomeação de um sistema silvicultural é feita depois. Em outras palavras, a terminologia descreve o tratamento, mas não a dita, é descritiva, em vez de prescritiva (SMITH et al., 1986a).

Um sistema silvicultural é projetado para lidar com todo um complexo de considerações biológicas, físicas e econômicas, incluindo problemas de exploração madeireira, administração, manipulação de estoque crescente, vida selvagem e proteção de povoamentos, solos e bacias hidrográficas e também evolui ao longo do tempo, conforme as circunstâncias e o conhecimento mudam (SMITH et al., 1986a).

2.5 Sistema de Talhadia

A silvicultura que depende de brotação vegetativa é a mais simples, bem-sucedida, e o tipo mais comum de regeneração florestal. Determinadas as espécies de interesse e o tamanho das árvores, a colheita é feita e logo ocorre a germinação e o povoamento se restabelece. A regeneração vegetativa é tão fácil, pelo menos onde é viável, que raramente são necessárias medidas especiais para fixá-la, na verdade é difícil evitá-la onde não é desejável (SMITH et al., 1986b).

A brotação é também uma resposta à morte súbita causada pelo corte, bem como danos resultantes da doença, quebra do vento, distúrbio fisiológico grave, ou outra lesão. O aparecimento de brotos de qualquer forma perto da base ou no tronco de uma árvore é frequentemente o primeiro sinal de insalubridade. O processo é desencadeado pela interrupção do fluxo de auxinas que são produzidos no topo da árvore e normalmente inibem o desenvolvimento de gemas basais.

Uma floresta baixa é a floresta que se origina vegetativamente de brotos naturais ou galhos em camadas, em contraste com uma floresta alta, que se desenvolve a partir de sementes ou mudas plantadas (SMITH et al., 1986b).

Kramer e Kozlowski (1979 citado por SMITH et al., 1986b) afirmam que as árvores cortadas durante no período de dormência brotam muito mais vigorosamente do que aquelas

cortadas no final da primavera e no verão, quando as reservas de carboidratos das raízes estão baixas porque foram utilizadas para a formação de novas folhas e brotos.

Smith et al. (1986b) afirma que para aproveitar ao máximo a reprodução vegetativa na renovação de um povoamento, todas as árvores da espécie a ser reproduzida devem ser cortadas em uma só operação para estimular ao máximo a brotação.

Conforme a prática adotada, o sistema pode ser dividido em três grupos (SCOLFORO, 1998):

- Sistema de talhadia simples
- Sistema de talhadia seletivo
- Sistema de talhadia composta

No método de talhadia simples, todas as árvores em pé são cortadas no final de cada rotação, e um povoamento de árvores, também chamado de “even-aged”, nasce quase imediatamente (SMITH et al., 1986b). A reprodução ocorre por meio de brotações das cepas ou rebentos.

No Sistema de Talhadia Seletivo geralmente o resultado final, quanto à composição de espécies, é a obtenção de uma floresta multiênica e mista e o diâmetro mínimo de exploração é fixado de acordo com as dimensões do produto final e a idade estimada para que as brotações atinjam esse diâmetro. A área é dividida em talhões em quantidade igual ao número de anos necessários para que as brotações alcancem o diâmetro estabelecido. Esse sistema geralmente é aplicado em sítios com solos menos produtivos e pedregosos, em campos acidentados inóspito para a agricultura e onde as árvores das florestas não atingem grandes dimensões (SCOLFORO, 1998).

No Sistema de Talhadia Composta as populações sob regeneração a partir de brotações formam o estrato inferior, chamado de bosque ou arvoredado, sob o dossel superior, estrato composto por árvores advindas da regeneração por meio de sementes ou mudas (reprodução por alto fuste). Resulta em produtos de várias dimensões além de produzir sementes para promover a regeneração natural e proteger o sub-bosque contra possíveis danos causados por ventos, geadas e exposição direta da luz solar no caso das espécies pouco tolerantes ao sol (SCOLFORO, 1998).

Em florestas de clone de eucalipto submetidas à dois regimes de manejo, alto fuste e talhadia, observou-se produtividades similares nos dois povoamentos e custos 57% superiores no regime de alto fuste, contribuindo para um melhor cenário de viabilidade econômica no

manejo da talhadia, que não contempla custos com implantação da floresta no segundo ciclo de corte. O Sistema de Talhadia requer materiais genéticos produtivos que possuem elevado vigor na primeira rotação (VIRGENS; FREITAS; LUZ, 2018)

2.5 Regeneração natural da candeia em áreas sob manejo sustentável

Por se tratar de uma espécie de ecótono com características de pioneira pode-se adotar o Sistema Porta Sementes, pois espera-se uma regeneração natural intensa. Para isto é necessário ter grande dispersão de sementes (chuva de sementes), normalmente pelo vento, a partir de árvores porta sementes as quais devem distar 5 a 10 metros uma das outras (SCOLFORO et al., 2012)

O sucesso para que haja uma alta intensidade de regeneração natural para a candeia é que as sementes, estando em contato com o solo, recebam luminosidade direta e água das chuvas. A semente de candeia não apresenta problemas de dormência e, portanto, o solo deve estar limpo para que a regeneração seja intensa (SCOLFORO et al., 2012).

A aplicação deste sistema vai ao encontro à praticidade típica dos agricultores, é cientificamente consistente, simples e a cobertura vegetal do solo é restabelecida com rapidez e de forma segura, visto que as novas mudas estão mais aptas morfológicamente às condições do sítio (fatores bióticos e abióticos). Outra característica importante deste sistema é a redução das despesas necessárias com a implantação da regeneração (SCOLFORO et al., 2012).

Conforme preconizado pelo Termo de Referência (SEMAD/IEF-MG), entre os meses de agosto e setembro, período em que ocorre a dispersão de sementes da espécie, deve ser feita a escarificação do solo em forma de coroas com 60 cm de diâmetro espaçadas a cada 2 ou 2,5 metros de distância, utilizando enxada ou enxada para revolver o solo a uma profundidade de 5 a 10 cm, em toda a área em que já foi extraída a madeira do plano em execução.

Scolforo et al. (2012) avaliaram opções de manejo sustentável para candeia, abordando o status da regeneração natural dessa espécie. Concluíram que o Sistema de Árvores Porta Sementes propiciou um aumento do número de plantas estabelecidas, com altura superior a 1,5 m, e à medida que o tempo passa fica nítido o crescimento da regeneração estabelecida. Os valores percentuais da regeneração estabelecida foram: 0% no primeiro ano, 36,11% no segundo ano e 85,58% no quarto ano após a exploração e escarificação do solo, sendo um bom sistema de manejo sustentável para a candeia. Entretanto esses resultados foram obtidos em área onde a escarificação do solo foi feita com o uso de trator e não em forma de coroas.

Apesar da escarificação do solo apresentar resultados já comprovados por estudos científicos que viabilizem o manejo sustentável da candeia, observou-se em diversos planos de manejo já executados, uma variação muito grande de sucesso do estabelecimento da regeneração natural dessa espécie. Um dos aspectos é a falta de uniformidade que pode ser causada por diversos fatores. Entre os fatores, pode-se considerar que na escarificação manual a área de solo revolvida é muito inferior que na escarificação com máquinas, o que pode favorecer que outras espécies nativas se desenvolvam e a candeia perca esta competição.

A determinação de realizar a escarificação do solo apenas no período que precede a dispersão das sementes tornava algumas vezes sua execução mais onerosa, isso porque neste período a equipe que trabalhou na fase de corte não estava mais na área e sua mobilização tornava-se mais difícil (PAVAN, 2015).

Diante deste cenário, a equipe da Citróleo, empresa fabricante de óleo essencial de candeia e alpha bisabolol natural, coordenada pela engenheira florestal Vanete Maria de Melo Pavan, iniciou ações para melhorar a eficiência operacional e aumentar o índice de sucesso da regeneração natural de candeia. À partir de observações de boas práticas nas áreas manejadas, sendo a principal delas o manejo sustentável realizado de fevereiro a março de 2011 na propriedade do Sr. Sebastião Donizete Machado, no município de Pedralva-MG, e experimentos realizados na Fazenda Citróleo, município de Baependi, entre eles o estudo de Melo, Davide e Teixeira (2012) “Seleção e Resgate de Árvores Superiores de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish).”, iniciou-se empiricamente a realização da escarificação do solo ao redor do toco da árvore abatida com a exposição de raízes da candeia em áreas sob manejo. Os resultados foram excelentes, apresentando vantagens operacionais, redução de custos, redução do tempo de regeneração natural e aumento da índice de sucesso da regeneração natural da candeia, garantindo a sustentabilidade do projeto (PAVAN, 2015).

Melo, Davide e Teixeira (2012) avaliaram matrizes de candeia submetidas à decepta e relatam que os primeiros sinais da ocorrência das brotações foram observados 25 dias após o abate da árvore e escarificação do solo com exposição das raízes. Em 90 dias o crescimento das brotações se estabilizou devido às condições climáticas e, passados 135 dias, observou-se brotações de candeia com altura variando de 7 a 20 cm, proveniente das raízes. Em média, ocorrem 147 brotações por cepa, sendo a quantidade de brotos proporcional à área de exposição de raízes da planta. Concluíram também que as matrizes com raízes expostas naturalmente só apresentaram brotações após a sua decepta. Esses resultados comprovam o ganho que esta

técnica, aplicada ao manejo sustentável da candeia, pode propiciar em vantagem competitiva entre outras espécies nativas.

Araújo (2012) estudou a regeneração da candeia em cinco áreas localizadas na região sul de Minas Gerais, que foram submetidas em diferentes épocas ao manejo sustentável em conformidade com a Portaria IEF nº 01 de 05 de janeiro de 2007, obtendo os seguintes valores médios de plantas regenerantes por hectare: 4.997, 2.158, 785, 1.713 e 6.866 nas áreas de 1 a 5 respectivamente. Isso indica a viabilidade do manejo da espécie, apesar de haver uma variação muito alta das taxas de regeneração entre as áreas (IEF, 2007). A regeneração ocorre desuniformemente entre as parcelas, permitindo inferir que a regeneração tende a se instalar em alguns locais específicos do fragmento, o que pode estar associado à forma de dispersão de sementes, tendendo formar mosaicos, ou a condições mais favoráveis do solo e radiação solar para o banco de sementes e seu desenvolvimento. Em reboleiras ou bordas de mata onde, pontualmente, o percentual de candeia apresenta predominância menor que 70%, o autor destaca que a regeneração será menor, pois haverá outros agentes interferindo no seu desenvolvimento, como é o caso da mata-competição. Seguindo esta tendência, Araújo (ARAÚJO, 2012) infere que as áreas de campo com cambissolos e baixa fertilidade são mais favoráveis à regeneração natural da candeia, pois a espécie é adaptada à esses locais, onde a regeneração não será influenciada pela ocorrência de outras espécies regenerantes.

A análise da associação espacial entre indivíduos arbóreos é uma importante ferramenta para o entendimento da ecologia de populações e de comunidades, subsidiando estratégias de conservação e ou de manejo sustentável de espécies arbóreas. A relação espacial interespecífica entre indivíduos pode revelar informações relevantes sobre exigências por um mesmo habitat, partição do hábitat e exclusão competitiva (HIGUCHI et al., 2011).

Silva et al. (2008) estudaram a distribuição espacial da candeia em área submetida ao manejo sustentável, onde a escarificação do solo foi feita com máquinas. Concluiu que a regeneração apresentou um padrão de distribuição agregado, o que confirma a capacidade da espécie de formar mosaicos na vegetação, dando origem à grandes candeais.

2.6 Aspectos nutricionais da candeia

Venturin et al. (2005) avaliaram os aspectos nutricionais e os efeitos da omissão de nutrientes no desenvolvimento de plântulas de candeia em casa de vegetação e utilizou um Latossolo Vermelho-Amarelo, de baixa fertilidade natural, como substrato. Concluiu que as

limitações nutricionais da espécie, em ordem decrescente são: $P > N > S > Mg = B > Ca > K > Zn$.

Amaral et al. (2014) avaliaram o crescimento de candeia, em casa de vegetação, sob influência de adubação mineral e orgânica quando cultivada em rejeito de mineração de quartzito. Concluiu que o melhor tratamento foi com as dosagens de 0,075g de N, 0,16g de P_2O_5 , 0,09 g de K_2O e 2,5g de esterco por dm^3 de rejeito de mineração de quartzito e analisou o acúmulo de nutrientes na parte aérea da candeia na seguinte ordem: $K > N > P > Ca > Mg > S$.

Melo et al. (2014) estudaram a formulação de substrato composto por esterco de curral, casca de arroz carbonizada, fibra de coco e vermiculita para a produção de mudas de candeia em tubetes. Seus resultados apontaram que os tratamentos com esterco responderam de forma negativa no crescimento das mudas.

Altoé (2009) avaliou a omissão de nutrientes (N, P, K, Ca e micronutrientes) e a interferência de adubos comerciais um plantio de candeia ao 5,83 anos sob regime de poda e não poda. Concluiu que a adubação é benéfica para o desenvolvimento da candeia e a poda não apresentou vantagens. A omissão de K apresentou maiores valores de mortalidade. A omissão de Ca e micronutrientes, indicou que estes são importantes para o crescimento em circunferência. Comparou diferentes adubações e encontrou maior produção em volume, menor mortalidade e maior porcentagem de fustes úteis no tratamento com adubo comercial formulado NPK (8-28-16).

2.7 Reflorestamento e colheita de candeia

O viveiro implantado pela Citróleo em 2009 no município de Baependi (MG), tem capacidade para produzir anualmente 100 mil mudas de candeia. Nos últimos quatro anos produziu em média 54,5 mil mudas, que foram destinadas a plantios próprios, em parceria com produtores rurais, doação a produtores rurais para recuperação de áreas degradadas, recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP) e formação de bosques florestais (CITRÓLEO, 2019).

A Oscip Amanhãgua realizou um invejável trabalho na Serra da Mantiqueira. Através do fomento florestal de espécies nativas, principalmente candeia, e projetos de produção de mudas em viveiros comunitários que beneficiou inúmeras famílias moradoras na zona rural da região.

A UFLA já produziu diversas publicações sobre a candeia, mas ainda há muito que se fazer para consolidar o sistema de manejo das plantações de candeia.

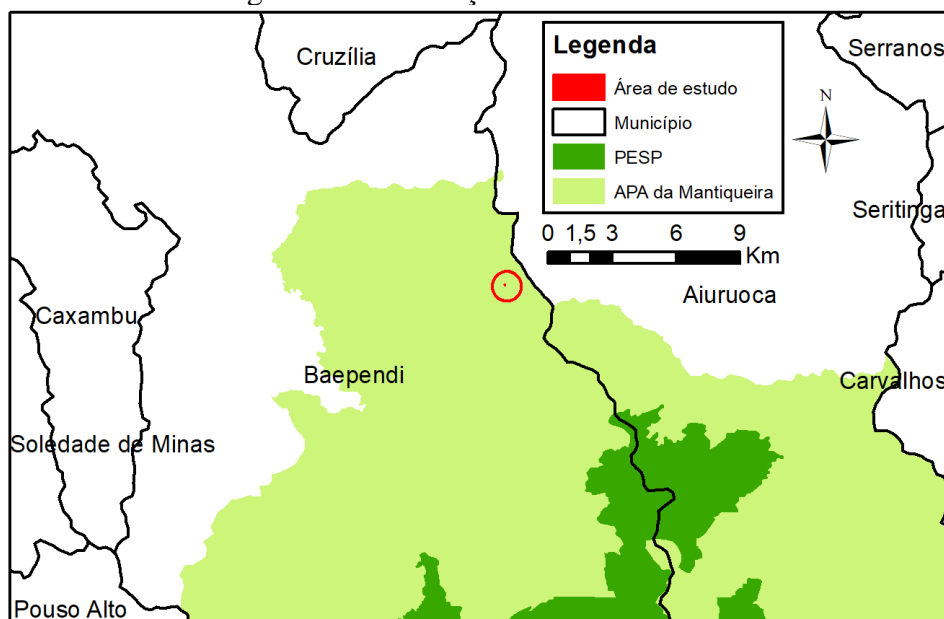
Em novembro de 2012 a Citróleo colheu um pequeno talhão de candeia plantada em sua propriedade em Baependi, utilizado nesse estudo.

Em julho de 2018 fez a primeira colheita de uma floresta de plantio de candeia, para produção de alpha bisabolol natural, implantada no município de São Vicente de Minas pelo proprietário e engenheiro florestal Frederico Silva Diniz. O sistema de exploração seguiu as premissas de um Sistema Silvicultural de Porta Sementes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um talhão de plantio comercial da espécie *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, com área de 0,3916 ha, localizado na fazenda da empresa Citróleo Indústria e Comércio de Óleos Essenciais Ltda, município de Baependi-MG. A Figura 1 mostra os municípios da região, a inserção na APA da Mantiqueira e a sua proximidade com o Parque Estadual da Serra do Papagaio (PESP), o que lhe confere importantes atributos ambientais.

Figura 1 - Localização da área de estudo



Fonte: Do autor (2019).

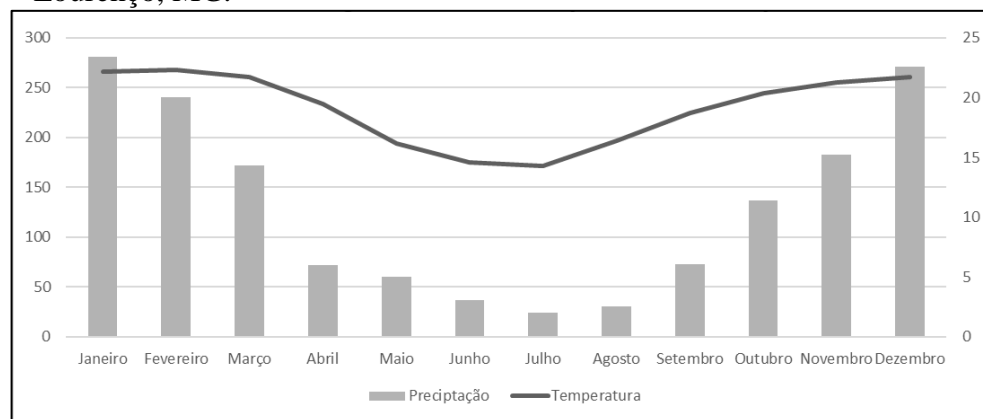
3.1 Caracterização da área

O plantio comercial de candeia foi implantado em 2005. Foram feitos sulcos com implemento acoplado ao trator com aproximadamente 30 cm de profundidade. O espaçamento utilizado foi 2,5 m entre ruas e 2,0 m entre plantas. A adubação de plantio foi de 150g de NPK 8-28-16 aplicado na cova. As mudas foram adquiridas da UFLA, através do Projeto Candeia, e produzidas com fontes locais de sementes, por não existir na época, procedências, progênies ou clones testados.

A área de estudo está localizada nas coordenadas geográficas UTM E: 525764 m e N: 7570632 m Datum WGS84 fuso 23S, onde a altitude média é de 1.165 m. A vegetação original

de predominância é o campo de altitude e o solo é dos tipos Cambissolo distrófico e álico, com texturas arenosa e média. Segundo a classificação Köppen, o local apresenta clima Cwb (tropical de altitude), caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos e frios. De acordo com o Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IDE-Sisema (2019), o clima da região é classificado como mesotérmico brando, semi-úmido de quatro a cinco meses. A temperatura anual varia entre 14 e 22°C e média pluviométrica anual de 1.581 mm Figura 2.

Figura 2 - Médias históricas mensais da precipitação (mm) e da temperatura (°C) entre os anos de 1961 e 1990, na região de Baependi, com base na estação climatológica de São Lourenço, MG.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2019).

3.2 Inventário florestal pré corte

Em 2012 foi realizado o inventário florestal pré-corte do talhão e utilizou-se o método do censo. Todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) acima de 5 cm foram mensurados, obtendo a altura total, com vara telescópica com graduação de 10 cm, e a circunferência à altura do peito (CAP) de cada fuste de todas as árvores, com fita métrica graduada em milímetros (Figura 3).

Este procedimento foi necessário para obter autorização de corte e transporte da madeira oriunda do primeiro ciclo de corte do plantio de candeia até a fábrica da Citróleo no município de Carrancas (MG), onde foi produzido o óleo essencial.

Para o cálculo do volume total com casca da espécie *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, utilizou-se a fórmula específica para os povoamentos plantados da espécie na região de Baependi (PÁSCOA et al., 2014).

$$\ln(VT_{cc}) = -0,0703948 + 0,0181716 * DAP - 0,00111293 * DAP^2 - 0,00297564 * DAP * H + 0,000213736 * DAP^2 * H + 0,00125046 * H \quad (1)$$

em que:

$\ln()$: Função logarítmica

VT_{cc} : Volume total com casca

CAP : Circunferência a altura do peito

Ht : Altura total da árvore

Figura 3 - Vista interna do plantio de candeia, mostrando as árvores alto fuste, durante o inventário pré corte realizado em 2012



Fonte: Do autor (2019).

3.3 Colheita do primeiro ciclo de corte

Após a emissão da licença pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF), foi realizada a colheita entre os meses de outubro e novembro de 2012, durante o período chuvoso. Foram colhidas 697 árvores aos 7,8 anos em um talhão com área de 0,3916 ha. Foi realizado corte raso, deixando os tocos com altura aproximadamente entre 5 e 10 cm, para

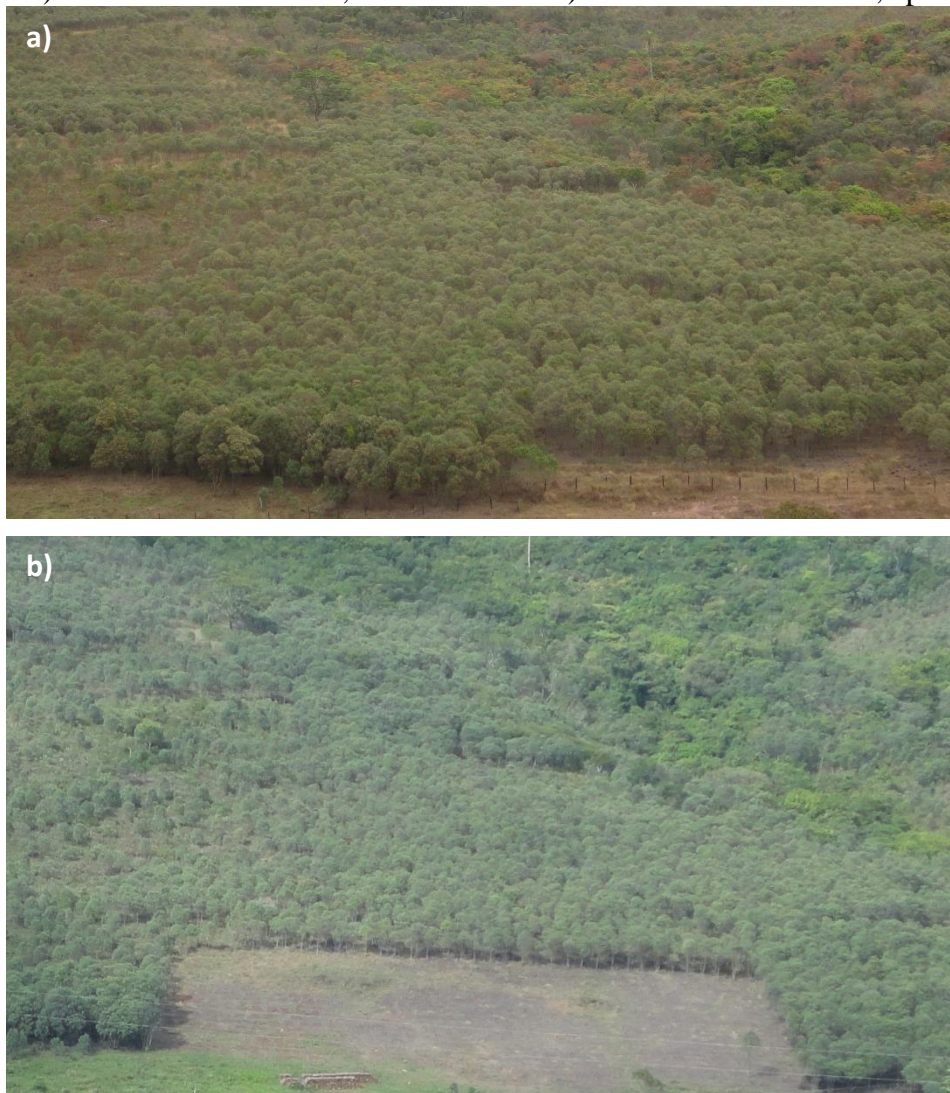
condução da talhadia (Figura 4 e Figura 5). Parte dos resíduos da colheita foram retirados da área para deixar o solo mais limpo, visando facilitar o trabalho de escarificação. Os resíduos foram depositados na área de plantio onde não houve colheita.

Figura 4 - Madeira de candeia de origem plantada cortada e empilhada no talhão na Fazenda Citróleo em 2012 onde, posteriormente, foi conduzido o Sistema de Talhadia Simples



Fonte: Do autor (2019).

Figura 5 - Vista panorâmica da área de plantio de candeia da Fazenda Citróleo, município de Baependi (MG), aos 7,8 anos de idade, submetida ao Sistema de Talhadia Simples. a) Em setembro de 2012, antes do corte. b) Em dezembro de 2012, após o corte



Fonte: Do autor (2019).

3.4 Tratamentos e parcelas

A área colhida foi dividida em quatro partes, cada uma com vinte metros de largura e aproximadamente cinquenta metros de comprimento. Cada parte recebeu um tratamento, variando o tempo após o corte em que foi realizada a escarificação do solo. As escarificações foram feitas com enxada, em forma circular com raio de 80 cm, a uma profundidade de aproximadamente 5 cm, exclusivamente ao redor das cepas das árvores colhidas. A operação consistiu em promover a limpeza superficial do solo, afofa-lo e, ao encontrar as raízes, puxá-

las para cima e feri-las ou seccioná-las, cobrindo com um pouco de terra. Foi feita manualmente, utilizando enxada e enxadão.

Foram feitos quatro tratamentos. No primeiro, com área de 0,0810 ha, a escarificação foi feita cinco semanas após o corte. No segundo, com área de 0,1037 ha, a escarificação foi feita seis semanas após o corte. No terceiro, com área de 0,1055 ha, a escarificação foi feita sete semanas após o corte. E, no quarto tratamento, com área de 0,1014 ha, a escarificação foi feita oito semanas após o corte (Figura 6).

Considerando que a escarificação do solo é um tratamento silvicultural obrigatório para a execução dos planos de manejo em áreas nativas e, além disso, ter sua eficiência comprovada por Melo, Davide e Teixeira (2012), que encontrou 140 brotações por cepa escarificada, enquanto as não escarificadas apresentaram apenas 16 brotações, em todos os tratamentos foi feita a escarificação do solo com exposição de raízes sem, portanto, ser necessária a existência de um tratamento de testemunha.

Figura 6 - Vista da área de estudo, escarificada no final do mês de dezembro de 2012, após o término da colheita do primeiro ciclo do plantio de candeia



Fonte: Do autor (2019).

Após a escarificação, a área manteve-se cercada e periodicamente, até o terceiro ano, foi feita roçada manual com foice para eliminar a mato-competição. Não foi aplicado nenhum tipo de adubo, corretivo de solo ou defensivo agrícola. Manteve-se no solo apenas os recursos gerados pela decomposição de matéria orgânica resultante das roçadas. Durante a execução das roçadas, tomou-se o cuidado para não eliminar as regenerações de candeia e durante o desenvolvimento das regenerações não foi feito nenhum tratamento para desbastá-las afim de eliminar a competição entre os indivíduos regenerantes de candeia.

Seis anos após a realização do corte, entre os meses de novembro e dezembro de 2018, foram lançadas quatro parcelas por tratamento medindo 5,0 x 10 m com área de 50 m² cada unidade amostral. As parcelas foram demarcadas com cano de PVC e seu perímetro delimitado com barbante para facilitar sua visualização (Figura 7). Em seguida foram georreferenciadas com o GPS marca Garmin modelo 76CSx sem correção diferencial. Posteriormente, foram elaborados os mapas utilizando o software ArcGIS 10.6 (Figura 8). A posição geográfica do vértice (0,0) de cada parcela e seu azimute, encontrado utilizando-se a ferramenta COGO Report do software ArcGIS 10.5.

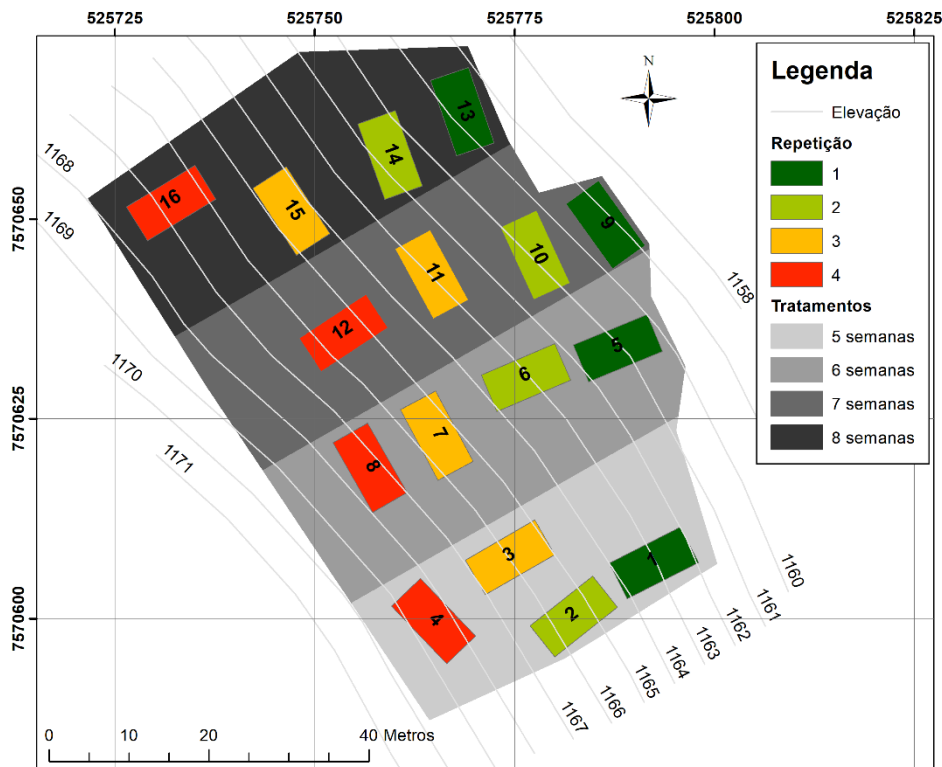
A altitude e o modelo digital de elevação (MDE) do terreno foram obtidos à partir de imagem disponibilizada pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, através do projeto Topodata, em formato TIFF de 32 bits com resolução espacial de 30 metros. O processamento foi feito no software ArcGIS 10.6 utilizando-se a ferramenta Contour com intervalo de 1 metro.

Figura 7 - Visão interna (a, b, c, e) e externa (d, f) da área de talhadia mostrando as plantas regenerantes, com destaque para as parcelas demarcadas em campo com cano de pvc azul e barbante (a) e cerca de arame para evitar entrada de animais de criação (f)



Fonte: Do Autor (2019).

Figura 8 - Representação geográfica dos tratamentos, parcelas e repetições e as cotas de altitude em metros do terreno



Fonte: Do autor (2019).

3.5 Coleta dos dados

O apontamento dos dados de campo foi feito diretamente em planilha eletrônica MS Excel instalada em um smartphone.

3.5.1 Georreferenciamento dos elementos das parcelas

Dentro das parcelas, os elementos observados foram as regenerações estabelecidas e as cepas (tocos), sendo que algumas cepas já se encontravam deterioradas, cobertas por cupim ou vegetação rasteira. Para obter a correta informação do posicionamento desses elementos, o equipamento utilizado foi um conjunto da marca Haglöf modelo DME composto por duas trenas eletrônicas para determinar as distâncias em metros entre os eixos X e Y da parcela e por um transponder, posicionado no elemento mensurado, que recebe e retorna o sinal de ultrassom das trenas mesmo com a existência de obstáculos.

O procedimento utilizado para georreferenciar cada elemento, iniciou-se calculando a distância em metros e o ângulo entre a coordenada X,Y e o vértice (0,0) da parcela corresponde, como pode-se observar na Equação 2 e na Equação 3 respectivamente (McCORMAC; SARASUA; DAVIS, 2016).

$$d = \sqrt{(x^2 + y^2)} \quad (2)$$

$$\theta = \sin\left(\frac{x}{d}\right) \quad (3)$$

em que:

d: distância

x: distância no eixo x

y: distância no eixo y

θ : ângulo do ponto correspondente ao elemento

sin: arco do seno

A Equação 4 foi utilizada para encontrar o azimute de cada ponto.

$$Ap = Az + \theta \quad (4)$$

em que:

Ap: azimute do ponto correspondente ao elemento

Az: azimute da parcela

θ : ângulo do ponto correspondente ao elemento

A Equação 5 foi utilizada para encontrar a longitude dos elementos no sistema de coordenadas geográficas UTM usando Datum WGS84 e fuso 23S.

$$E = E0 + (d * \sin(Ap)) \quad (5)$$

em que:

E: longitude do elemento

E0: longitude do vértice (0,0) da parcela

sin: arco do seno

A Equação 6 foi utilizada para encontrar a latitude dos elementos no sistema de coordenadas geográficas UTM usando Datum WGS84 e fuso 23S.

$$N = N0 + (d * \cos(Ap)) \quad (6)$$

e que:

N: latitude do elemento

NO: latitude do vértice (0,0) da parcela

cos: cosseno

Ap: azimute do ponto correspondente ao elemento

3.5.2 Inventário florestal da talhadia

Foram mensurados todos as plantas regenerantes encontradas dentro das parcelas, com altura superior a 1,5m, conforme proposto por Barnard (1950 citado por SCOLFORO; MELLO, 2006). O diâmetro de cada fuste acima de 10mm foi obtido utilizando-se um paquímetro digital posicionado a 1.30 m de altura do solo. A altura dos regenerantes foi medida com uma telescópica com graduação a cada 10 cm. Sua base era posicionada no solo, próximo ao fuste principal, e as barras erguidas na posição vertical até que sua ponta atingisse a altura total da árvore em metros, conforme pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 - Medição da altura total e do DAP de todos os indivíduos das parcelas realizada seis anos após o corte



Fonte: Do autor (2019).

3.5.3 Avaliação das cepas encontradas

Foram mensuradas todas as cepas (tocos) encontradas dentro das parcelas. A CAS – circunferência à altura do solo foi medida utilizando-se uma fita métrica graduada em

milímetros, conforme pode-se observar na Figura 10. O objetivo foi avaliar a correlação das cepas com a plantas regenerantes.

Figura 10 - Medição do CAS das cepas encontradas dentro das parcelas realizada seis anos após o corte



Fonte: Do autor (2019).

3.5.4 Análise de solo

Para cada parcela foi realizada análise dos elementos de interesse do solo. Quanto à textura, foram analisados o teor de areia, silte e argila para classificação do tipo do solo. Quanto à fertilidade foram analisados os teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), hidrogênio somado ao alumínio (H+Al), soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica efetiva (t), a capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T), o índice de saturação de base (V), o índice de saturação de alumínio (m), o teor de matéria orgânica (MO), o teor de fósforo remanescente (P-Rem).

Foram escolhidos aleatoriamente três pontos dentro da parcela, sendo um na parte inferior, o segundo na parte intermediária e o terceiro na parte superior, e em cada um deles foi extraída uma amostra na profundidade de 0 a 20 cm utilizando-se um trado de inox. As três amostras foram despejadas em um balde plástico, homogeneizadas com o auxílio de uma pá de jardim, colocadas dentro de um recipiente plástico com identificação do número da parcela. As análises foram feitas no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Ciências do Solo da UFLA.

3.5.5 Observação exploratória de uma raiz de candeia do povoamento

Com a finalidade de conhecer o comportamento da raiz da candeia sob as condições de solo do local, em novembro de 2012, logo após a conclusão da colheita, foi escolhida uma cepa na borda da área colhida e aberta uma trincheira e retirada da raiz. A escavação foi guiada pelo surgimento das raízes até a sua completa retirada. A CAS – circunferência à altura do solo e as distâncias foram medidas com fita métrica, do centro da cepa percorrendo as raízes até suas extremidades, em quatro direções horizontais (superior, inferior, esquerda e direita) e também em uma direção vertical para encontrar a profundidade atingida (Figura 11).

Figura 11 – Sequência das etapas da escavação da trincheira para observação exploratória de uma raiz de candeia plantada em solo Cambissolo na Fazenda Citróleo – Baependi – MG.



Fonte: Do Autor (2019).

3.6 Processamento e análise dos dados

Inicialmente foi realizada uma análise exploratória dos dados, com a contabilização do número de regenerantes, número de fustes por regenerantes, estatísticas descritivas (cálculo da média, desvio padrão e coeficiente de variação) das variáveis número de fustes, altura, DAP equivalente e área basal, CAS das cepas.

Durante o processamento, foi calculado o CAP equivalente dos indivíduos com mais de um fuste à altura do peito e os valores obtidos de CAP foram convertidos para DAP, dividindo-se o CAP equivalente por 3,1416 (π).

$$CAP_{eq} = \sqrt{\sum CAP^2} \quad (7)$$

em que:

CAP: Circunferência à altura do peito

CAP_{eq}: CAP equivalente

Para o cálculo da área basal do povoamento foi utilizada a fórmula:

$$G = \sum ((\pi * DAP_{eq}^2)/40.000) \quad (8)$$

Em que:

G: área basal do povoamento

DAP_{eq}: Diâmetro à altura do peito equivalente

Para o cálculo do volume total com casca da espécie *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, utilizou-se a fórmula específica para os povoamentos plantados da espécie na região de Baependi, obtida através de cubagem rigorosa realizada em 2012, durante a colheita do primeiro ciclo de corte (PÁSCOA et al., 2014).

$$\begin{aligned} \text{Ln (VTcc)} = & -0,0703948 + 0,0181716 * \text{DAP} - 0,00111293 * \text{DAP}^2 - 0,00297564 * \text{DAP} * \text{H} + \\ & 0,000213736 * \text{DAP}^2 * \text{H} + 0,00125046 * \text{H} \end{aligned} \quad (9)$$

em que:

$Ln()$: Função logarítmica

$VTcc$: Volume total com casca

CAP : Circunferência a altura do peito

H : Altura total da árvore

Os resultados dos tratamentos, obtidos entre os diferentes tempos de realização da escarificação do solo com exposição de raízes, foram analisados utilizando-se o método da Análise da Variância – ANOVA, um teste de hipóteses de médias de duas ou mais populações que indica quanto os valores distanciam da média (LAPONI, 2005). Utilizou-se o teste F (ANOVA fator único) (MONTGOMERY, 1976).

As correlações entre variáveis do solo e das plantas regeneração foram verificadas por meio de correlação de Pearson e gráficos de dispersão. O critério de interpretação utilizado está compreendido entre os valores: $0 \leq$ Péssimo $< 0,20$; $0,20 <$ Ruim $\leq 0,40$; $0,40 <$ Regular $\leq 0,60$; $0,60 <$ Bom $\leq 0,80$; $0,80 <$ Ótimo $\leq 1,0$ (ARAÚJO et al., 2018).

O critério de significância foi definido através da técnica do Princípio de Pareto, que afirma que para muitos eventos, aproximadamente 80% dos efeitos vem de 20% das causas. Os valores de R^2 foram agrupados e 10 classes com a distribuição de frequência e o percentual acumulado (COLETTI; BONDUELLE; IWAKIRI, 2010).

O mapa de interpolação espacial foi gerado para o índice de saturação de alumínio e índice de saturação de base, por estes apresentarem alta correlação direta com as plantas regenerantes. Utilizou-se o método geoestatístico Krigagem (CRESSIE, 1990). A ferramenta utilizada foi Empirical Bayesian Kriging do software Arc Gis 10.6.

O mapa de ocupação das raízes foi elaborado no software Arc Gis 10.6. Para cada cepa foi criado um polígono na forma de elipse medindo 2,10 m x 1,30 m de raio maior e menor respectivamente. A elipse foi centralizada na cepa e rotacionada perpendicularmente ao ângulo da curva de nível mais próxima. Em seguida foi utilizada a ferramenta Intersect para fazer a intersecção entre o conjunto das cepas e a área de ocupação das raízes.

As associações espaciais entre cepas e regenerantes foram analisadas por parcela por meio da função K bivariada (RIPLEY, 1981, 1987). Os valores das associações calculados foram inseridos em um gráfico em função da escala espacial analisada. A significância dos resultados foi determinada a partir da construção de um envelope de completa independência

espacial, calculados por meio de 99 simulações. As análises foram realizadas no programa R (R CORE TEAM, 2017) por meio da função K bivariada estimada através do pacote Splancs (ROWLINGSON, B.; DIGGLE, 1993).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colheita do talhão de candeia plantada na Fazenda Citróleo foi feita em 2012. Foi um marco histórico do manejo de plantações de candeia, por ser a primeira área autorizada pelo escritório do IEF de Andrelândia (MG), e talvez do estado de Minas Gerais, através da emissão de uma Declaração de Colheita e Comercialização de Florestas Plantadas (DCC) emitida em 25 de setembro de 2012, para colheita de madeira de candeia de origem plantada.

Na colheita, aos 7,8 anos após o plantio, o rendimento calculado através do inventário florestal pré corte foi de $35,55 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ de lenha de candeia, com aproveitamento de galhos até 3 cm de diâmetro. Quanto à produção de óleo essencial, Mendonça (2014) estimou para essa área a produtividade de $144,7 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de óleo, extraído por hidro destilação. Entretanto foram produzidos $181,2 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de óleo essencial extraído na planta industrial da empresa, no município de Carrancas-MG (CITRÓLEO, 2019), pelo método de arraste a vapor. A diferença de 25,22% pode ser justificada pelos métodos de extração serem diferentes.

As cepas do povoamento colhido apresentaram CAS médio de 28,53 cm, variando de 22,12 a 43,52 cm, com um coeficiente de variação médio de 33,7%.

4.1 Brotações de raízes de candeia

Com relação a emissão dos brotos, foi observado que as regenerações apresentaram-se em forma de touceiras na coroa onde foi feita a escarificação do solo, distantes das cepas, e raramente oriundas diretamente da cepa, evidenciando que ocorreram pelas raízes expostas e feridas durante o procedimento de escarificação do solo (Figura 12). Smith et al. (1986b) afirmam que os brotos também podem surgir de gemas adventícias que se desenvolvem no tecido do calo que se forma sobre feridas ou no câmbio da raiz de um número limitado de espécies de árvores. Às vezes, se os brotos de gemas dormentes são cortados, brotos novos podem surgir a partir de gemas adventícias que se formam de novo no tecido caloso das feridas (Figura 13).

Figura 12 - Brotações de gemas adventícias, na coroa com 80 cm de raio ao redor da cepa, estimuladas pelo corte da árvore e escarificação do solo



Fonte: Do autor (2019).

Figura 13 - Brotações de *E. erythropappus*, oriundas de raízes. a) Indivíduo regenerante de candeia b) Detalhe da brotação de gema adventícia da raiz



Fonte: Do autor (2019).

Na área de estudo, as brotações ocorram após o abate da árvore e, posterior exposição e ferimento das raízes para estimular a brotação de gemas adventícias (Figura 14).

Figura 14 - Evolução da regeneração de *E. erythropappus*, após o corte: a) escarificação ao redor da cepa; b) regenerações ao redor da cepa, após oito após da escarificação; c) regeneração 18 meses após a escarificação; d) regeneração 30 meses após a escarificação.



Fonte: do autor (2019).

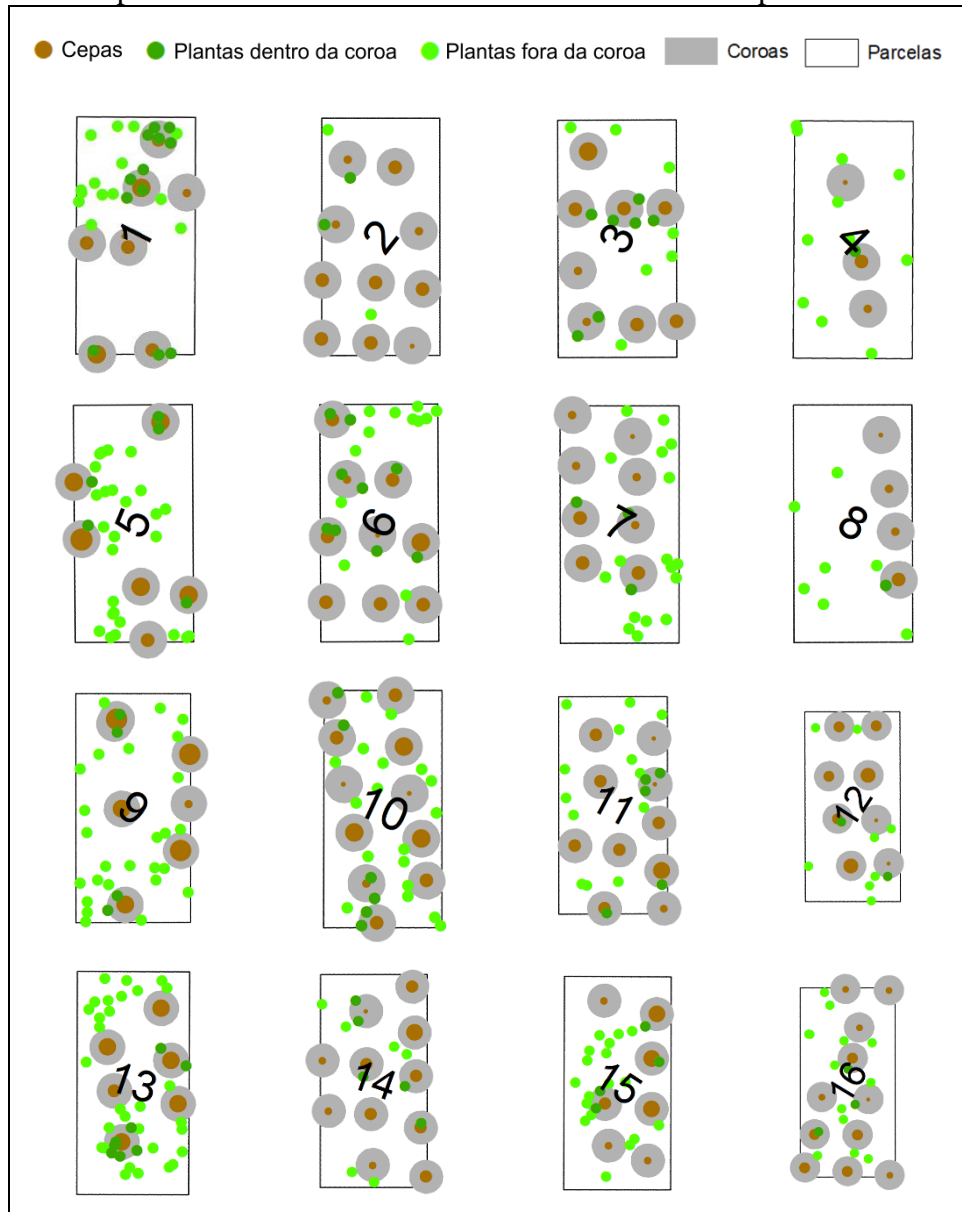
Dentro das 16 parcelas da área de estudo, foram encontradas 307 plantas regenerantes, que corresponde a 2,16 plantas por cepa considerando a densidade do plantio de 1.780 plantas.ha⁻¹. Do total de plantas regenerantes, 81 (26,4%) ocorreram exclusivamente dentro da coroa escarificada e 226 (73,6%) na área restante da parcela (Tabela 1). Isso indica que a brotação pode ocorrer fora da área da coroa, diretamente afetada pela escarificação (Figura 15).

Tabela 1 - Plantas regenerantes de *E. erythropappus* existentes seis anos após o corte da floresta plantada e conduzida em Sistema de Talhadia Simples

	Dentro da coroa		Fora da coroa		Total	
	N	N.ha ⁻¹	N	N.ha ⁻¹	N	N.ha ⁻¹
Tratamento 1	22	1.100	35	1.750	57	2.850
Parcela 1	12	2.400	14	2.800	26	5.200
Parcela 2	2	400	2	400	4	800
Parcela 3	7	1.400	7	1.400	14	2.800
Parcela 4	1	200	12	2.400	13	2.600
Tratamento 2	20	1.000	61	3.050	81	4.050
Parcela 5	5	1.000	26	5.200	31	6.200
Parcela 6	11	2.200	11	2.200	22	4.400
Parcela 7	3	600	17	3.400	20	4.000
Parcela 8	1	200	7	1.400	8	1.600
Tratamento 3	19	950	63	3.150	82	4.100
Parcela 9	6	1.200	24	4.800	30	6.000
Parcela 10	6	1.200	18	3.600	24	4.800
Parcela 11	5	1.000	13	2.600	18	3.600
Parcela 12	2	400	8	1.600	10	2.000
Tratamento 4	20	1.000	67	3.350	87	4.350
Parcela 13	8	1.600	30	6.000	38	7.600
Parcela 14	5	1.000	6	1.200	11	2.200
Parcela 15	4	800	18	3.600	22	4.400
Parcela 16	3	600	13	2.600	16	3.200
Σ	81	-	226	-	307	-
\bar{X}	5,1	1.013	14,1	2.825	19,2	3.838
σ	3,3	651,0	7,7	1.547,3	9,2	1.848
CV%	64,30	64,30	54,77	54,77	48,15	48,1521

Fonte: Do autor (2019).

Figura 15 - Distribuição espacial das parcelas contendo as cepas e as plantas regenerantes seis anos após o corte alto fuste em Sistema de Talhadia Simples



Fonte: Do autor (2019).

A ocorrência de regenerações fora da área da coroa se explica pelo fato de que, o tipo de solo da área de estudo é Cambissolo álico e distrófico com textura arenosa e média, o que favorece a formação de raízes superficiais e estas podem atingir mais de 2 metros de distância da cepa, propiciando a completa cobertura da área com raízes capazes de produzir brotação intensa (Figura 16).

Figura 16 - Trincheira aberta para observar as características de uma raiz de candeia no povoamento estudado



Fonte: Do autor (2019).

Em condições onde o solo é muito raso e há o afloramento natural das raízes, basta que a árvore seja cortada para que ocorra o estímulo para produzir a brotação (Figura 17). Em áreas nativas de manejo de candeia, onde há um grande número de cepas devido ao abate das árvores para fins comerciais, há também o trânsito de muares que transportam a lenha cortada. Ao transitar, seus cascos provocam injúrias nas raízes que estão afloradas ou em uma camada muito superficial do solo. Porém, em porções do talhão onde as cepas encontram-se em solo um pouco mais profundo, é indispensável que seja feita a escarificação para expor as raízes.

Pode-se inferir que quanto maior a área escarificada, melhores são as chances de ocorrer brotações. Em florestas de candeia implantadas em solos de melhor qualidade e mais profundos, onde as raízes estarão a uma profundidade maior, a escarificação é um fator crítico de sucesso para que ocorram as brotações.

Essas observações feitas na área de estudo, ou em áreas nativas de manejo da espécie, corroboram com os resultados obtidos por Melo, Davide e Teixeira (2012) que também quantificaram as brotações ocorridas em dois tratamentos (Figura 20, ANEXO A). No primeiro, não foi feita a escarificação do solo e ocorreram em média 16 brotações por matriz (cepa). Já no segundo tratamento, foi feita a escarificação do solo e ocorreram em média 140 brotações por matriz (cepa), sendo observadas de 25 a 50 dias após o corte da árvore, com valor de

correlação de 73% entre o número de brotações e área de raiz exposta por planta, o que comprova que é imprescindível fazer a escarificação do solo.

Figura 17 - Raízes com brotações de gemas adventícias na coroa da escarificação, em condições de solo mais raso, onde ocorre tipicamente o afloramento natural das raízes



Fonte: Do autor (2019).

4.2 Resultados do Sistema de Talhadia Simples para candeia

Os resultados quantitativos demonstram que seis anos após o corte e escarificação do solo ao redor das cepas foi possível o restabelecimento da densidade do povoamento, havendo um incremento de 216% em número de indivíduos.

A densidade das plantas regenerantes, ainda em desenvolvimento, no Sistema de Talhadia Simples foi de 3.838 plantas.ha⁻¹ enquanto no plantio era de 1.780 plantas.ha⁻¹. Esse poderá ser considerado um valor alto, que favorece a competição entre plantas pelos recursos disponíveis no ambiente, e é recomendável uma intervenção na área através do desbaste a fim de possibilitar melhor incremento em diâmetro e altura.

Outro fator que deve ser observado, por impactar na competição entre plantas, é o número de fustes por planta. Em média, cada indivíduo regenerante apresentou 2,0651 fustes bifurcados abaixo de 1,30 m de altura do solo.

Comparando os valores de volume e área basal calculados no inventário florestal pré corte do primeiro ciclo, com o inventário do povoamento em desenvolvimento sob Sistema de

Talhadia Simples, o volume foi $32,8597 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ e $35,5536 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, 92,42 %, e a área basal foi $0,3911 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ e $4,4801 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, apenas 8,73%. Isso comprova que, apesar do povoamento ter recuperado quase a totalidade do volume do primeiro ciclo de corte, os indivíduos novos ainda têm potencial para desenvolver em diâmetro.

Quanto à altura, a média obtida foi de 3,9590 m, com desvio padrão de 0,59 m e CV de 15,40 %, comparados com média de 5,36 m, desvio padrão de 0,90 m e CV de 16,89% do povoamento do primeiro ciclo de corte, representa uma recuperação de 73,861 % na altura, o que corrobora com Smith et al. (1986b) que afirmam que os novos indivíduos crescem surpreendentemente rápido em altura, produzindo fustes retos, principalmente quando estiverem mais distantes das cepas.

O DAP equivalente médio calculado foi 3,6550 cm, desvio padrão de 0,74 cm e CV de 20,32 %, comparados com média de 8,6324 cm, desvio padrão de 2,70 cm e CV de 31,37 % do povoamento do primeiro ciclo de corte. Isso indica que as plantas regenerantes atingiram 42,34 % em diâmetro, e precisam crescer mais 36,80 % para atingirem o diâmetro mínimo de corte.

Os resultados apresentados das medidas de DAP e altura confirmam que o povoamento está estabelecido, conforme definição proposta por Barnard (1950 citado por SCOLFORO; MELLO, 2006), entretanto ainda está jovem, com potencial para desenvolver-se em diâmetro, se forem realizados tratamentos silviculturais para reduzir a competição entre os indivíduos causada pelo adensamento.

Na Figura 18 observa-se que o talhão submetido ao Sistema de Talhadia Simples (dentro da linha amarela) aproxima em altura e distribuição dos indivíduos quando comparado ao remanescente do plantio com idade de 13 anos.

Figura 18 - Vista da área de talhadia seis anos após o corte, em fevereiro de 2019. a) panorâmica da área de plantio remanescente e área de talhadia (dentro da linha amarela). b) Vista parcial da área de talhadia



Fonte: Do autor (2019).

Entretanto, para avaliar se o povoamento em Sistema de Talhadia Simples já oferece condições de produção de madeira e atende a requisitos técnicos e comerciais, deve-se utilizar os critérios de um inventário pré corte.

O critério utilizado é o estabelecimento do diâmetro mínimo do fuste principal. No inventário pré-corte foram mensurados todos os indivíduos que possuíam o fuste principal com $DAP \geq 5$ cm, sendo essa uma condição para obtenção da autorização de colheita junto ao órgão ambiental. Já no inventário da talhadia, para atender os objetivos desse estudo, foram mensurados todos os indivíduos cujos fustes estavam com $DAP \geq 1$ cm.

Com base nos dados do inventário da talhadia, a fim de considerar apenas os indivíduos que atendem as condições para exploração comercial com $DAP \geq 5$ cm, o povoamento fica restrito a apenas onze indivíduos e o volume calculado é de $0,9545 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ e a área basal é de $0,0416 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, conforme podemos observar na Tabela 2.

Comparando com o volume de $35,5536 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ e a área basal de $4,4801 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ calculados no inventário florestal pré corte do primeiro ciclo, o povoamento submetido ao

Sistema da Talhadia, ainda em desenvolvimento, atingiu 2,68% em volume, 0,93 % da área basal e 23,08 % (1,6 anos) para equiparar-se em idade, considerando as condições comerciais e técnicas para a produção de madeira de candeia para colheita.

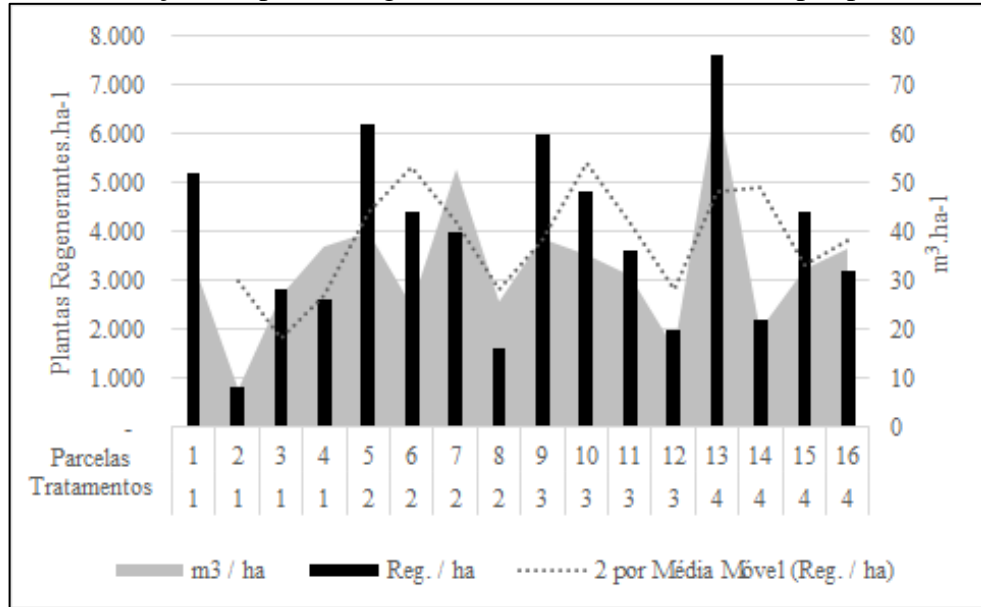
Tabela 2 - Dados dos indivíduos que possuem fuste principal com $DAP \geq 5$ cm e volume médio por parcela e por hectare. Onde Trat.: Tratamento. Ht: Altura total (m). DAP: Diâmetro à altura do peito (cm). G: Área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$). Volume: expresso em m^3 .

----- Indivíduos -----							Parcela
Trat.	Parcela	Fustes por planta	Ht	DAP	G	Volume	Volume médio
1	1	-	-	-	-	-	-
1	2	3	4,2	6,8	0,0036	0,0108	0,0108
1	3	2	5,2	7,9	0,0049	0,0159	0,0159
1	4	-	-	-	-	-	-
2	5	-	-	-	-	-	-
2	6	-	-	-	-	-	-
2	7	3	4,3	6,7	0,0035	0,0107	0,0107
2	8	1	3,5	5	0,0020	0,0030	0,0030
3	9	6	3,4	7,4	0,0043	0,0106	0,0114
3	9	6	4,7	9,4	0,0069	0,0182	
3	9	1	4,6	5,1	0,0020	0,0066	
3	9	4	4,8	7,8	0,0048	0,0147	
3	9	1	4,8	5	0,0020	0,0069	
3	10	1	5,1	5,7	0,0026	0,0097	0,0097
3	11	1	4,7	8	0,0050	0,0149	0,0149
4	12	-	-	-	-	-	-
4	13	-	-	-	-	-	-
4	14	-	-	-	-	-	-
4	15	-	-	-	-	-	-
4	16	-	-	-	-	-	-
Σ		29	49	75	0,0416	0,1219	0,0764
\bar{X}		2,64	4,48	6,8	0,0038	0,0111	0,0048
σ		1,9633	0,5879	1,4615	0,0016	0,0045	0,0063
CV%		74,47	13,12	21,49	42,01	40,86	131,46
Média.ha⁻¹							0,9545

Fonte: Do autor (2019).

O Gráfico 1 mostra que os tratamentos apresentaram uma distribuição influenciada pela posição das parcelas no talhão. Percebe-se que há certa tendência do número de plantas regenerantes das parcelas posicionadas nas cotas de elevação mais baixas do terreno ser maior e decresce à medida que sobem para as parcelas posicionadas nas cotas maiores. Além da elevação do terreno, outras variáveis do solo parecem influenciar na quantidade de plantas regenerantes, entre elas o índice de saturação de alumínio (Al).

Gráfico 1 - Distribuição das plantas regenerantes de candeia e volume por parcela e tratamento

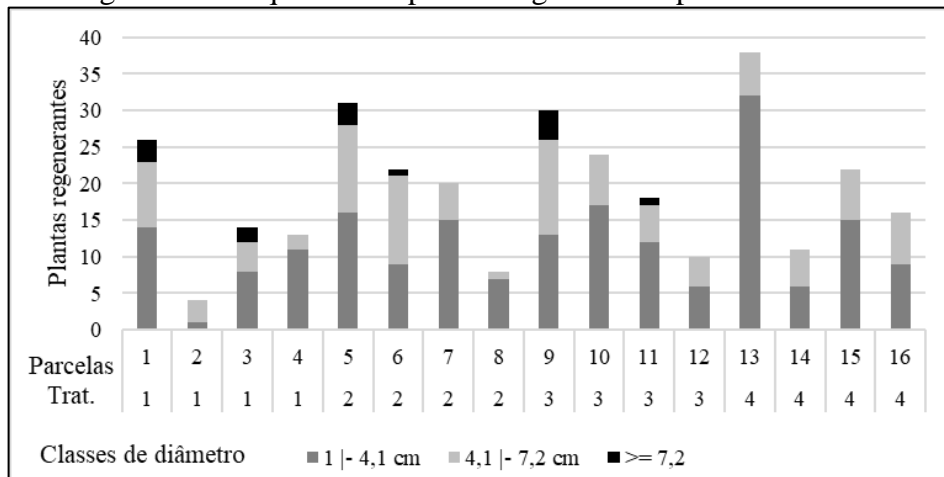


Fonte: Do autor (2019).

A parcela 2 apresentou o valor mais baixo em frequência de plantas regenerantes e consequentemente de volume quando comparado com as outras parcelas. Esse efeito pode ser atribuído à presença de gramínea exótica, que pode ter impedido o desenvolvimento da regeneração da candeia. Andrade (2009) também observou menor densidade de regeneração em candeais nativos manejados, onde ocorreu a existência de *Brachiaria sp.*

A parcela 13, apesar de apresentar o melhor resultado em frequência de plantas regenerantes e consequentemente o maior volume em comparação com as outras parcelas, foi também a parcela que apresentou o maior percentual de indivíduos na menor classe de diâmetro, entre 1 a 4,1 cm, provavelmente em função do efeito da competição sobre o crescimento em diâmetro (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Histograma de frequência de plantas regenerantes por classes de DAP equivalente

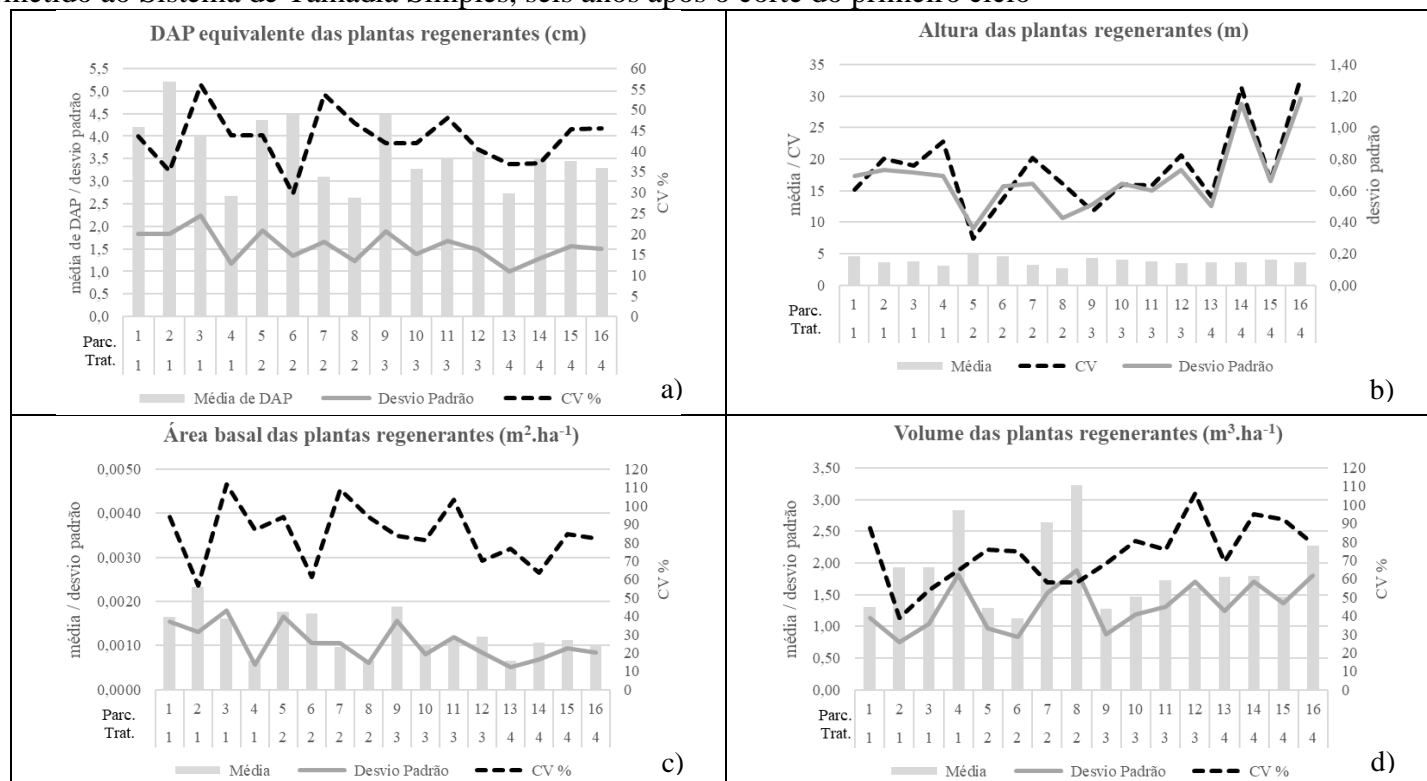


Fonte: Do autor (2019).

Já os resultados das parcelas 1, 5 e 9 estão mais próximos de atingirem primeiro as condições viáveis para um novo ciclo de corte. Isso porque possuem maiores frequências de indivíduos e estes estão distribuídos nas três classes de diâmetro. Isso indica que já possui indivíduos que atingiram o diâmetro mínimo de corte e também possuem as maiores frequências de indivíduos na segunda classe de diâmetro, entre 4,1 a 7,2 cm, sendo essa uma classe de indivíduos que possuem grande chance de tornar-se árvores em boas condições de produção de madeira.

Observando também o valor médio de DAP, altura média, área basal, a parcela 13 também está entre os valores mais baixos, indicando que é uma parcela com muitos indivíduos finos e baixos e que demanda uma intervenção imediata (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Comportamento do a) diâmetro, b) altura, c) área basal e d) volume das plantas regenerantes em todo o povoamento de candeia submetido ao Sistema de Talhadia Simples, seis anos após o corte do primeiro ciclo



Fonte: Do autor (2019).

4.3 Resultados dos tratamentos

Foram testados os quatro tratamentos e os resultados mostram que não há diferença estatística significativa entre o tempo após o abate da árvore para a execução da escarificação das raízes, para todas as variáveis de interesse relativas às plantas regenerantes: frequência, altura total, DAP, área basal e volume. Todos os valores de P foram maiores que 0,05, sendo 0,7073 para plantas por parcelas, 0,9726 para altura, 0,5691 para DAP, 0,7838 para G e 0,6255 para volume, o que confirma a hipótese de que a cepa pode ser escarificada até oito semanas após o abate da árvore (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados da análise de variância (ANOVA) das variáveis de interesse do povoamento de candeia submetido ao Sistema de Talhadia Simples seis anos após o corte do primeiro ciclo.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio				
		Plantas por parcela	Altura	DAP	G	Volume
Tratamentos	3	45,0625	0,0313	0,4127	0,0001	0,0032
Erro	12	95,4375	0,4211	0,5882	0,0003	0,0054
\bar{X}	-	19,1875	3,8042	3,6599	0,0244	0,1643
σ	-	9,2392	0,5858	0,7437	0,0158	0,0704
CV %	-	48,1521	15,3978	20,3204	64,5231	42,8485

Legenda: Os resultados não foram significativos considerando a probabilidade de erro de 0,05.
Fonte: Do autor (2019).

Dentro das condições climáticas ocorridas nos primeiros meses que sucederam a colheita, esse resultado mostra que o prazo de oito semanas entre o abate da árvore e a escarificação do solo para promoção da brotação visando a condução da talhadia, promoveu da mesma forma a regeneração natural da espécie e o estabelecimento de plantas ao longo dos anos.

Sendo assim, o início da operação de escarificação do solo ao redor das cepas poderá ser feito até oito semanas após conclusão das operações de colheita e escoamento da madeira do talhão. Dependendo das dimensões da área do plantio e dos recursos materiais e humanos

disponíveis para execução das atividades, a escarificação do solo poderá ocorrer concomitante às demais atividades até a oitava semana após o início do corte.

4.4 Análise das variáveis e correlações

Até 85% das correlações testadas possuíam valor de R^2 menor que 0,20, sendo esse definido como critério de significância a fim de observar as correlações de maior importância. O critério de interpretação utilizado está compreendido entre os valores: $0 \leq \text{Péssimo} < 0,20$; $0,20 < \text{Ruim} \leq 0,40$; $0,40 < \text{Regular} \leq 0,60$; $0,60 < \text{Bom} \leq 0,80$; $0,80 < \text{Ótimo} \leq 1,0$ (Tabela 4).

Tabela 4 - Distribuição de frequência de correlações testadas entre variáveis do solo e variáveis de interesse

Classes	Frequência	Correlações
0,00 0,20	56	85%
0,20 0,40	7	95%
0,40 0,60	1	97%
0,60 0,80	2	100%
0,80 1,00	0	100%
Σ	66	

Legenda: Organizadas em classes de valores de R^2 com amplitude de 0,20 conforme princípio de Pareto.
Fonte: Do autor (2019).

A análise das variáveis ambientais é importante para entender melhor as necessidades da espécie. Begon, Townsend e Harper (2006) afirmam que as condições podem ser entendidas como as características físicas, químicas e bióticas de um ambiente. Os recursos, por sua vez, são qualquer substância ou material essencial à existência, desenvolvimento e reprodução de um ser vivo.

4.4.1 Correlações entre plantas regenerantes e cepas

As correlações da frequência e área basal das plantas regenerantes entre a área basal das cepas apresentaram, respectivamente, resultados classificados em **Regular** e **Bom**, com

tendência positiva (Tabela 5 e Gráfico 4). Isso mostra que a densidade do plantio é um fator que pode influenciar na quantidade de regenerações.

Nessas condições de idade de colheita do primeiro ciclo, a circunferência da cepa influenciou pouco na quantidade e no diâmetro das plantas regenerantes, pois o valor de correlação entre o DAP das plantas e o CAS das cepas não foi significativo.

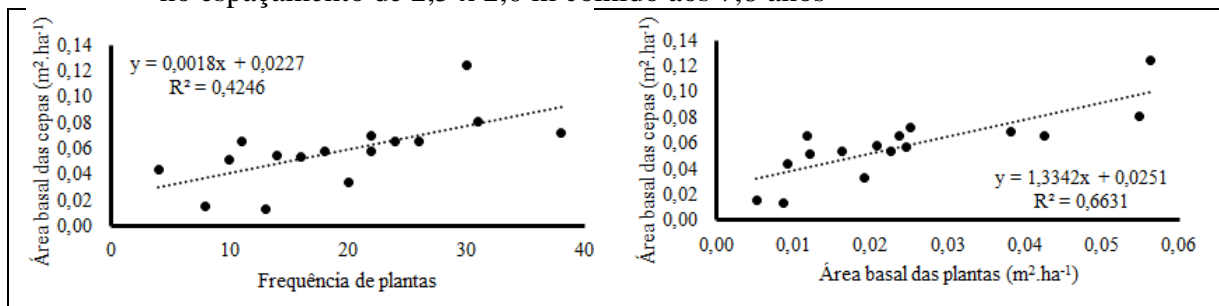
Tabela 5 - Correlações testadas entre variáveis de interesse das plantas regenerantes

Eixo X	Eixo Y	R ²	Equação	Tendência
N plantas	N fustes	0,7806	y = 2,0533x + 0,2273	positiva
N plantas	N cepas	0,0184*	y = -0,0359x + 8,6893	negativa
N plantas	G cepas	0,4246	y = 0,0018x + 0,0227	positiva
DAP plantas	CAS cepas	0,104	y = 2,862x + 18,4	positiva
G plantas	G cepas	0,6631	y = 1,3342x + 0,0251	positiva
N cepas	N fustes	0,0064*	y = -0,7x + 45,225	negativa

Legenda: Valores destacados em negrito possuem tendência significativa acima e 20%. (*) Valores muito baixos que não indicam uma tendência significativa.

Fonte: Do autor (2019).

Gráfico 4 - Correlações da frequência e área basal das plantas regenerantes, aos seis anos em Sistema de Talhadia Simples, com a área basal das cepas de um plantio de candeia no espaçamento de 2,5 x 2,0 m colhido aos 7,8 anos



Fonte: Do autor (2019).

4.4.2 Correlações entre as variáveis do solo e variáveis de interesse

Através da matriz de correlação entre as variáveis do solo e as variáveis de desenvolvimento das plantas regenerantes, é possível entender as necessidades nutricionais da espécie em Sistema de Talhadia Simples.

A Tabela 6 apresenta as variáveis do solo que mais influenciaram no desenvolvimento das plantas regenerantes em ordem decrescente. Valores positivos indicam correlação direta, ou seja, quanto maior a disponibilidade deste recurso ou condição, maiores são as chances de desenvolvimento. Valores negativos, indicam correlação inversa, nesses casos quanto mais

ausente for o recurso ou a condição, melhor o desenvolvimento. Variáveis classificadas como recursos podem ser alteradas através de técnicas de adubação e correção do solo. Conseqüentemente, as variáveis classificadas como condição, sofrerão impacto das intervenções e seus valores também serão alterados, e poderão promover melhores resultados no manejo da candeia em Sistema de Talhadia Simples.

Tabela 6 - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis do solo e as variáveis de desenvolvimento das plantas.

Variáveis do solo	Classificação	Plantas Regenerantes	Fustes	Área basal (m ²)	Volume (m ³)
H+Al	Condição	0,53976	0,46544	0,29092	0,64381
Silte	Condição	0,43957	0,23689	0,07207	0,36322
m	Condição	0,34860	0,48972	0,42106	0,23117
Al	Recurso	0,31654	0,33027	0,21809	0,31979
MO	Recurso	0,31207	0,09991	0,03766	0,46455
Argila	Condição	0,08621	0,34477	0,37372	- 0,04790
P-Rem	Recurso	0,04574	- 0,07685	- 0,23226	0,16607
K	Recurso	0,00893	- 0,22233	- 0,28438	0,24198
Ca	Recurso	- 0,23657	- 0,35486	- 0,27883	- 0,19696
CTC	Condição	- 0,27987	- 0,41149	- 0,37183	- 0,14056
P	Recurso	- 0,29726	- 0,32881	- 0,41349	- 0,01777
pH	Condição	- 0,32474	- 0,23748	- 0,09986	- 0,30711
SB	Condição	- 0,33086	- 0,44006	- 0,37006	- 0,22139
V	Condição	- 0,46624	- 0,55332	- 0,44856	- 0,37594
Areia	Condição	- 0,52122	- 0,40905	- 0,23994	- 0,37952
Mg	Recurso	- 0,58128	- 0,54625	- 0,48681	- 0,35063

Legenda: Valores positivos indicam correlação direta (azul) e valores negativo, correlação inversa (rosa). A intensidade das cores está diretamente relacionada ao coeficiente de correlação: $0 \leq$ Péssimo $\leq 0,20$; $0,20 <$ Ruim $\leq 0,40$; $0,40 <$ Regular $\leq 0,60$; $0,60 <$ Bom $\leq 0,80$; $0,80 <$ Ótimo $\leq 1,0$. m: Índice de saturação de alumínio. MO: Matéria orgânica. P-Rem: Fósforo remanescente. CTC: Capacidade de troca catiônica efetiva. SB: Soma de bases trocáveis. V: Índice de saturação de base

Fonte: Do autor (2019).

Os resultados apresentados (Tabela 6) mostram que, dentre os elementos analisados, as correlações dos macronutrientes Ca, P e Mg são baixas e inversas ao desenvolvimento das plantas estabelecidas em condições de campo sob talhadia. As correlações do K, Al e MO também são baixas, porém positivas.

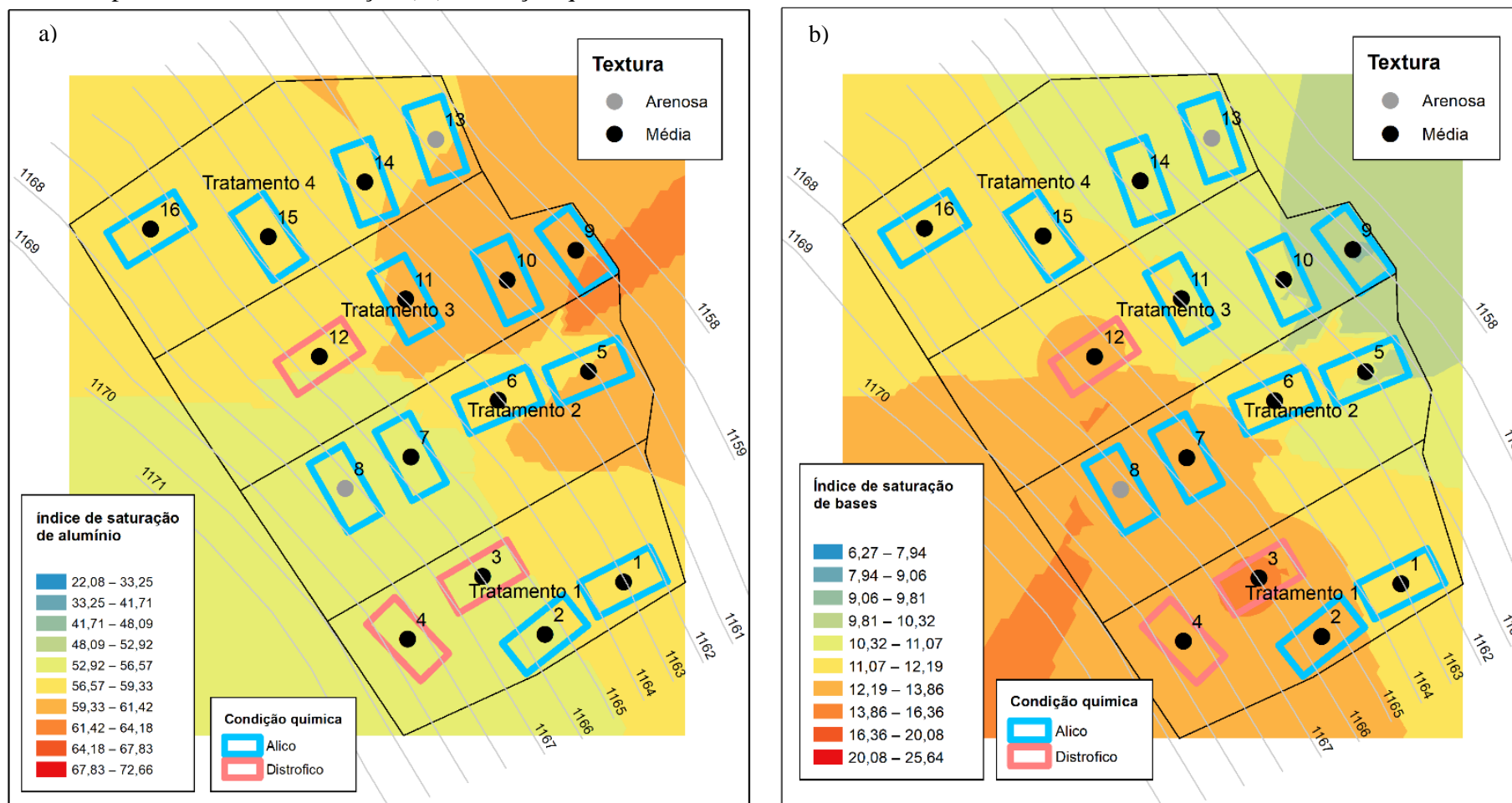
Altoé (2009) avaliou a omissão de Ca e micronutrientes em candeia plantada aos 5,83 anos e indicou que estes são importantes para o crescimento em circunferência, enquanto a omissão de K apresentou maiores índices de mortalidade.

Sendo o solo o substrato natural, as suas condições tornam-se limitantes para desenvolvimento da espécie, na seguinte ordem: $H+Al > m$, diretamente proporcional ao seu teor e, $V > SB > pH > CTC >$ inversamente proporcional ao seu teor. A textura do solo apresentou a seguinte ordem de importância: Silte > Argila > Areia.

A Figura 19 apresenta os mapas elaborados a partir da Krigagem dos valores do índice de saturação de alumínio e do índice de saturação de bases do solo, que apresentaram correlação positiva **Regular** e correlação negativa **Regular**, respectivamente. Apesar das parcelas 5, 9, 10,11 e 13 estarem localizadas nas classes de maiores valores do índice de saturação de alumínio e também nas classes de menores valores do índice de saturação de bases, não observa-se nenhum padrão nos valores de frequência de plantas, DAP, altura, área basal ou volume. Segundo Vale et al. (1996 citado por FURTINI et al., 2000) as espécies florestais nativas apresentam grande variabilidade de comportamento em relação à acidez do solo, saturação por bases e por Al.

Silva (2001) avaliou as características edáficas em áreas de ocorrência natural de candeia no Parque Estadual do Itacolomi e encontrou os melhores indivíduos de candeia, tanto em tamanho quanto característica dos fustes, na área com o maior índice de saturação de alumínio, 95,49 %.

Figura 19 - Distribuição espacial do a) índice de saturação de alumínio e b) índice de saturação de bases, com sobreposição dos tratamentos e das parcelas, cotas de elevação (m), condição química e a textura do solo

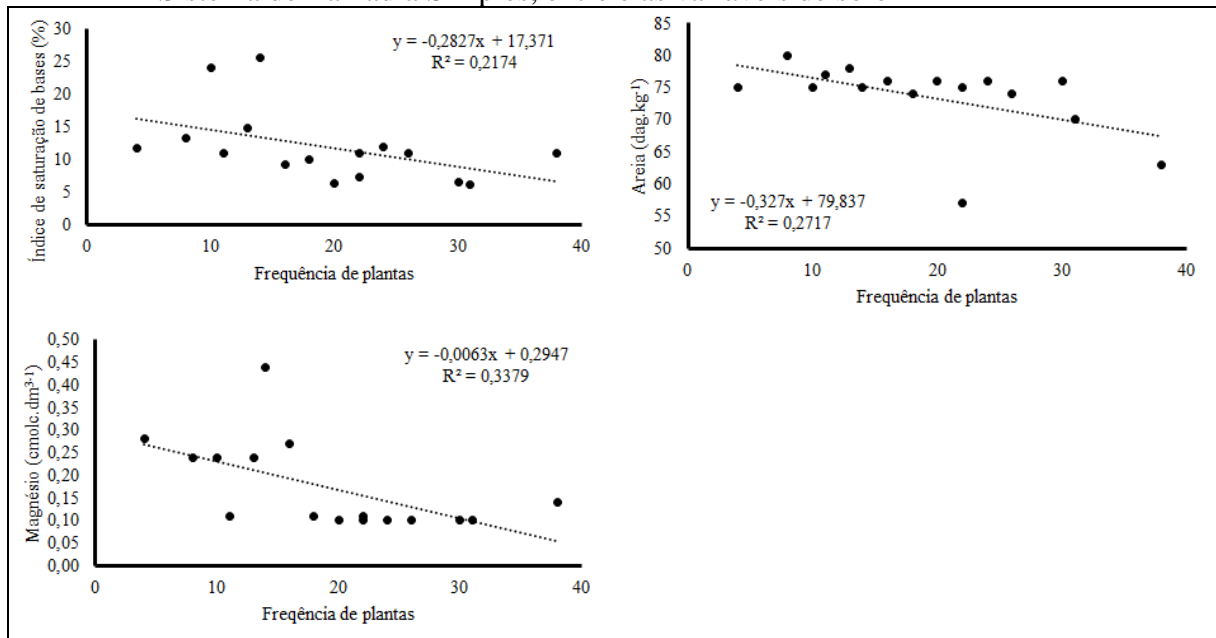


Fonte: Do autor (2019).

A média do teor de argila nas parcelas, que determina a textura do solo, foi de 17,75 dag.kg⁻¹, muito próxima dos valores das parcelas 8 e 13, de textura arenosa, 13 e 14 dag.kg⁻¹ respectivamente. Entretanto, os valores de silte foram 7 e 23 dag.kg⁻¹ respectivamente e os valores de frequência de plantas foram extremos, 1.600 e 7.600 plantas.ha⁻¹ respectivamente, evidenciando que o teor de silte influenciou diretamente na quantidade de regenerações.

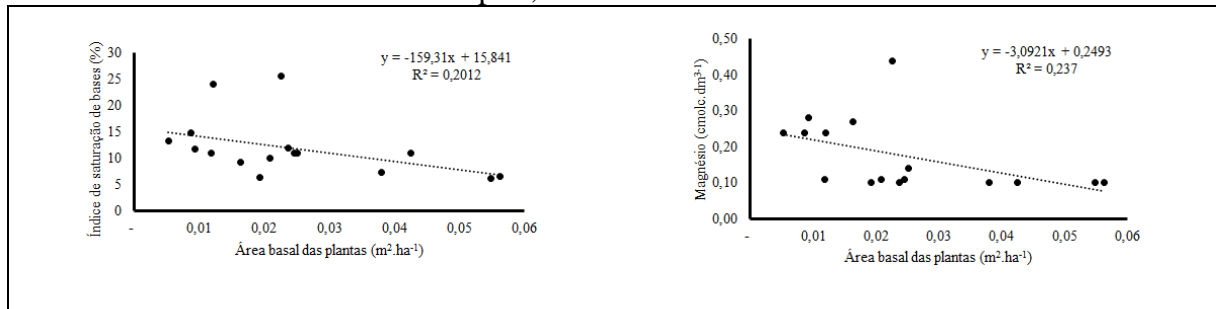
As correlações significativas que envolvem o Mg, mostram que sua presença está relacionada à menores valores da frequência de plantas regenerantes, da área basal e altura (Gráfico 5 e Gráfico 6). Esses resultados corroboram com Furtini et al. (1999 citado por FURTINI et al., 2000) que observaram que espécies pioneiras e secundárias, crescidas em solo corrigido, apresentaram baixa eficiência de uso de Ca e Mg, e contrariamente, elevada eficiência de uso de P.

Gráfico 5 - Correlações significativas da frequência de plantas regenerantes, aos seis anos em Sistema de Talhadia Simples, entre e as variáveis de solo



Fonte: Do autor (2019).

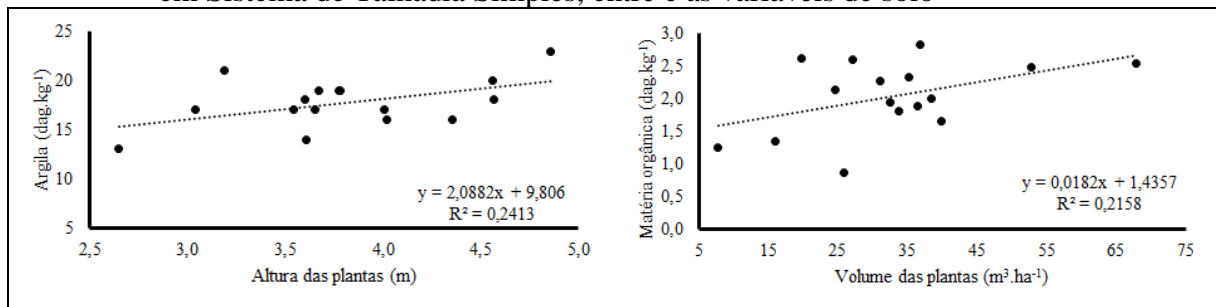
Gráfico 6 - Correlações significativas da área basal de plantas regenerantes, aos seis anos em Sistema de Talhadia Simples, entre e as variáveis de solo



Fonte: Do autor (2019).

A correlação entre a argila e a altura das plantas regenerantes foi significativa classificada em Ruim com tendência positiva (Gráfico 7). Os valores extremos de argila foram encontrados nas parcelas 5 e 8, com 23 e 13 dag.kg⁻¹ respectivamente. A diferença entre as alturas dessas parcelas foi de 183,32 %. Entretanto não há um padrão desse comportamento, dada à baixa correlação existente.

Gráfico 7 - Correlações significativas da altura e volume de plantas regenerantes, aos seis anos em Sistema de Talhadia Simples, entre e as variáveis de solo



Fonte: Do autor (2019).

A única correlação significativa de volume, ocorreu com a variável MO, classificada em Ruim com tendência positiva (Tabela 7). Nesse caso, os valores extremos de MO foram encontrados nas parcelas 4 e 8, com 2,82 e 0,86 dag.kg⁻¹ respectivamente. A diferença entre as alturas dessas parcelas foi de 114,64 % e também não possui padrão desse comportamento.

Tabela 7 - Correlações testadas entre variáveis de interesse (X) e variáveis de solo (Y) que possuem tendência significativa acima de 20%.

Eixo X	Eixo Y	R²	Equação	Tendência
N plantas	Areia	0,2717	$y = -0,327x + 79,837$	negativa
N plantas	Mg	0,3379	$y = -0,0063x + 0,2947$	negativa
N plantas	V	0,2174	$y = -0,2827x + 17,371$	negativa
G plantas	Mg	0,237	$y = -3,0921x + 0,2493$	negativa
G plantas	V	0,2012	$y = -159,31x + 15,841$	negativa
H plantas	Argila	0,2413	$y = 2,0882x + 9,806$	positiva
V plantas	MO	0,2158	$y = 0,0182x + 1,4357$	positiva

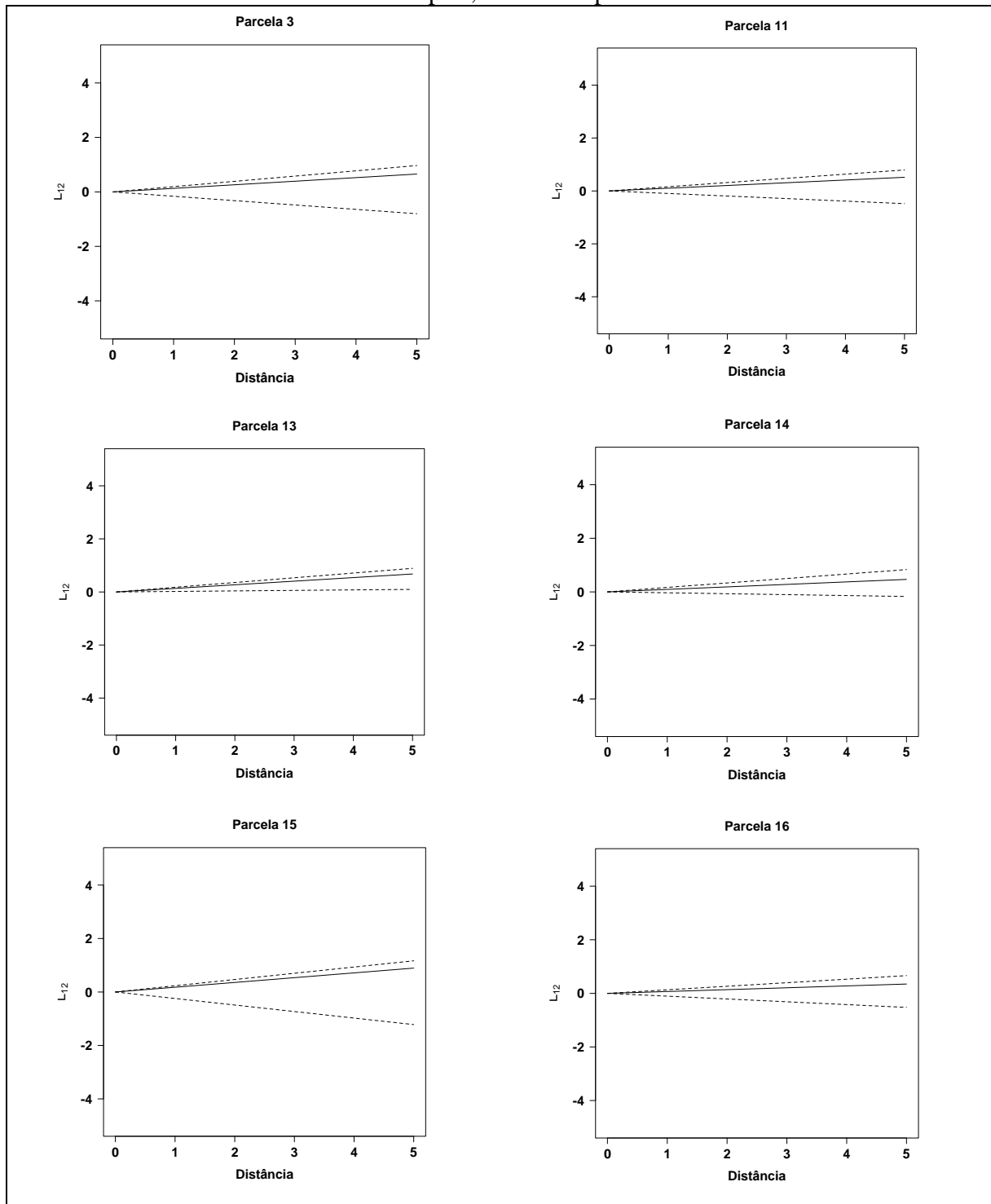
Fonte: Do autor (2019).

4.5 Análise espacial

Conforme analisado pela função K bivariada, não existe associação espacial entre cepas e regenerantes de candeia em nenhuma das parcelas, embora haja uma tendência à associação positiva (agrupamento) entre cepas e regenerantes nas parcelas 3, 11, 13, 14, 15 e 16 (Gráfico 8).

A completa aleatoriedade espacial entre cepas de árvores de candeia abatidas aos 7,8 anos de idade e plantas regenerantes em Sistema de Talhadia Simples, seis anos após o corte do primeiro ciclo, pode ser atribuída às condições ambientais, restrições de recursos, competição intraespecífica e características da raiz e da espécie.

Gráfico 8 - Função K bivariada (L estimado), das parcelas com tendência à associação positiva, para cepas de *E. erythropappus* (DC.) MacLeish e plantas regenerantes da espécie, em Sistema de Talhadia Simples, seis anos após o corte.



Legenda: Valores positivos de L indicam associação, valores negativos de L indicam dissociação e a linha contínua dentro da tracejada indica independência espacial.

Fonte: Do autor (2019).

O fato de não existir nenhuma associação espacial entre cepas e regenerantes, independentemente de qualquer que seja o causador dessa característica, é um aspecto de grande relevância para o futuro do Sistema de Talhadia para a espécie, principalmente para áreas plantadas.

O novo povoamento, conduzido por talhadia, não apresenta o alinhamento e o espaçamento entre plantas do primeiro plantio, isso porque as brotações de gemas de raízes adventícias superficiais podem atingir mais de 2 metros de distância da cepa. O desalinhamento talvez possa ser minimizado com a realização do desbaste da regeneração, mas ainda assim a floresta poderá ter as características de um povoamento nativo, ou seja, semelhantes ao candeais naturais.

Do ponto de vista da gestão dos planos de manejo, deve-se atentar que estas áreas poderão ficar sujeitas às restrições e condições atualmente existentes para o manejo de uma área de floresta natural. O trabalho dos técnicos e analistas dos órgãos ambientais poderá exigir mais esforços e recurso para classificar com segurança o talhão de origem plantada em Sistema de Talhadia. Portanto, é fundamental que os registros e documentos sejam realizados de forma a caracterizar corretamente o povoamento de Sistema de Talhadia oriundo de plantio artificial da espécie.

Historicamente já vivenciamos a revogação temporária da norma para análise e aprovação de planos de manejo sustentável da candeia e, com o passar dos anos e aumento das pressões sobre os recursos naturais, as áreas naturais poderão não ser mais passíveis de intervenção para extração de madeira.

Portanto é fundamental que os Sistemas Silviculturais com regeneração artificial de espécies nativas, bem como a Talhadia oriunda destes povoamentos, sejam claramente definidos e evidenciados como de grande potencial para a produção de madeira e demais produtos não madeireiros de espécies nativas do Brasil.

O Novo Código Florestal, prevê a existência de um sistema de registro de plantações de floresta nativas, que poderá ser um instrumento que ofereça mais confiança para aqueles que pretendem investir na silvicultura de espécies nativas (MINAS GERAIS, 2013).

4.6 Considerações sobre o Sistema de Talhadia para candeia

Até o momento, a única atividade silvicultural realizada na área de estudo, foi a escarificação manual do solo com exposição de raízes ao redor das cepas e, recomenda-se que

seja feito em breve, um desbaste para propiciar o desenvolvimento em diâmetro das plantas. Sendo essas atividades de custos reduzidos, o Sistema de Talhadia para plantações de candeia torna-se uma técnica viável do ponto de vista técnico e econômico.

Os povoamentos naturais de candeia ocorrem no Estado de Minas Gerais, frequentemente em maciços com grande predominância sobre outras espécies nativas. As florestas plantadas se assemelham em parte aos povoamentos nativos, e muitas vezes são implantadas em áreas de campo de altitude, ou áreas degradadas impróprias para a agricultura, reforçando ainda mais essa semelhança.

As plantações de candeia podem ser destinadas para compor áreas de Reserva Legal na mesma propriedade ou para compensações ambientais de outras propriedades ou outros empreendimentos. Essa opção é regulamentada pelo Novo Código Florestal (BRASIL, 2012; MINAS GERAIS, 2013). Essa é também uma forma de pagamento por serviços ambientais (PSA) que pode incentivar produtores a investirem em plantações da espécie.

Entretanto o Sistema de Talhadia com corte raso não poderá ser utilizado para esses fins, dada a restrição do artigo 34 da Lei 20.922 de 2013 “Na área de Reserva Legal, não são permitidos o corte raso, a alteração do uso do solo e a exploração com fins comerciais, ressalvados os casos de manejo florestal sustentável e de ecoturismo” (MINAS GERAIS, 2013a).

O desenvolvimento de sistema de manejo florestal sustentável que preveja o uso da Talhadia mista, onde existe indivíduos oriundos de sementes e brotações, bem como a talhadia sob Alto Fuste ou Talhadia com reservas, que prevê plantas de origens e idades diferentes no povoamento deve ser incentivado. A combinação de Sistemas Silviculturais de Árvores Porta Sementes, Seletivo ou de Cobertura, com o Sistema de Talhadia para condução da regeneração natural também poderá atender os requisitos das normas ambientais. Nesse caso, a mesma norma que venha a regulamentar os plantios de espécies nativas para fins comerciais, poderá regulamentar o uso desses sistemas.

5. CONCLUSÃO

A escarificação do solo com exposição de raízes ao redor da cepa de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (candeia) pode ser feita até oito semanas após o abate da árvore, durante o período de ocorrência de chuvas.

A área de plantio de candeia colhida aos 7,8 anos de idade e conduzida em Sistema de Talhadia Simples, por meio de brotações adventícias das raízes de candeia, em seis anos apresentou densidade de plantas estabelecidas 216% superior à do plantio em alto fuste.

O Sistema de Talhadia de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (candeia) sem desbastes produziu, aos 6 anos de idade, apenas 2,68% do volume comercial obtido no plantio de mudas aos 7,8 anos de idade, quando utilizados os critérios legais de autorização de corte, o que indica a necessidade de manejo do povoamento.

As correlações da densidade e área basal das plantas regenerantes com a área basal das cepas, mostrou que a densidade do plantio de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (candeia) é um fator que pode influenciar na quantidade de regenerantes no Sistema de Talhadia.

Não existe associação espacial entre cepas e regenerantes de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (candeia), havendo completa aleatoriedade espacial.

As condições do solo tornam-se limitantes para desenvolvimento da espécie, na seguinte ordem: $H+Al > m$, diretamente proporcional ao seu teor e, $V > SB > pH > CTC$, inversamente proporcional ao seu teor. A textura do solo apresentou a seguinte ordem de importância: Silte $>$ Argila $>$ Areia.

REFERÊNCIAS

ALTOÉ, T. F. **Avaliação da interferência de adubos comerciais e omissão de nutrientes no desenvolvimento da candeia (*Eremanthus erythropappus*) sob regime de poda e não poda**. 2009. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, 2009.

ALTOÉ, T. F. **Sustentabilidade de plantações de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) na produção e qualidade de óleo essencial**. 2012. 153 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, 2012.

AMARAL, C. S. et al. crescimento da candeia pela adubação mineral e orgânica em rejeito da mineração de quartzito. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 3, p. 421, mar. 2014.

ANDRADE, I. S. **Avaliação técnica e econômica de sistemas de manejo de candeais nativos**. Lavras: UFLA, 2009.

ARAÚJO, E. J. G. **Avaliação e análise da sustentabilidade de planos de manejo da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2012. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

ARAÚJO, E. J. G. et al. Métodos de amostragem de área variável para a regeneração natural de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish. **Floresta**, Curitiba, v. 48, n. 2, p. 265, abr. 2018.

ARAÚJO, L. C. **Vanillosmopsis erythropappa Sch. Bip: sua exploração florestal**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Engenharia, 1944. 58 p.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: from individuals to ecosystems**. 4th. ed. Hoboken: Blackwell Publishing, 2006. 750 p.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm>. Acesso em: 23 jan. 2019.

BRASIL. **Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Lei revogada pela lei 12.651 de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm>. Acesso em: 23 jan. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 21 jan. 2019.

CARMO, I. E. P. **Variação haplotípica do dna cloroplastidial de *Eremanthus erythropappus* MacLeish e *Eremanthus incanus* Less (Less.)**. 2013. 91 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

CARVALHO, D.; BARREIRA, S.; MOURA, M. C. O. Genética, manejo e conservação. In: SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C. (Ed.). **O manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2012. p. 329.

CITRÓLEO. **Citróleo Indústria e Comércio de Óleos Essenciais Ltda.** Torrinha, 2019.

COLETTI, J.; BONDUELLE, G. M.; IWAKIRI, S. Avaliação de defeitos no processo de fabricação de lamelas para pisos de madeira engenheirados com uso de ferramentas de controle de qualidade. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 135–140, 2010.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. **Deliberação Normativa COPAM nº 217 de 06 de dezembro de 2017**. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>>. Acesso em: 22 jan. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 369 de 28 de março de 2006**. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 21 jan. 2019.

DUTRA, R. C. et al. Caracterização morfoanatômica das folhas de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, Asteraceae. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, São Paulo, v. 20, n. 6, p. 818–824, 2010.

ESTOPA, R. A. et al. Diversidade genética em populações naturais de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 70, p. 97–106, 2006.

FARIA, M. M. **Candeias (*Eremanthus* SP.): espacialização e interações ambientais no município de Mariana (MG)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Biblioteca | Museu de Artes e Ofícios**. Disponível em: <<https://www.mao.org.br/conheca/biblioteca/>>. Acesso em: 19 fev. 2019.

FURTINI, A. E. N. et al. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. p. 427.

HIGUCHI, P. et al. Associações espaciais entre indivíduos de diferentes espécies de. **Revista Arvore**, Viçosa, MG, v. 35, p. 381–389, 2011.

INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Disponível em: <<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/#>>. Acesso em: 13 fev. 2019.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Portaria nº 184 de 10 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre normas para elaboração e execução de Plano de Manejo para Produção Sustentada da Candeia *eremanthus erythropappus* e *eremanthus incanus* no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2004.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Portaria nº 01, de 5 janeiro de 2007**. Dispõe sobre normas para elaboração e execução do Plano de Manejo para Produção Sustentada da Candeia - *Eremanthus erythropappus* e *Eeremanthus incanus* no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=6692>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Portaria IEF nº 99 de 18 de julho de 2012**. Revoga a Portaria IEF nº 01, de 05 de janeiro de 2007, que dispôs sobre normas para elaboração e execução do Plano de Manejo para Produção Sustentada da Candeia - *Eremanthus erythropappus* e *Eeremanthus incanus* no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <http://jornal.iof.mg.gov.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/67476/caderno1_2012-07-19%2023.pdf?sequence=1>. Acesso em: 23 jan. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 8 fev. 2019.

LAPONI, J. C. **Estatística usando o Excel**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

LIMA, A. L. **O papel ecológico da neblina e a absorção foliar de água em três espécies lenhosas de matas nebulares, SP - Brasil**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, 2010.

McCORMAC, J.; SARASUA, W.; DAVIS, W. **Topografia**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MELO, L. A.; DAVIDE, A. C.; TEIXEIRA, L. A. F. Metodologia para resgate de matrizes e enraizamento de estacas de *Eremanthus erythropappus*. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 631–638, dez. 2012.

MELO, L. A. et al. Crescimento de Mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob Diferentes Formulações de Substrato. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 2, p. 234–242, 2014.

MENDONÇA, N. D. E. P. **Rendimento de óleo essencial em função do diâmetro para plantio de *Eremanthus erythropappus* (DC .) MacLeish**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2014.

MINAS GERAIS. **Lei nº 20.922 de 16 de outubro de 2013**. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Belo Horizonte, 2013a. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375>>. Acesso em: 22 jan. 2019.

_____. **Resolução Conjunta SEMAD/IEF nº 1.804 de 11 de janeiro de 2013**. Dispõe sobre os procedimentos para autorização da intervenção ambiental no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Belo Horizonte, 2013b. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=250995>>. Acesso em: 21 jan. 2019.

_____. **Resolução conjunta SEMAD/IEF nº 1.905 de 12 de agosto de 2013**. Belo Horizonte, 2013c. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/servicos/2014/rc-semad-ief-no-1.905-12-08-2013.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2019.

_____. **Sistema Integrado de Informação Ambiental**. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/action/Consulta.do>>. Acesso em: 7 ago. 2017.

_____. **Termos de referência**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/regularizacao-ambiental/termos-de-referencia>>. Acesso em: 13 fev. 2019.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. New York: J. Wiley, 1976.

OLIVEIRA, A. D. et al. Capítulo 15 - O comércio dos produtos da Candeia: Aspectos sociais e econômicos. In: SCOLFORO, J. R. S.; DE OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C. (Ed.). **Manejo sustentável da Candeia: o caminhar de uma nova experiência em Minas Gerais**. Lavras: Ufla, 2012. p. 329.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; FLUMINHAN FILHO, M. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito vegetation ecology of the Parque Florestal Quedas Do Rio Bonito, Brazil. *Cerne*, Lavras, v. 5, n. 2, p. 51–64, 1999.

PÁSCOA, K. J. V. et al. Equações de volume e massa seca para plantios de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). In: CORTE, A. P. D. et al. (Ed.). **Atualização em mensuração florestal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2014. p. 71-75.

PAVAN, V. M. M. **Plano de manejo sustentado para exploração da Candeia *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish. Em conformidade com a Resolução Conjunta SEMAD/IEF 1.905/2013 - Processo 10020000152/15**. Lavras: IEF, 2015.

PEDRALLI, G. Estrutura diamétrica, vertical e análise do crescimento da “Candeia” (*Vanillosmopsis erythropappa* Schult. Bip.) na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto-MG. *Revista Arvore*, Viçosa, MG, v. 21, n. 2, p. 301–306, 1997.

PÉREZ, J. F. M. et al. Sistema de manejo para a candeia - *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish – a opção do sistema de corte seletivo management system for native candeia forest (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) - the option for seletive cutting . A candeia (Ere). *Cerne*, Lavras, v. 3, p. 257–273, 2004.

PÉREZ, J. F. M. **Sistema de manejo para a candeia *Eremanthus erythropappis* (DC.) MacLeish.** Lavras: UFLA, 2001.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing.** Vienna, 2017. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 17 fev. 2019.

REFLORA. **Herbário virtual.** Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

RIPLEY, B. D. Spatial point pattern analysis in ecology. In: LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. (Ed.). **Developments in numerical ecology.** Berlin: Springer, 1987. p. 407–429.

RIPLEY, B. D. **Spatial statistics.** New York: Springer, 1981.

ROWLINGSON, B.; DIGGLE, P. Splancs: spatial point pattern analysis code in S-Plus. **Computers and Geosciences**, New York, v. 19, n. 5, p. 627-655, 1993.

SCOLFORO, J. R. S. et al. **O manejo da candeia nativa.** Lavras: UFLA, 2008.

SCOLFORO, J. R. S. et al. Opções de manejo sustentável para a candeia. In: SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. DE; DAVIDE, A. C. (Ed.). **O manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 2012. p. 329.

SCOLFORO, J. R. S.; LOEUILLE, B. F. P.; ALTOÉ, T. F. Caracterização da candeia. In: SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C. (Ed.). **Manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência em Minas Gerais.** Lavras: Ufla, 2012. p. 329. Cap. 1.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. **Inventário florestal.** Lavras: UFLA / FAEPE, 2006.

SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C. **Manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência em Minas Gerais.** Lavras: Ufla, 2012.

SCOLFORO, J. R. S.; PÉREZ, J.; MELLO, J. Volume estimation, dry weight, oil content and quantity of fenceposts of candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC) MacLeish). **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 87–102, 2004.

SCOLFORO, J. R. S. Sistemas silviculturais. In: _____. **Manejo florestal.** Lavras: UFLA / FAEPE, 1998. p. 438.

SILVA, E. F. **Caracterização edáfica e fitossociológica em áreas de ocorrência natural de Candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Sch. Bip.).** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001.

SILVA, M. A. et al. Análise da distribuição espacial da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) sujeita ao sistema de manejo porta-sementes. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 311–316, 2008.

SISTEMA NACIONAL DE CONTROLE DA ORIGEM DOS PRODUTOS FLORESTAIS. Brasília, 2019.

SMITH, D. M. et al. Development of silvicultural systems and methods of regeneration. In: _____. **The practice of silviculture**. 9th. ed. New York: J. Wiley & Sons, 1986a. p. 537.

SMITH, D. M. et al. Vegetatively regenerated stands. In: _____. **The practice of silviculture**. 9th. New York: J. Wiley & Sons, 1986b. p. 537.

SOUZA, A. L. et al. Caracterização fitossociológica em áreas de ocorrência natural de candeia (*Eremanthus erythropappus* (D.C.) MacLeish). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 667–677, 2007.

TEIXEIRA, M. C. B. et al. **Ecofisiologia da candeia**. Belo Horizonte: CETEC, 1996.

THE MERCK INDEX. 12th. ed. London: Chapman and Hill, 1996.

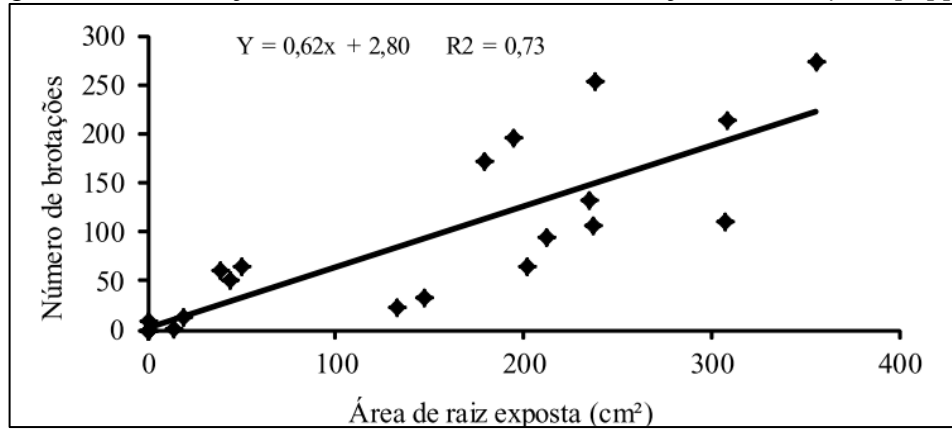
VENTURIN, N. et al. Adubação mineral da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Floresta**, Seropédica, v. 35, n. 2, p. 211–219, 2005.

VIRGENS, A. P.; FREITAS, L. C.; LUZ, D. S. Análise econômica em projetos de reflorestamentos sob dois regimes de manejo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 29–37, 2018.

WHITMORE, T. C. Gaps in forest canopy. In: TOMLINSON, P. B.; ZIRMMERMAN, M. H. (Ed.). **Tropical trees as living system**. Cambridge: Cambridge University, 1978. p. 639–655.

ANEXOS

ANEXO A

Figura 20 - Correlação entre área escarificada e brotações de *E. erythropappus*

Fonte: Melo et al. (2012).

APÊNDICE

Tabela 8 - Plantas regenerantes no Sistema de Talhadia Simples de *E. erythropappus*

	----- Altura (m) -----			DAP equivalente (m)			----- Área basal (m ² .ha ⁻¹) -----				----- Volume (m ³ .ha ⁻¹) -----			
	\bar{X}	σ	CV %	\bar{X}	σ	CV%	Σ	\bar{X}	σ	CV %	Σ	\bar{X}	σ	CV %
T 1	3,9596	0,9221	23,2879	3,8702	1,9073	0,4928	0,0831	0,0015	0,0015	101,7826	26,3357	0,4620	0,3472	75,1389
P 1	4,5692	0,6927	15,1598	4,2000	1,8315	0,4361	0,0426	0,0016	0,0015	94,1251	33,7809	1,2993	1,1343	87,3060
P 2	3,6500	0,7326	20,0706	5,2000	1,8257	0,3511	0,0093	0,0023	0,0013	56,6356	7,7481	1,9370	0,7524	38,8430
P 3	3,7714	0,7173	19,0191	3,9857	2,2309	0,5597	0,0225	0,0016	0,0018	111,8048	27,0924	1,9352	1,0379	53,6340
P 4	3,0385	0,6923	22,7834	2,6769	1,1748	0,4389	0,0086	0,0007	0,0006	86,9567	36,7213	2,8247	1,8200	64,4315
T 2	4,1469	0,9811	23,6581	3,9198	1,7698	0,4515	0,1174	0,0014	0,0013	92,8607	35,7676	0,4416	0,3547	80,3232
P 5	4,8581	0,3603	7,4175	4,3613	1,9078	0,4374	0,0549	0,0018	0,0017	94,0778	39,7968	1,2838	0,9729	75,7860
P 6	4,5591	0,6261	13,7340	4,5091	1,3416	0,2975	0,0381	0,0017	0,0011	61,0594	24,6664	1,1212	0,8376	74,7095
P 7	3,1900	0,6464	20,2623	3,1000	1,6651	0,5371	0,0192	0,0010	0,0010	108,8789	52,7567	2,6378	1,5296	57,9875
P 8	2,6500	0,4276	16,1365	2,6375	1,2317	0,4670	0,0052	0,0007	0,0006	93,9773	25,8506	3,2313	1,8787	58,1407
T 3	4,0317	0,6551	16,2477	3,8220	1,7182	0,4496	0,1129	0,0014	0,0013	91,7379	30,2061	0,3684	0,2941	79,8258
P 9	4,3567	0,5124	11,7610	4,5167	1,8985	0,4203	0,0563	0,0019	0,0016	83,5834	38,4494	1,2816	0,8778	68,4934
P10	4,0208	0,6420	15,9667	3,2792	1,3762	0,4197	0,0237	0,0010	0,0008	81,2507	35,2320	1,4680	1,1819	80,5090
P11	3,7778	0,5996	15,8708	3,4778	1,6711	0,4805	0,0208	0,0012	0,0012	103,2691	31,0785	1,7266	1,3045	75,5536
P12	3,5400	0,7306	20,6384	3,6600	1,4774	0,4037	0,0121	0,0012	0,0008	70,3920	16,0645	1,6064	1,7069	106,2548
T 4	3,7149	0,8023	21,5953	3,1103	1,3162	0,4232	0,0778	0,0009	0,0007	82,8873	39,1293	0,4498	0,3611	80,2825
P13	3,6079	0,5048	13,9909	2,7289	1,0032	0,3676	0,0252	0,0007	0,0005	76,8581	67,8985	1,7868	1,2369	69,2258
P14	3,6727	1,1516	31,3554	3,4818	1,2937	0,3716	0,0118	0,0011	0,0007	63,6835	19,7804	1,7982	1,7096	95,0733
P15	4,0045	0,6593	16,4650	3,4500	1,5614	0,4526	0,0246	0,0011	0,0009	84,5686	32,4204	1,4737	1,3589	92,2155
P16	3,6000	1,1838	32,8828	3,2938	1,4987	0,4550	0,0163	0,0010	0,0008	82,3340	36,4179	2,2761	1,8038	79,2494
Geral	3,9590	0,8541	21,5729	3,6550	1,6947	0,4637	0,3911	0,0013	0,0012	96,4775	32,8597	0,1070	0,0851	79,4920

Legenda: T: Tratamentos. P: Parcelas. CV%: Coeficiente de variação. DAP: Diâmetro a altura do peito

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 9 - Cepas, plantas regenerantes, fustes totais e média de fustes por planta regenerante estabelecida aos seis anos após a colheita e escarificação do solo feita em 5, 6, 7 e 8 semanas após o corte (tratamentos 1, 2, 3 e 4 respectivamente)

	---- Cepas ----		---- Plantas ----		---- Fustes ----		----- Fustes.planta ⁻¹ -----		
	N	N.ha ⁻¹	N	N.ha ⁻¹	N	N.ha ⁻¹	\bar{X}	σ	CV %
Tratamento 1	29	1.450	57	2.850	112	5.600	1,9649	1,3754	69,9958
Parcela 1	8	1.600	26	5.200	51	10.200	1,9615	1,1482	58,5379
Parcela 2	10	2.000	4	800	14	2.800	3,5000	2,3805	68,0136
Parcela 3	8	1.600	14	2.800	29	5.800	2,0714	1,6854	81,3654
Parcela 4	3	600	13	2.600	18	3.600	1,3846	0,6504	46,9765
Tratamento 2	28	1.400	81	4.050	197	9.850	2,4321	1,8093	74,3913
Parcela 5	6	1.200	31	6.200	85	17.000	2,7419	2,3376	85,2548
Parcela 6	10	2.000	22	4.400	59	11.800	2,6818	1,5549	57,9797
Parcela 7	8	1.600	20	4.000	39	7.800	1,9500	1,2344	63,3013
Parcela 8	4	800	8	1.600	14	2.800	1,7500	0,8864	50,6517
Tratamento 3	36	1.800	82	4.100	164	8.200	2,0000	1,2472	62,3610
Parcela 9	7	1.400	30	6.000	75	15.000	2,5000	1,5256	61,0257
Parcela 10	11	2.200	24	4.800	36	7.200	1,5000	0,8847	58,9768
Parcela 11	10	2.000	18	3.600	33	6.600	1,8333	0,9852	53,7373
Parcela 12	8	1.600	10	2.000	20	4.000	2,0000	1,0541	52,7046
Tratamento 4	35	1.750	87	4.350	161	8.050	1,8506	1,2987	70,1801
Parcela 13	6	1.200	38	7.600	59	11.800	1,5526	0,9500	61,1885
Parcela 14	11	2.200	11	2.200	21	4.200	1,9091	0,9439	49,4413
Parcela 15	7	1.400	22	4.400	45	9.000	2,0455	1,7037	83,2921
Parcela 16	11	2.200	16	3.200	36	7.200	2,2500	1,5275	67,8900
Σ	128	-	307	-	634	-	2,0651	1,4627	70,8286
\bar{X}	-	1.600	-	3.838	-	7.925	-	-	-
σ	-	489,8979	-	1.848	-	4.294	-	-	-
CV %	-	30,6186	-	48,1521	-	54,1882	-	-	-

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 10 - Textura e fertilidade do solo.

Pr	Tx	----- dag.kg ⁻¹ -----				pH	-- mg.dm ³ ⁻¹ --		----- cmolc.dm ³ ⁻¹ -----						V --- % ---	m	P-rem Mg.L ⁻¹
		AG	ST	AR	MO		K	P	Ca	Mg	Al	HA1	SB	CTC			
1	média	18	8	74	1,81	5	30,49	0,61	0,43	0,10	1,02	4,88	0,61	1,63	11,08	62,58	26,45
2	média	17	8	75	1,25	5,1	39,12	1,22	0,15	0,28	0,92	4,00	0,53	1,45	11,71	63,45	36,00
3	média	19	6	75	2,60	5,2	81,96	1,43	1,15	0,44	0,51	5,22	1,80	2,31	25,64	22,08	34,04
4	média	17	5	78	2,82	4,8	65,32	0,98	0,72	0,24	0,92	6,45	1,13	2,05	14,87	44,88	32,94
5	média	23	7	70	1,66	4,6	35,51	0,44	0,27	0,10	0,96	6,89	0,46	1,42	6,27	67,61	34,97
6	média	20	5	75	2,13	4,5	41,91	0,69	0,23	0,10	1,08	5,52	0,44	1,52	7,34	71,05	33,37
7	média	21	3	76	2,48	4,7	46,92	0,93	0,24	0,10	1,16	6,74	0,46	1,62	6,39	71,60	32,10
8	arenosa	13	7	80	0,86	4,4	35,72	1,04	0,25	0,24	0,91	3,82	0,58	1,49	13,22	61,07	44,21
9	média	16	8	76	2,00	4,7	31,28	0,96	0,20	0,10	1,01	5,40	0,38	1,39	6,58	72,66	36,33
10	média	16	8	76	2,32	4,5	53,32	0,93	0,52	0,10	0,82	5,58	0,76	1,58	11,94	51,90	36,33
11	média	19	7	74	2,27	4,7	39,25	0,61	0,44	0,11	1,04	5,83	0,65	1,69	10,04	61,54	34,97
12	média	17	8	75	1,35	4,6	31,24	1,01	1,29	0,24	0,93	5,10	1,61	2,54	24,00	36,61	38,53
13	arenosa	14	23	63	2,54	4,5	66,41	1,16	0,46	0,14	1,02	6,30	0,77	1,79	10,90	56,98	43,73
14	média	19	4	77	2,62	4,8	58,14	1,13	0,47	0,11	0,93	5,96	0,73	1,66	10,90	56,02	30,99
15	média	17	26	57	1,94	4,9	44,86	0,93	0,48	0,11	0,95	5,70	0,71	1,66	11,00	57,23	34,69
16	média	18	6	76	1,89	5	31,97	2,57	0,23	0,27	0,92	5,70	0,58	1,50	9,27	61,33	32,04
	\bar{X}	17,7	8,7	73,6	2,0	4,7	45,83	1,04	0,47	0,17	0,94	5,56	0,76	1,71	11,95	57,41	35,10
	σ	2,5	6,4	5,8	0,5	0,2	15,23	0,47	0,33	0,1	0,14	0,85	0,41	0,33	5,60	13,42	4,413
	CV %	14,0	73,5	7,9	27,1	5,0	33,2	46,1	70,1	57,6	14,9	15,4	53,8	19,1	46,9	23,4	12,6

Legenda: Pr: Parcela. Tx: Textura. AG: Argila. ST: Silte. AR: Areia. MO: Matéria orgânica. HA1: H+Al. SB: Soma de bases trocáveis. CTC: Capacidade de troca catiônica efetiva. V: Índice de saturação de base. m: Índice de saturação de alumínio. P-rem: Fósforo remanescente

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 11 - CAS e G das cepas nas parcelas seis anos após o corte alto fuste.

	----- CAS cepas (cm) -----			----- G cepas (m ² .ha ⁻¹) -----			
	\bar{X}	σ	CV %	Σ	\bar{X}	σ	CV %
Tratamento 1	26,6483	7,4458	0,2794	0,1762	0,0061	0,0037	60,3738
Parcela 1	30,9000	8,8513	0,2865	0,0651	0,0081	0,0048	58,4782
Parcela 2	23,2200	3,5515	0,1529	0,0438	0,0044	0,0013	28,5873
Parcela 3	28,3500	7,1612	0,2526	0,0540	0,0068	0,0038	56,7783
Parcela 4	22,2000	9,6628	0,4353	0,0133	0,0044	0,0036	82,0553
Tratamento 2	28,5143	9,2348	0,3239	0,1995	0,0071	0,0048	67,9632
Parcela 5	40,5500	7,6688	0,1891	0,0808	0,0135	0,0049	36,5967
Parcela 6	28,5300	8,0431	0,2819	0,0694	0,0069	0,0040	57,4880
Parcela 7	22,6625	3,5605	0,1571	0,0334	0,0042	0,0013	31,5693
Parcela 8	22,1250	3,2243	0,1457	0,0158	0,0040	0,0012	29,1390
Tratamento 3	29,7639	12,7347	0,4279	0,2990	0,0083	0,0082	98,7064
Parcela 9	43,5286	19,6801	0,4521	0,1240	0,0177	0,0144	81,1190
Parcela 10	26,4182	7,2338	0,2738	0,0653	0,0059	0,0031	52,5973
Parcela 11	26,0900	7,3429	0,2814	0,0580	0,0058	0,0034	58,4150
Parcela 12	26,9125	9,9590	0,3701	0,0516	0,0065	0,0045	68,9988
Tratamento 4	28,8514	7,7700	0,2693	0,2482	0,0071	0,0040	55,9847
Parcela 13	38,4167	5,6958	0,1483	0,0718	0,0120	0,0033	27,5285
Parcela 14	26,7455	5,7646	0,2155	0,0653	0,0059	0,0027	46,0016
Parcela 15	30,9286	9,2597	0,2994	0,0574	0,0082	0,0051	62,5759
Parcela 16	24,4182	4,4672	0,1829	0,0538	0,0049	0,0017	35,6607
Geral	28,5352	9,6166	0,3370	0,9229	0,0072	0,0056	77,6302

Legenda: CAS: Circunferência a altura do solo. G: Área basal

Fonte: Do autor (2019).