



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

ANDRÉ SALGADO DE ANDRADE SANDIM

**BROTAÇÃO INICIAL PÓS-COLHEITA DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus grandis* W. HILL
ex MAIDEN X *Eucalyptus urophylla* L.C. BLAKE NO PLANALTO DO RIO GRAJAÚ -
MARANHÃO.**

BELÉM/PA

2017

ANDRÉ SALGADO DE ANDRADE SANDIM

**BROTAÇÃO INICIAL PÓS-COLHEITA DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus grandis* W. HILL
ex MAIDEN X *Eucalyptus urophylla* L.C. BLAKE NO PLANALTO DO RIO GRAJAÚ -
MARANHÃO.**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural da Amazônia, como parte das
exigências do Curso de Mestrado em Ciências
Florestais: área de concentração Manejo de
Ecossistemas Florestais, para obtenção do
título de Mestre.**

Orientador: Francisco de Assis Oliveira

Co-orientadora: Vanda M. S. de Andrade

BELÉM/PA

2017

Sandim, André Salgado de Andrade

Brotação inicial pós-colheita de híbridos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* L. C. Blake no Planalto do Rio Grajaú – Maranhão / André Salgado de Andrade Sandim. – Belém, 2017. 60 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2017.

Orientadora: Francisco de Assis Oliveira

1. Eucalipto 2. Silvicultura 3. *Eucalyptus grandis* – Colheita - Maranhão I. Oliveira, Francisco de Assis. II. Título.

CDD – 634.97376609812

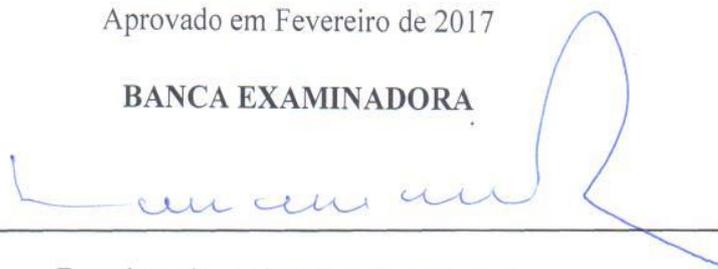
ANDRÉ SALGADO DE ANDRADE SANDIM

BROTAÇÃO INICIAL PÓS-COLHEITA DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus grandis* W. HILL
ex MAIDEN X *Eucalyptus urophylla* L.C. BLAKE NO PLANALTO DO RIO GRAJAÚ -
MARANHÃO.

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais: área de concentração Manejo de Ecossistemas Florestais, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em Fevereiro de 2017

BANCA EXAMINADORA



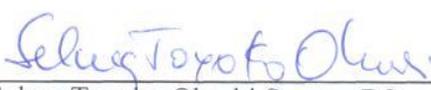
Francisco de Assis Oliveira- Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



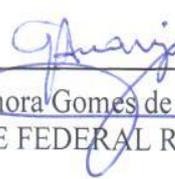
Vanda Maria Sales de Andrade, DSc- Co-orientadora
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



Marcos André Piedade Gama, DSc.
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



Selma Toyoko Ohashi Santos, DSc.
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



Denimora Gomes de Araújo, DSc.
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho e todo esforço
nele empreendido à minha família.

AGRADECIMENTOS

À força maior que nos guia!

Ao meu pai Plenomário pelo exemplo, incentivo e apoio incondicional, à minha mãe Angela pela eterna inspiração, amor e motivação sem os quais eu nada seria.

À minha amada esposa Alessandra, companheira fiel de todas as horas de hoje e sempre.

À minha filha Mariana, por ser minha fonte inesgotável de alegria de viver e por fazer tudo valer a pena.

Aos meus irmãos Diego e Luciana, pelo amor e fé que sempre em mim depositaram.

Ao meu Orientador Professor Francisco de Assis Oliveira, por me mostrar que só se chega à respostas corretas com as perguntas certas!

À minha co-orientadora Vanda de Andrade, pelo carinho, dedicação e paciência com que conduziu esse trabalho.

Aos colegas de turma pela acolhida em sua terra, em especial aos sempre dispostos Walmer Martins e Richard pelo apoio na formatação e análises estatísticas.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, aos amigos do LABECOS e ao CNPQ.

À Universidade Estadual do Maranhão, na figura do professor Paulo Catunda e dos estagiários graduandos de engenharia florestal Patrick Silva e Jerfferson Pereira pelo apoio na coleta de dados e análises.

Ao meu amigo Antônio Milton de Oliveira, pela amizade e por ter me dado a honra de compartilhar um pouco da sua experiência e do incrível conhecimento da floresta e da vida.

Ao Grupo Ferroeste e os funcionários da Gusa Nordeste, em especial ao proprietário do grupo sr. Ricardo Nascimento, e sua equipe Vagner Paulo, Wallas Silva e Jahdiel Holanda, por terem aberto as portas para esse trabalho e dado apoio na implantação e acompanhamento do experimento.

Ao professor Vitor Hoeflich da Universidade Federal do Paraná, pelo incentivo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho, meu muito obrigado!

“Eu fui à Floresta porque queria viver livre. Eu queria viver profundamente, e sugar a própria essência da vida... expurgar tudo o que não fosse vida; e não, ao morrer, descobrir que não havia vivido”.

Henry David Thoreau

RESUMO

Os plantios comerciais de espécies do gênero *Eucalyptus* tem se expandido e conquistado destaque na economia nacional. Dada as oscilações de mercado e da economia nacional, a busca por condução de rebrotas tem se tornado uma alternativa de menor custo quando comparada à reforma de plantios, contudo é necessário que se conheça os fatores que influenciam as características da rebrota a fim de se obter os melhores resultados de sobrevivência e vigor nos tocos no período pós colheita. O método de colheita, tipo de clone e época do ano são comumente citados como fatores que influenciam o percentual e vigor das rebrotas. O objetivo desse trabalho foi avaliar se o método de colheita (Manual x Mecanizada), o Clone (A217 x 321) e a época do ano (seca x chuva) influenciam no percentual de rebrota e no vigor das rebrotas (número de gemas por toco e altura do maior broto) de clones híbridos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* L.C. Blake. Foram instalados três ensaios na região do bioma cerrado, no município de Grajaú, no estado do Maranhão, cada ensaio possuía dois tratamentos que contaram com 4 parcelas e cada parcela continha 30 tocos, Os dados foram analisado por análise de variância e indicaram que a resposta do percentual de rebrota, número de gemas e altura do maior broto se mostrou favorecida pelo período seco, contudo a análise dos índices pluviométricos nos períodos mostrou que não houve diferença de pluviosidade nos dois períodos, descaracterizando o tratamento, levando a crer que o melhor desempenho da rebrota no suposto período seco se deu por outras variáveis não controladas e mensuradas. O tipo de colheita não afeta o percentual de rebrota nem o número de gemas nos tocos, enquanto que a colheita manual proporcionou brotações mais altas, indicando crescimento mais acelerado nesse método de colheita. Os clones A217 e 321 não apresentaram diferença significativa no percentual de rebrota, contudo o clone A217 foi superior no número de gemas e na altura do maior broto.

Palavras Chave: Eucalipto, Silvicultura, Talhadia, Rebrota.

ABSTRACT

Commercial plantations of species of the genus *Eucalyptus* have expanded and gained prominence in the national economy. Given the market and national economy oscillations, the search for regrowth has become a cheaper alternative when compared to the reform of plantations, however it is necessary to know the factors that influence the characteristics of regrowth in order to obtain the best results of survival and vigor in the stumps in the post harvest period. Harvest method, clone type and time of year are commonly cited as factors that influence the percentage and vigor of regrowths. The objective of this work was to evaluate if the harvesting method (Manual x Mechanized), Clone (A217 x 321) and the time of year (drought x rainfall) influence the percentage of regrowth and vigor of the regrowths (number of buds per stump And height of the largest shoot) of hybrid clones of *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* LC Blake. Three trials were installed in the cerrado biome region, in the municipality of Grajaú, in the state of Maranhão, each trial had two treatments that had four plots and each plot contained 30 stumps. Data were analyzed by analysis of variance and indicated that the response The number of buds, the number of buds and the height of the largest shoot were favored by the dry period. However, the analysis of rainfall indexes in the periods showed no rainfall difference in the two periods, characterizing the treatment, leading to the belief that the best performance Of the regrowth in the supposed dry period was due to other uncontrolled and measured variables. The type of harvest does not affect the percentage of regrowth nor the number of buds in the stumps, while manual harvesting provided higher shoots, indicating a faster growth in this method of harvesting. Clones A217 and 321 did not present significant differences in the percentage of regrowth, however clone A217 was superior in the number of buds and at the height of the largest bud.

Keywords: *Eucalyptus*, Forestry, Cutting, Regrowth.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização do Estado do Maranhão, município de Grajaú e local de implantação do experimento	26
Figura 2- Dados pluviométricos de Grajaú obtidos junto ao INMET (azul) e na estação meteorológica da fazenda (laranja)	28
Figura 3-- Teores de Cálcio e Alumínio no solo nos talhões 19 e 21, onde foram coletados os dados de chuva e talhões 20 e 104 onde foram instalados os experimentos de seca, em cmol/dm^3	30
Figura 4- pH do solo dos talhões 19 e 21 onde foram coletados os dados de chuva e talhões 20 e 104 onde foram coletados os dados de seca nas profundidades 0-10 cm.....	30
Figura 5- Croqui de localização dos tocos iniciais das parcelas nos períodos de chuva e seca	31
Figura 6- Colheita manual, derrubada (direita) e Baldeio de toras (esquerda)	32
Figura 7-Colheita mecanizada, derrubada Feller Buncher (direita) e arraste Skidder (esquerda)	32
Figura 8- Croqui da localização do toco inicial da amostra no talhão 20	33
Figura 9- Croqui de localização dos tocos iniciais das parcelas dos clones 321 e A217	34
Figura 10- Imagem de tocos com rebrotas vigorosas pós colheita (direita) e ausência total de rebrotas pós colheita (esquerda)	34
Figura 11- Imagem que representa o processo de contagem de rebrotas (gemas)	35
Figura 12- Percentuais de rebrotado clone 321 em período de seca e período de chuva	37
Figura 13- Balanço Hídrico na região de Grajaú com forte déficit no período de coleta de dados do período seco (setembro a dezembro)	38
Figura 14- Média mensal de precipitação nos períodos seco e de chuva.....	40
Figura 15- Número média de gemas do clone 321 em período de seco e chuvoso.....	41
Figura 16- Altura média do maior broto vivo em período de seco e chuva	42
Figura 17- % de rebrota de colheita manual e mecanizada do clone 321	44
Figura 18- Número médio de gemas por toco em dois métodos de colheita -manual e mecanizada	45
Figura 19-Altura média do maior broto vivo em dois métodos de colheita (manual e mecanizado).....	46
Figura 20- Porcentagem de rebrota do clone A217 e do clone 321 coletados em período de chuva.	47
Figura 21- Número médio de gemas por toco por clone	48
Figura 22- Altura média do maior broto vivo após 120 dias nos clones A217 e 321.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Comparação entre custos de reforma e condução de florestas de eucalipto aos 7 anos no estado do Maranhão.	20
Tabela 2- Fatores condicionantes do potencial de rebrota e fases de brotação	22
Tabela 3. Lista de atividades operacionais silviculturais e suas características implantadas nos plantios no local do experimento no ciclo anterior ao corte.	29
Tabela 4- Tratamentos dos ensaios e suas variáveis resposta	36
Tabela 5- Análise de variância do percentual de rebrota, número de gemas e altura do maior broto nos períodos seco e chuvoso	43
Tabela 6- Análise de variância das médias dos percentuais de rebrota, número de gema e altura do maior broto dos tratamentos colheita mecanizada e colheita manual	47
Tabela 7- Análise de variância da média do percentual de rebrota, número de gemas e altura do maior broto entre os clones A217 e 321	51

SUMÁRIO

1-	Introdução	13
1.1-	Questões	15
1.2-	Hipóteses	15
1.3-	Objetivo	15
1.3.1-	Objetivos específicos	16
2-	Revisão da Literatura	16
2.1-	O Eucalipto	16
2.2-	Sistema de Talhadia	19
2.3-	Influência do clima (disponibilidade de água) na rebrota	22
2.4-	Efeito do Método de Colheita na Rebrota de <i>Eucalyptus</i>	23
2.5-	Hibridação e clonagem de <i>Eucalyptus</i>	24
3-	Material e Métodos	26
3.1-	Área de Estudo	26
3.2-	Clima	27
3.3-	Preparo do Solo	28
3.3.1-	Análise do solo local	29
3.4-	Procedimentos de campo	31
3.4.1-	Ensaio A- Comparação de período seco e período de chuva	31
3.4.2-	Ensaio B- Comparação entre colheita mecanizada e colheita manual	32
3.4.3-	Ensaio C- Comparação entre clone 321 e A217	33
3.5-	Coleta de Dados	34
3.6-	Delineamento Experimental	35
3.7-	Análise Estatística dos Dados	36
4-	Resultados e Discussão	36
4.1-	Percentual de rebrota do clone 321 em período de seco e chuvoso	36

4.2- Número médio de gemas por toco em período seco e chuvoso	40
4.3- Altura média do maior broto em período seco e chuvoso	42
4.4- Percentual de rebrota em colheita manual e mecanizada	43
4.5- Número de Gemas por Toco em colheita manual e mecanizada	44
4.6- Altura média do maior broto vivo em colheita manual e mecanizada.....	45
4.7- Percentual de rebrota entre os clones A 217 e 321	47
4.8- Número de Gemas por Toco (Clones A217 e 321).....	48
4.9- Altura do maior broto nos clones A217 e 321.	49
5- Conclusões	51
Influência do período de colheita nas variáveis avaliadas.....	51
Influência da colheita nas variáveis avaliadas	52
Influência do clone nas variáveis avaliadas.....	52
6- Referências Bibliográficas.....	53

1- Introdução

O principal gênero florestal cultivado no Brasil em área e volume é o *Eucalyptus*, que possui a característica de emitir brotações após o seu corte. Essas brotações, se bem conduzidas, num sistema denominado “talhadia”, possibilitam a formação de florestas sem que haja a necessidade de um novo plantio. A alta capacidade de emitir brotos, permite a formação de um novo povoamento com maior economia por não envolver os custos de produção e transporte de mudas, preparo de solo, transporte de mudas e equipamentos, plantio, replantio e desmobilização de estruturas.

Uma vantagem do sistema de talhadia é que há ainda a menor perturbação do solo e redução do intervalo entre colheita e plantio, ou seja, menor período de terra ociosa o que termina em um produto final de menor custo e, portanto, mais competitivo no mercado e menos suscetível a crises e oscilações econômicas.

Há grande necessidade em responder alguns questionamentos, comuns nas empresas florestais, sobre quais são os fatores ambientais, operacionais, genéticos ou climáticos que efetivamente interferem na capacidade da planta rebrotar e estabelecer uma nova árvore. A forma de busca dessas respostas devem passar pela coleta de dados em ambiente florestal produtivo, ou seja, os dados devem ser coletados em campo buscando reprodutibilidade no que diz respeito à características de um empreendimento florestal.

Para que a madeira ou seus subprodutos cheguem até o ponto de consumo, que pode ser no local de processamento, como linhas de produção de celulose, particulados, carvão ou serraria, ou no consumidor final, é necessário que se cumpra uma cadeia de processos que via de regra se inicia no plantio ou condução da floresta, tratos culturais, colheita e transporte, além das atividades acessórias a essa cadeia, tais quais processo de inventário, viveiro, pesquisa e desenvolvimento e gestão, dentre outras.

A cadeia ora descrita é de alto custo, pois em se tratando de grandes maciços florestais, todos os números considerados são de grandes dimensões e em função da constante oscilação nas condições econômicas globais, a única forma de se prevenir contra a instalação de crises e permanecer competitivo no mercado, é a busca por processos eficientes e que garantam os menores custos operacionais que permitam máxima produção e satisfatória qualidade.

Apesar do sistema de talhadia oferecer vantagens em relação ao custo e à competitividade do processo operacional, alguns entraves podem comprometer o seu estabelecimento.

Inicialmente, o sistema de condução de rebrota, só será viável, se houver um alto índice de sobrevivência, pois do contrário, um plantio onde haja pequenos percentuais de sobrevivência propiciará uma floresta com baixa densidade de indivíduos por hectare, produzindo baixos volumes por unidade de área, o que na diluição do custo total da produção de madeira por unidade (m^3) dará um alto custo unitário.

A compreensão de quais são os fatores que influenciam na intensidade e vigor dos brotos nos tocos e conseqüentemente seu índice de sobrevivência no campo é de suma importância. A compreensão desses fatores, permitirá o planejamento da produção de forma que se otimize a produção e seja aproveitada a característica de regeneração do plantio por meio de rebrotas em sua plenitude.

Um enfoque especial deve ser dado à pesquisa do comportamento da rebrota de plantios de Eucalipto nas regiões do cerrado maranhense e a de transição dos biomas Cerrado/ Amazônia, dada a importância que a cultura do Eucalipto vem agregando, em 2015, o Maranhão já contava com mais de 210.000 ha. e o Pará com mais de 130.000 ha. Segundo relatório do IBÁ (2016).

As condições de solo e clima bastante particulares na região de estudo, onde encontram-se solos predominantemente arenoso e álico e de baixa fertilidade, contudo bem drenado e exposto a grandes quantidades de radiação solar de forma regular em todo ano dada a baixa latitude, onde não raro há déficit hídrico, exigem uma interpretação particular da pesquisa para esse sítio, já que o conhecimento em torno do assunto “rebrota” é escasso, ainda que vasto em outras regiões produtoras de maior tradição no país.

Refletindo sobre o exposto, algumas questões importantes surgem para que sejam respondidas, tais como:

1.1- Questões

A capacidade de rebrotar, o número médio de gemas por toco e a altura do maior broto serão aumentadas no período de chuva em função da disponibilidade hídrica no solo em detrimento do déficit hídrico no período de seca?

O impacto do deslocamento da esteira do Feller-Buncher e os danos físicos causados nos tocos pelo impacto das árvores arrastadas pelo Skidder reduzirão o percentual de rebrota, o número médio de gemas por toco e a altura média do maior broto em relação à área que foi colhida manualmente?

O fato de que os clones estudados tenham procedências distintas (321 Maranhão e A217 Bahia), implicará em diferentes capacidades de rebrota, diferentes número médio de gemas por toco e diferentes alturas médias de maior broto, ainda que tenham a composição híbrida das mesmas espécies e a mesma base genética?

1.2- Hipóteses

a) O período do ano, levando-se em consideração o índice pluviométrico (período de chuva e período seco) em que ocorre a colheita, interfere no percentual de rebrota, número de gemas emitidas e altura das brotações (crescimento).

b) A operação de colheita mecanizada, no sistema “Full Tree” (Derrubada de árvores com Feller- Buncher e arraste com Skidder) interfere negativamente no percentual de rebrota, número de gemas por toco e altura (crescimento) da brotação.

c) Diferentes clones possuem capacidades distintas de rebrota, emissão de gemas e crescimento dos brotos.

1.3- Objetivo

Avaliar os fatores que afetam diretamente o potencial de rebrota inicial de clones de eucalipto.

1.3.1- Objetivos específicos

a) Comparar as variáveis percentual de rebrota, número de gemas por toco e altura do maior broto vivo em dois períodos distintos (período seco e período de chuva).

b) Comparar as variáveis percentual de rebrota, número de gemas por toco e altura do maior broto vivo em dois métodos de colheita (manual e mecanizada).

c) Comparar as variáveis percentual de rebrota, número de gemas por toco e altura do maior broto vivo em dois clones distintos (A217 e 321).

2- Revisão da Literatura

2.1- O Eucalipto

O *Eucalyptus*, L'Héritier. foi descrito como o gênero de plantas da família das *Myrtaceae*, da tribo Leptospermaeas, nativas da Austrália, ocorrendo também em Nova Guiné, Timor e Mollucas, constituindo vastas florestas. Forma densas florestas no continente australiano e o seu porte pode assumir proporções gigantescas, ocorrendo espécies de porte médio e uma minoria arbustiva. O gênero foi descoberto e descrito primeiramente por L'Hertier em 1788 e os primeiros registros de sua introdução no Brasil datam de 1868 no Rio Grande do Sul e posteriormente no Rio de Janeiro no mesmo ano (ANDRADE e VECCHI, 1918).

Os benefícios socioeconômicos e ambientais que as plantações do gênero *Eucalyptus* podem trazer entre outros são geração de empregos no interior do país, fornecimento de produtos competitivos na economia globalizada, proteção de florestas nativas, retenção de CO₂ da atmosfera, e regulação do ciclo hídrico e dividem as principais espécies cultivadas no Brasil em dois grupos, em função da latitude onde vegetam em sua origem, as de clima Tropical, tais como o *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. grandis*, *E. maculata*, *E. pelitta*, *E. tereticornis* e *E. urophylla* e as de clima subtropical, citando *E. dunnii*, *E. globulus*, *E. viminalis* e *E. saligna*. (MORA e GARCIA, 2000)

A Agência Embrapa de Informação Tecnológica (2014), cita que a origem do gênero *Eucalyptus* está na Austrália, Indonésia e outras ilhas da Oceania e que apesar de se conhecerem aproximadamente 730 espécies desse gênero, algo em torno de 20 espécies são utilizadas comercialmente ao redor do globo e as espécies mais utilizadas devido à suas características da madeira e importância econômica são *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. dunnii*, *E. benthamii*, *Corymbia citriodora* (ex-*Eucalyptus citriodora*) híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* e outros híbridos interespecíficos.

Dentre as espécies citadas, a hibridação de duas delas se constitui na espécie que origina os clones estudados e tratam-se do *E. grandis* e *E. urophylla*.

Lorenzi *et al*, (2003) define o *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden como sendo uma planta de porte arbóreo, perenifólia de 20 a 40 metros de altura, nativa da Austrália de tronco retilíneo com casca pulverulenta, desprendendo-se em tiras longas deixando aparecer em baixo uma superfície lisa de cor branca, acinzentada, esverdeada ou salmão, com ramagem longa e robusta, formando copa aberta ou alongada, podendo se multiplicar por sementes ou estacas de plantas selecionadas.

O Eucalipto pode ser plantado para reflorestamento e plantio em lugares inundados para fixação de barrancos de rios dada a sua raiz profunda. Possui madeira marrom-rosada para caixotaria e construções. O *Eucalyptus urophylla* L.C. Blake é descrito como árvore perenifólia, com altura entre 25 e 35 metros com origem no Timor Leste, recentemente descrita como possuidora de tronco ereto e cilíndrico, revestido por casca grossa com fissuras longitudinais e finas de cor cinza escura, ramagem oblíqua formando copa alongada. Multiplica-se exclusivamente por sementes, e por se tratar de uma árvore de grande porte e de rápido crescimento, produz madeira de qualidade moderada e de polpa de celulose, sendo cultivada em larga escala com esse objetivo até na região amazônica e apesar de sua origem tropical, tolera o clima subtropical seco podendo ser cultivada em toda região sudeste do Brasil. Pode ser cultivada também com fins paisagísticos (LORENZI *et al*, 2003).

O *E. grandis* quando vegeta em regiões tropicais úmidas fica sensível ao “cancro do eucalipto” (*Cryphonectria cubensis*) porém, tem grande aceitação por se tratar de espécie líder em incremento quando submetida a condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento. Desrama-se naturalmente, dando origem a um tronco liso e retilíneo de aspecto colunar com madeira boa para serraria ou celulose. Existe restrição quanto à sua capacidade de rebrota após o segundo corte, mas ainda assim é a espécie mais plantada no Brasil e utilizada no cruzamento com outras espécies na obtenção de híbridos e clones

de árvores selecionadas. O *E. urophylla* despertou seu interesse no Brasil recentemente após comprovar-se sua resistência ao “Cancro do eucalipto” e pela qualidade de sua madeira sendo uma alternativa ao *E. grandis* em locais onde hajam restrições para o seu cultivo pela suscetibilidade deste ao cancro. (MORA e GARCIA, 2000).

Para frisar a importância dos plantios e dos usos do Eucalipto, é importante citar que no ano de 2015, a área plantada com espécies do gênero no Brasil foi de 5,6 milhões de hectares, com destaque para Minas Gerais com 24% desse total, São Paulo com 17% e Mato Grosso do Sul com 15%. Além disso o Eucalipto está presente em todos os estados das regiões Sul, Sudeste e centro Oeste e nos estados do Maranhão, Piauí e Bahia no Nordeste e Tocantins, Pará e Amapá na região Norte, estando presente em todos os estados brasileiros ainda que em menor escala naqueles não citados aqui. (IBÁ, 2016)

As plantações de Eucalipto no Brasil apresentam a maior média de produtividade mundial, atingindo a casa dos $36 \text{ m}^3 \cdot \text{ha} \cdot \text{ano}^{-1}$ e uma rotação média de 7 anos. O PIB (Produto Interno Bruto) setorial alcançado pelo setor de florestas plantadas (incluindo os plantios de Eucalipto) alcançou o resultado de R\$ 6,91 Milhões de reais, aumentando 3% em relação ao ano anterior e arrecadou R\$ 11,3 Bilhões em impostos e empregou direta e indiretamente 3,8 Milhões de pessoas, ainda que o país estivesse mergulhado em profunda crise econômica. No tocante às áreas social e ambiental, o setor no ano de 2015 contou com 5,6 Milhões de hectares de áreas naturais preservadas e apresentou um investimento de R\$ 285 Milhões de reais investidos em programas sociais e ambientais que atingiram cerca de 2,2 Milhões de pessoas. (IBÁ, 2016)

A importância da cultura do eucalipto, fica evidente quando se compara a área total plantada de florestas no país, que gira em torno de 7,8 milhões de hectares, onde o eucalipto ocupa 5,6 milhões de hectares, ou seja, 70% de toda área plantada (IBÁ, 2016).

A forte evolução da cultura do eucalipto no estado do Maranhão pode ser percebida pelo crescimento da área plantada que saltou de aproximadamente 93.000 ha em 2006 para mais de 210.000 ha em 2015, ou seja em menos de uma década a área plantada dobrou e continua em crescimento em área e importância econômica (IBÁ, 2016).

2.2- Sistema de Talhadia

O sistema de talhadia baseia-se por rebrotas nos tocos, Quando derrubadas próximo ao nível do solo, espécies com até uma certa idade reproduzem-se pela emissão de brotos dos tocos remanescentes, rebrotas essas que podem ser oriundas de gemas dormentes ou do tecido cambial na periferia da superfície de corte (TROUP, 1955).

Em geral, quando se fala em árvores, a emissão de brotos é inibida pela dominância apical controlada pelo meristema apical do vegetal, que quando danificado ou extirpado, desencadeará a brotação de hastes secundárias que originarão um novo tronco (TREDICI,2001).

A decisão pela condução de uma floresta de eucalipto por reforma ou sistema de condução de rebrotas deve ser avaliada caso a caso, considerando os custos, material genético a ser utilizado e volume esperado do segundo ciclo, contudo, Crous e Burger (2015), comprovam em estudo estabelecido na África do Sul, uma igual produção quando comparada uma floresta originada de rebrota e de reforma de plantio.

A decisão por reforma ou condução de uma floresta cabe ao proprietário da floresta, levando-se em conta a condição particular de cada área, mas fatores como taxa de desconto, preço de madeira, produtividade (afetada por fatores edafoclimáticos, tecnologia aplicada e material genético) e custo de silvicultura e colheita são importantes na composição da análise para a tomada de decisão (SOUZA *et al*, 2001).

Andrade e Vegghi (1918) explicam que nas florestas onde ocorre a talhadia, as árvores são sujeitas a cortes periódicos com a finalidade de se promover a emissão de brotos , onde o intervalo entre um corte e outro é chamado de ciclo ou rotação e complementam citando que o eucalipto “rebenta” com muita força quando se faz a amputação total ou parcial do tronco o que a torna uma árvore especialmente favorável a utilização para o sistema de talhadia por conter um grande número de gemas ou capacidade de regeneração por meio do tecido cambial quando cortada, contudo, evidencia a perda total ou parcial de capacidade de regeneração após sucessivos ciclos e em função de sua idade e condições edáficas. Lamprecht (1990) corrobora com tal conceito quando afirma que o eucalipto conta com três ciclos em média de produção satisfatória pelo sistema de talhadia e após isso deverá se proceder a um novo plantio

Em 2008, após a crise econômica mundial, a produção de madeira por meio da condução da brotação de eucalipto volta ao centro das discussões, haja vista que, para contenção de despesas, muitos empreendimentos florestais cessaram seus programas de implantação e reforma florestal, passando a adotar a talhadia como única forma de manejo (GONÇALVES *et al*, 2014).

A tabela 1 contém a comparação de custos entre a reforma de um plantio e a condução no estado do Maranhão.

Tabela 1- Comparação entre custos de reforma e condução de florestas de eucalipto aos 7 anos no estado do Maranhão.

Custo de formação florestal em R\$/ ha				
Fase	Reforma		Condução	
Plantio	R\$	2.971,00	R\$	430,75
1 ano	R\$	1.259,96	R\$	640,95
2 ano	R\$	344,33	R\$	366,90
3 ano	R\$	344,33	R\$	366,90
4 ano	R\$	344,33	R\$	366,90
5 ano	R\$	344,33	R\$	366,90
6 ano	R\$	344,33	R\$	366,90
7 ano	R\$	344,33	R\$	366,90
Total	R\$	5.544,82	R\$	3.273,10

Fonte: Energia Verde Produção Rural (2013)

Em levantamento realizado em 2013, foi verificado que 300 mil hectares (23%) das plantações de eucalipto das empresas associadas ao PTSM (Programa temático de Silvicultura e manejo do IPEF) estavam sendo conduzidos no sistema de talhadia. Dados divulgados pela ABRAF (2013), relativos às suas empresas florestais associadas, mostraram considerável evolução da área com florestas de eucalipto manejadas sob o sistema de talhadia. Em 2008, aproximadamente 5% da área plantada com eucalipto foi manejada neste sistema e 91% foi reformada. Em 2009, como um dos reflexos diretos da crise econômica mundial, as plantações em talhadia corresponderam a 25% da área total plantada (GONÇALVES *et al*, 2014).

A produtividade sustentada de povoamentos florestais conduzidos em regime de talhadia dependem, em grande parte, da capacidade da espécie em emitir brotos após o corte. Com a remoção da parte aérea das árvores, as gemas adventícias localizadas nas copas, não sofrendo mais efeito inibitório por parte das auxinas, são estimuladas em seu desenvolvimento e dão origem a novas árvores. Porém, outros fatores como O suprimento

de água e carboidratos, e o manejo da floresta, também podem influenciar negativamente no desenvolvimento da brotação (ZEN, 1987).

Souza (2016), exalta a capacidade de rebrota de eucalipto, citando que essa característica permite à espécie a ser conduzida em até cinco rotações.

A talhadia simples é um sistema silvicultural de grande importância para o setor florestal, especialmente para a produção de madeira de eucalipto em ciclos curtos. A capacidade de brotação é variável, os fatores que influenciam a brotação dos tocos são em grande parte conhecidos na eucaliptocultura, destacando-se, entre outros: espécie/procedência ou clone, sobrevivência, altura do corte, sombreamento, formigas cortadeiras, cupins, tipo do solo, época de corte, nível de mato competição, época e forma de desbrota, danos aos tocos e ao solo durante a colheita, déficit hídrico, precipitação e interplântio (HIGA e STURION, 2000).

Os fatores que determinam a performance de rebrota de *Eucalyptus spp.* Estão divididos em três, os fatores genéticos, operacionais e ambientais. Os fatores genéticos estão representados pelo elemento genotípico do indivíduo árvore e diz respeito à sua capacidade intrínseca de rebrota, de desenvolver os mais diversos tipos de gemas (adventíceas, lignotúber e dormentes), adaptabilidade e resistência ao estresse hídrico e nutricional, condição fisiológica (balanço hormonal). Os fatores operacionais são aqueles ligados à condicionantes controlados pelo homem, tais como tratamentos culturais e colheita e os fatores ambientais dizem respeito ao clima e ao solo (edafoclimáticos), que não tem influência humana. Cada um dos fatores citados atua em uma fase do desenvolvimento das brotações, que são as fases de Emissão de brotos, que vai do corte até dois a três meses pós-corte, Estabelecimento dos brotos, que vai até 6 a 12 meses e o crescimento dos brotos que vai até o corte seguinte (STAPE, 1997). A Tabela 2 ilustra os fatores e fases mencionados.

Tabela 2- Fatores condicionantes do potencial de rebrota e fases de brotação

Fatores Condicionantes	Fases da Brotação	Fatores Influentes (Exemplos)
Genéticos	Emissão	Espécie/ Procedência/ Clone, Estresse Hídrico, Estresse Nutricional, etc.
Operacionais	Estabelecimento	Altura de Corte, Formigas, Cupins, Sombreamento, Danos da Colheita, Densidade do Plantio
Ambientais	Crescimento	Regime Térmico, Regime Hídrico, Condição Edafo Fisiográfica, Fertilização/ Irrigação, matocompetição, etc.

Fonte: Stape, 1997

2.3- Influência do clima (disponibilidade de água) na rebrota

Pietras *et al*, (2015), estudou a comparação de duas florestas de Carvalho na república Tcheca, uma de árvores oriundas de semente outra de rebrota e concluiu a rebrota ser menos suscetível à estresse hídrico, dada sua maior capacidade de armazenamento de água graças à sua biomassa sob o solo.

Tatagiba *et al*, (2007), comparando o comportamento fisiológico, relacionou a diminuição de atividades fisiológicas de dois clones de eucalipto no Espírito Santo ao déficit hídrico. A taxa de fotossínteses, condutância estomática e transpiração foram reduzidas no período de seca, indicando desidratação do protoplasma das plantas em função da indisponibilidade de água.

A disponibilidade de água determinada pelo balanço hídrico, que leva em consideração fatores como precipitação, temperatura e evapotranspiração, é determinante no comportamento fisiológico de *Eucalyptus*. Projeções climáticas para a região do Espírito Santo, Sul da Bahia e Minas Gerais sem considerar o fator melhoramento genético e manejo do solo, indicam a redução da produtividade na casa de 40% devido à redução da precipitação e aumento da temperatura (EVANGELISTA, 2006).

2.4- Efeito do Método de Colheita na Rebrotas de *Eucalyptus*

Zen (1987) cita que dentre outros fatores que afetam a brotação e a produtividade da floresta, a altura de corte tem sido bastante estudada. Porém, têm sido encontradas respostas diferenciadas em função do local e espécie estudada. Estudos relatam não haver influência da altura de corte no desenvolvimento em altura e diâmetro para as espécies estudadas; porém, recomenda-se 15 cm como altura de corte para o *E.grandis* e *E.cloeziana*.

A sobrevivência das touças é afetada pelas variações ocorridas entre época e idades de corte, indicando que as alternativas de manejo para rotações sucessivas com o *E. grandis* devem necessariamente, considerar estes fatores. Povoamentos jovens, com 6 anos de idade, possuem evidências a propiciar uma maior taxa de sobrevivência das touças, em comparação com povoamentos mais velhos, com 10 anos de idade, o que leva a inferir a existência de maior capacidade de regeneração em povoamentos mais jovens (ZEN,1987)

Rocha (1987) conclui em seu trabalho que a altura de corte interfere no volume de madeira produzida na segunda rotação em função da sua influência sobre a sobrevivência dos tocos do eucalipto.

Dentre os fatores que podem afetar o desempenho da rebrota, a colheita figura como um dos mais citados. A colheita mecanizada em geral é mais agressiva que a manual no que diz respeito à integridade dos tocos remanescentes. A colheita do tipo *Full Tree*, implica em remover as árvores inteiras do talhão, sem as raízes para serem processadas em local específico, sendo os equipamentos típicos desse sistema o *Feller Buncher* e o *Skidder*. O *Feller Buncher* é um trator derrubador e acumulador, constituído de uma máquina base de pneus ou esteiras e um cabeçote que faz a derrubada e a organização das árvores em feixes no solo. O *Skidder* é um veículo versátil, forte e fácil de operar, sendo composto por um trator florestal e uma garra que tem sua abertura voltada para baixo o que possibilita a captura dos feixes ou árvores cortadas no solo para posterior arraste para o ponto de processamento. (MACHADO, 2008).

A forma como o eucalipto é colhido pode afetar de diversas formas dado o comprovado impacto no solo e de forma mais ampla no ambiente da floresta. A colheita por equipamentos pesados tais como *Feller Buncher* e *Skidder*, podem ocasionar

deformações elásticas no solo e reduzir a capacidade de fluxo de água e de gases no solo em solos argilosos especialmente, o que causa prejuízo ao crescimento da raiz e em especial de brotos, já em solos arenosos, a redução de macro poros pelo efeito da compactação parece conferir melhor capacidade de campo e armazenamento de água, mostrando que a influência da mecanização da colheita e seus efeitos na planta estão ligados ao tipo de solo e do vegetal ali estabelecido. (MACHADO, 2008).

Spinelli (2017) verificou que ao aplicar a colheita mecanizada em florestas de carvalho na Itália central, não reduziu o percentual de rebrota, altura dos brotos e número de gemas, quando comparado com corte manual, apesar de ter verificado maiores danos mecânicos nos tocos na colheita mecanizada.

Schwegman *et al*, (2017) testou o impacto de quatro tipos de colheita com diferentes graus de mecanização, partido da colheita e extração manual, passando pela colheita manual e extração mecanizada e colheita mecanizada com extração manual e por fim colheita e extração mecanizados e concluiu que apesar de os danos nos tocos aumentar com o grau de mecanização, o percentual de rebrota nos tocos remanescentes de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* não apresentou diferença significativa em plantios na África do Sul.

2.5- Hibridação e clonagem de *Eucalyptus*.

A hibridação interespecífica de *Eucalyptus spp.* e a clonagem em escala comercial, na década de 90, deram velocidade a ganhos genéticos, conferindo melhores resultados no que diz respeito a produtividade e qualidade do produto, esses ganhos podem ser de ordem de produtividade e qualidade (crescimento e qualidade da madeira), biológicos (resistências a pragas e doenças), tolerância a déficit hídrico e ventos. Nessa linha, pode ser percebido na década de 1990 em larga escala, através do cultivo do clone de *E. urophylla* x *E. grandis* a formação de maciços florestais mais homogêneos e nesse caso particular a formação de indivíduos de rápido crescimento, característica do *E. grandis*, resistentes ao “Cancro do Eucalipto”, típico do *E. urophylla*. (MORA e GARCIA, 2000).

Ferreira (1992) cita que a hibridação entre *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*, pode ocorrer por polinização híbrida e explica que o cruzamento entre espécies

das chamadas florestas altas, de casca lisa e casca fibrosa, nas quais enquadram-se as espécies citadas são as mais promissoras no sentido de se obter maior produtividade de polpa para papel da melhor qualidade possível, no menor lapso de tempo e por unidade de área. Essas características que conferem superioridade ao clone e sua plasticidade de usos e ambientes é o que o tornaram o principal clone vegetando em terras brasileiras.

Há evidências de que os genótipos mais produtivos em geral são mais suscetíveis a fatores estressantes e o desafio do melhoramento é o de minimizar os danos causados por estresse biótico e abiótico sem perder a produtividade. A hibridação tem sido o caminho para atingir tal desafio. No caso de eucalipto, há segregação entre as características biométricas e fisiológicas, sendo possível selecionar progênes superiores ao genitor de melhor desempenho. As progênes apresentam desempenho mais próximo ao genitor masculino, sensível ao déficit hídrico (PAULA, 2011).

Atualmente o híbrido mais representativo na silvicultura brasileira é o constituído pelas espécies *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* e representam 65% de toda a área plantada no país, atestando a tendência de que o melhoramento genético no Brasil tem por base a clonagem de híbridos interespecíficos. A clonagem expressa além de maior qualidade da madeira para os diversos fins, uma maior produtividade por área (ASSIS, 2015).

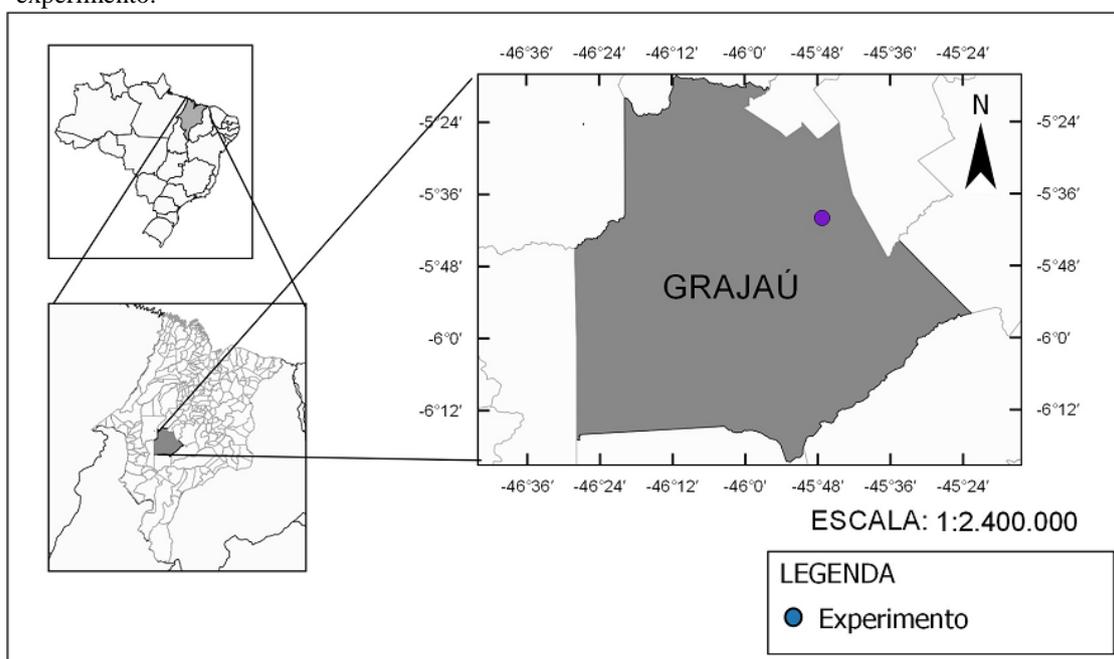
Dos clones avaliados, o A 217 foi citado por Leal *et al*, (2011) em um estudo realizado no estado do Tocantins como um dos clones promissores quanto à resposta a fertilização com NPK, Ca e micronutrientes. Já o clone 321 foi citado por Vieira *et al*, (2007) e Arcoverde e Schwengber (2003) em estudos no estado de Roraima, colocando-o entre os três clones de maior ganho de Incremento médio anual de seis estudados na resposta à diferentes concentrações de cálcio no solo.

3- Material e Métodos

3.1- Área de Estudo

O experimento foi instalado e desenvolvido no município de Grajaú no estado do Maranhão que segundo o Relatório Diagnóstico do Município de Grajaú do Serviço Geológico do Brasil de 2011, dista aproximadamente 555 km da capital estadual São Luís e tem área de 8.831 km² (Figura 1). Ainda conforme o mesmo documento supracitado, a altitude da sede do município é de 172 metros acima do nível do mar (CORREIA FILHO, 2011).

Figura 1- Mapa de localização do Estado do Maranhão, município de Grajaú e local de implantação do experimento.



Fonte: O Autor

O relevo é formado pelo planalto ocidental maranhense caracterizado pela presença de morfoesculturas do Oeste maranhense tendo altitude máxima em torno de 350 metros com regiões de planícies contendo morros testemunhos. Os cursos de água estão contidos nas bacias do Mearim e do Grajaú e a tipologia vegetal é composta pela Floresta Estacional e pelo Cerrado. O solo predominante, é o Latossolo Amarelo, profundo e acentuadamente drenado com horizonte de coloração amarelada, de textura média e argilosa, predominantemente distróficos e álicos, com elevada saturação de alumínio e pobres em nutrientes (CORREIA FILHO, 2011).

O experimento foi conduzido nas propriedades do grupo Ferroeste, que atua na indústria de álcool e açúcar e siderurgia, tendo esse último setor como uma das empresas representantes no grupo, a Gusa Nordeste, que produz anualmente algo em torno de 240.000 t de ferro gusa (site do grupo). Para a produção do ferro-gusa, a Gusa Nordeste utiliza em seus altos-fornos, o carvão vegetal oriundo de plantios de eucalipto existente nas citadas fazendas.

A produtividade média dos talhões da empresa, inclusive aqueles em que foram instalados os experimentos é de $120 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, com o IMA (Incremento Médio Anual) de 15 a $20 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. Os talhões avaliados continham os clones híbridos (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) 321 e A217, ambos com 60 meses de plantio e o critério para decisão por condução das rebrotas é o de no mínimo 50% de tocos rebrotados com qualquer IMA (Incremento Médio Anual) do ciclo anterior.

O experimento foi dividido em duas etapas onde a primeira, foi conduzida na fazenda “Sibéria” com aproximadamente 15.000 ha de plantio efetivo de eucalipto e a segunda na Fazenda “Pinga” com aproximadamente 2.600 ha de plantio, ambas distantes aproximadamente 20 km do município de Grajaú. A escolha dessa fazenda se deu por serem contíguas e apresentarem características edafoclimáticas semelhantes.

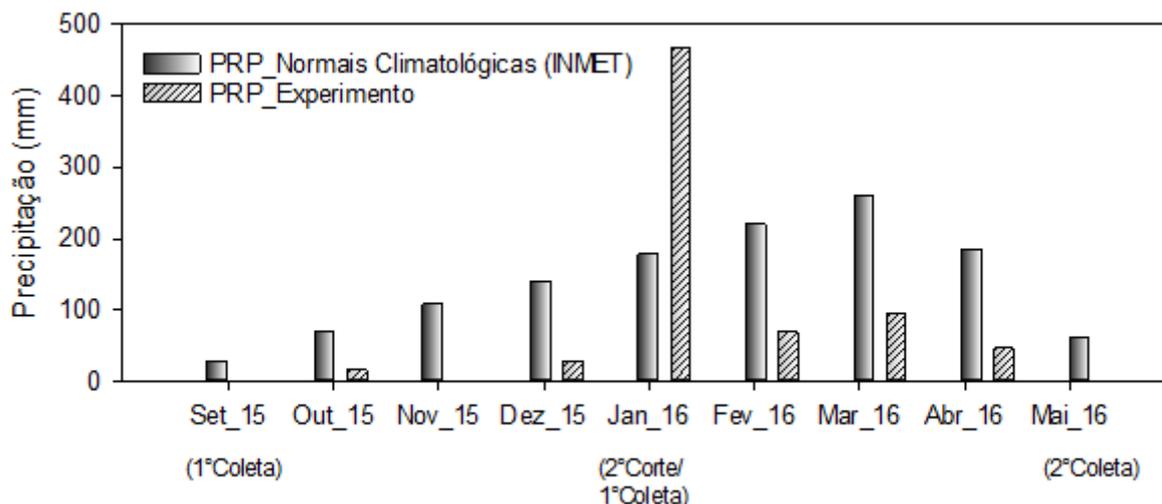
3.2- Clima

Com variação térmica pequena, de $19,5 \text{ }^\circ\text{C}$ a $32,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Possui clima subúmido seco (Aw) conforme classificação de Koeppen com dois períodos bem definidos, um chuvoso com médias mensais superiores a 181 mm de janeiro a maio e outro seco, de maio a outubro. No período de chuva a precipitação pluviométrica varia entre 107,9 mm e 259 mm e na estiagem essa variação é de 14 mm a 69 mm com precipitação média anual em torno de 1287 mm (CORREIA FILHO,2011)

Com a finalidade de se conhecer o volume de chuva precipitado ao longo do desenvolvimento dos trabalhos e a possível influência nos resultados obtidos, foram coletadas as informações de precipitação da estação climatológica da fazenda Sibéria, região onde foi desenvolvido o experimento

A figura 2 mostra o comportamento da precipitação do período do experimento coletado na estação meteorológica da fazenda Sibéria com precipitação mensal em milímetros, comparado com o padrão médio histórico de chuvas normal para a região.

Figura 2- Dados pluviométricos de Grajaú (média histórica) obtidos junto ao INMET (azul) e na estação meteorológica da fazenda (laranja) no período de setembro de 2015 a maio de 2016.



Fonte: Dados INMET e Arquivos Ferroeste

O volume de chuva acumulado entre os meses de Setembro e Janeiro, período que compreendeu a primeira fase do experimento e foi considerada a fase de “estiagem” ou “seca” foi de 507 mm.

O período compreendido entre os meses de Janeiro e Maio de 2016, considerada a etapa de “chuva” do experimento, apresentou uma precipitação acumulada de 514 mm.

3.3- Preparo do Solo

Não ocorreu qualquer intervenção no solo entre a colheita dos talhões onde foram instalados os experimentos, colheita e coleta de dados.

Segundo as informações coletadas na empresa Gusa Nordeste, o preparo do solo foi semelhante e envolvia a subsolagem com a mesma profundidade, e a quantidade de insumos utilizada tais como fertilizantes e herbicidas foram semelhantes também, obedecendo a sequência operacional conforme Tabela 3:

Tabela 3. Lista de atividades operacionais silviculturais e suas características implantadas nos plantios no local do experimento no ciclo anterior ao corte.

Atividade operacional de silvicultura	Características da atividade
1-Subsolagem	50 cm de profundidade NPK 10-27-10 + Cu (7%) + Zn (7%) + B (3%), 250 kg.ha ⁻¹
2-Adubação de Base	Coveta Lateral, NPK 10-27-10 + Cu (7%) + Zn (7%) + B (3%), 75 kg.ha ⁻¹
3-Plantio	Manual com espaçamento 4 x 3 m
4-Adubação de Cobertura	NPK 18-0-18 + S (5%) + B (0,7%), 120 kg.ha ⁻¹ , com 90 dias.
5-Combate à formigas cortadeiras	Iscas formicidas
6-Replantio	Reposição de mudas mortas após 30 dias

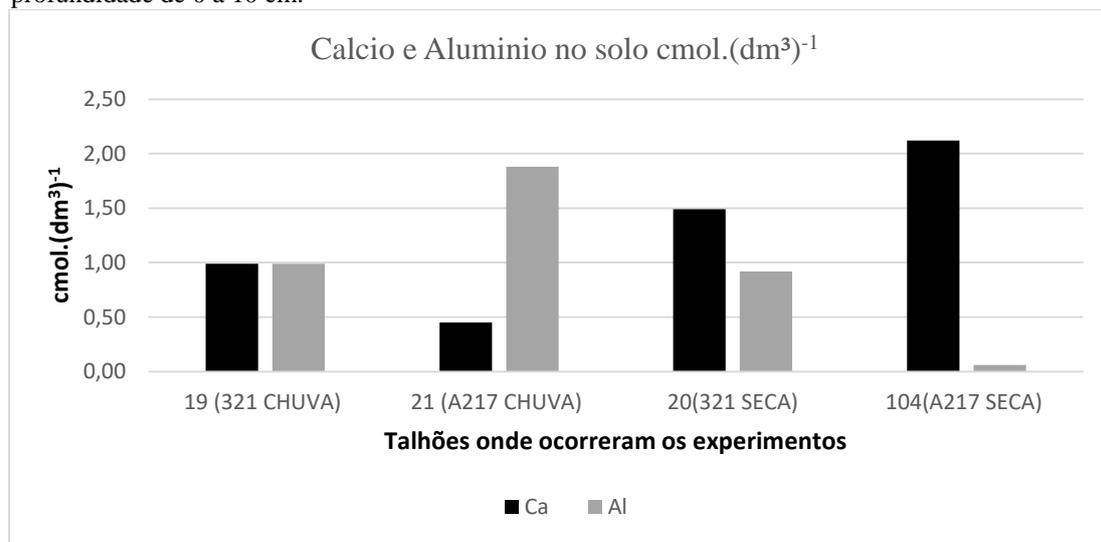
Fonte: Dados Ferroeste

3.3.1- Análise do solo local

Com a finalidade de se caracterizar o solo na área do experimento, foram feitas análises químicas dos talhões 19, 21, 20 e 104 da fazenda Pinga. A coleta se deu em quatro pontos, próximos às amostras do experimento e homogêneas, nas profundidades de 0 a 10 cm de profundidade e enviados ao laboratório “Laboratório Brasileiro de Análises Agrícolas” em Monte Carmelo-MG, conforme procedimento padrão da empresa (Gusa Nordeste).

Em geral os solos da área do experimento possuem alta concentração de alumínio e baixa concentração de cálcio, o que é esperado para solos de cerrado nessa região, com exceção do solo do talhão 104, que apresentou números inversos. Segundo informado pela equipe da Gusa Nordeste, é possível que esse talhão tenha sido usado para agricultura antes do plantio do eucalipto, e teria sido corrigido com calcário agrícola (Figura 3).

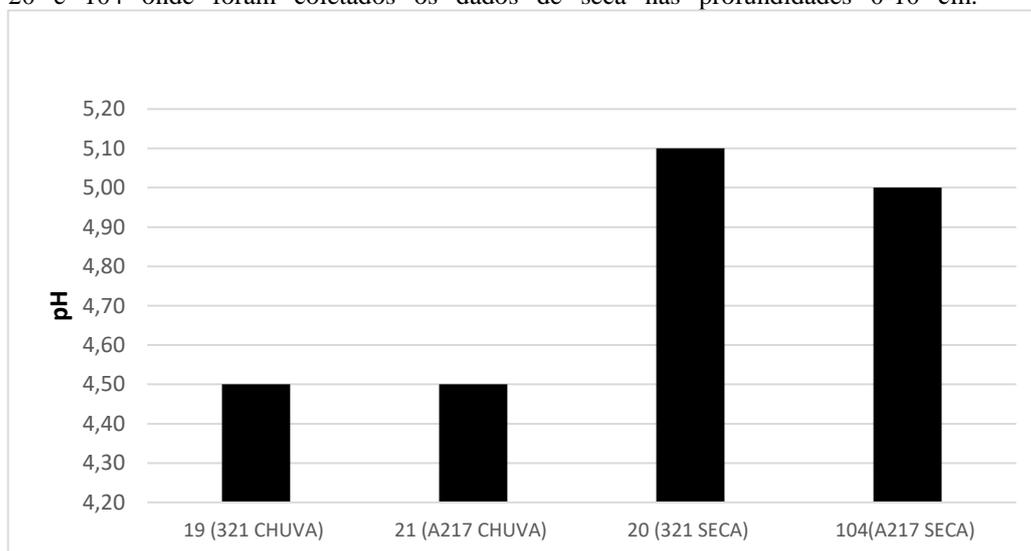
Figura 3-- Teores de Cálcio e Alumínio no solo nos talhões 19 e 21, onde foram coletados os dados de chuva e talhões 20 e 104 onde foram instalados os experimentos de seca, em $\text{cmol} \cdot (\text{dm}^3)^{-1}$, na profundidade de 0 a 10 cm.



Fonte: Arquivo grupo Ferroeste

O pH das amostras da profundidade de 0 a 10 cm foram similares entre os talhões de “chuva” e similares e com valores mais altos (menos ácidos) nos talhões de seca (Figura 4).

Figura 4- pH do solo dos talhões 19 e 21 onde foram coletados os dados de chuva e talhões 20 e 104 onde foram coletados os dados de seca nas profundidades 0-10 cm.



Fonte: Arquivo grupo Ferroeste

3.4- Procedimentos de campo

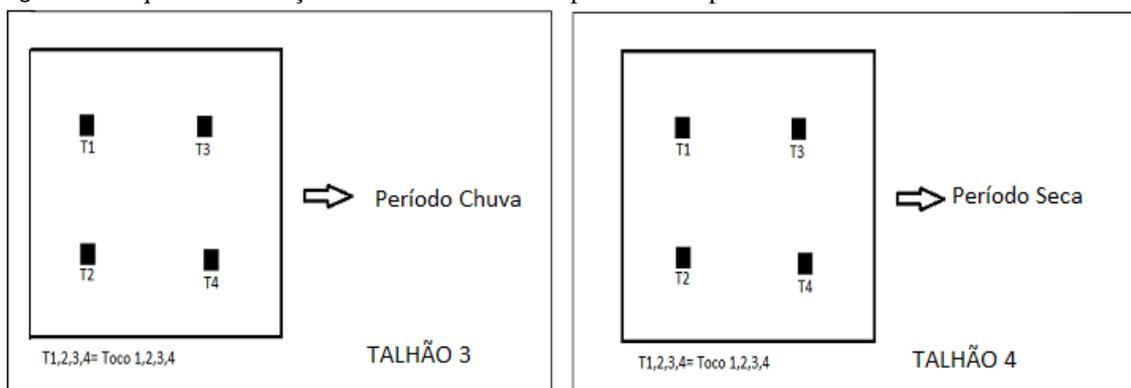
Os talhões para a implantação das parcelas foram selecionados sob os seguintes critérios:

- a) Talhões que estivessem no mesmo sítio (mesmas condições edafoclimáticas)
- b) Talhões que apresentassem boa sanidade e índice de mortalidade próximo a zero.
- c) Talhões que possuíssem material genético (clone) que pudessem permitir a segunda etapa do ensaio no mesmo sítio.
- d) Talhões que estivessem na sequência normal de corte da empresa.
- e) Talhões com idades de plantio e época de colheita aproximados.

3.4.1- Ensaio A- Comparação de período seco e período de chuva

Foram sorteados 4 tocos de referência em cada talhão do experimento, que se constituíram no ponto inicial de cada parcela que foi constituída de 30 tocos cada, totalizando 120 repetições, dessa forma, foi implantado o mesmo desenho experimental em dois talhões distintos do clone 321 (Talhão 3 e Talhão 4), sendo que no primeiro talhão os dados foram coletados em período de seca, onde a colheita da madeira aconteceu no dia 30 de Setembro de 2015 e a coleta de dados no dia 29 de Janeiro de 2016. No segundo talhão coletaram-se os dados em período de chuva e a colheita da madeira ocorreu dia 10 de Janeiro e a coleta de dados em 10 de maio de 2016. O esquema a seguir (Figura 5) representa as unidades amostrais (desenho experimental) do ensaio A, onde ambos foram colhidos de forma mecanizada.

Figura 5- Croqui de localização dos tocos iniciais das parcelas nos períodos de chuva e seca

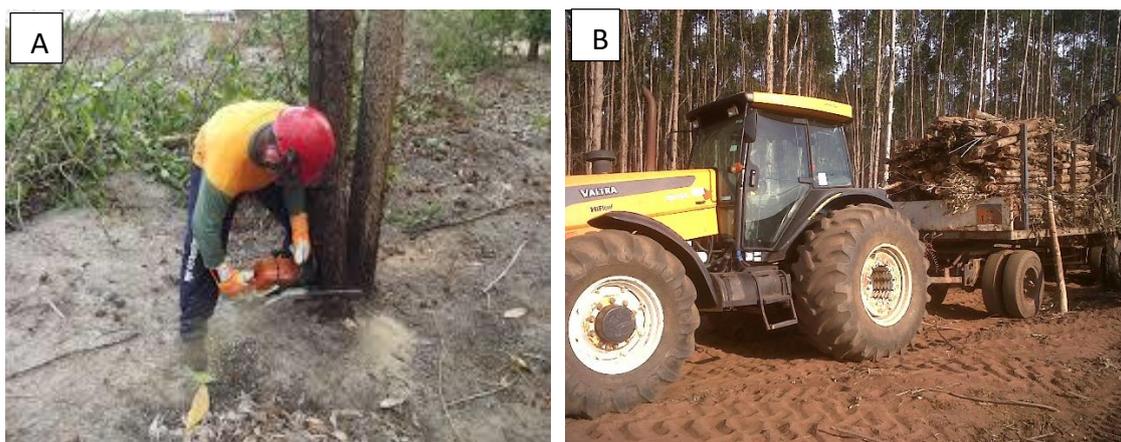


Fonte: O Autor

3.4.2- Ensaio B- Comparação entre colheita mecanizada e colheita manual

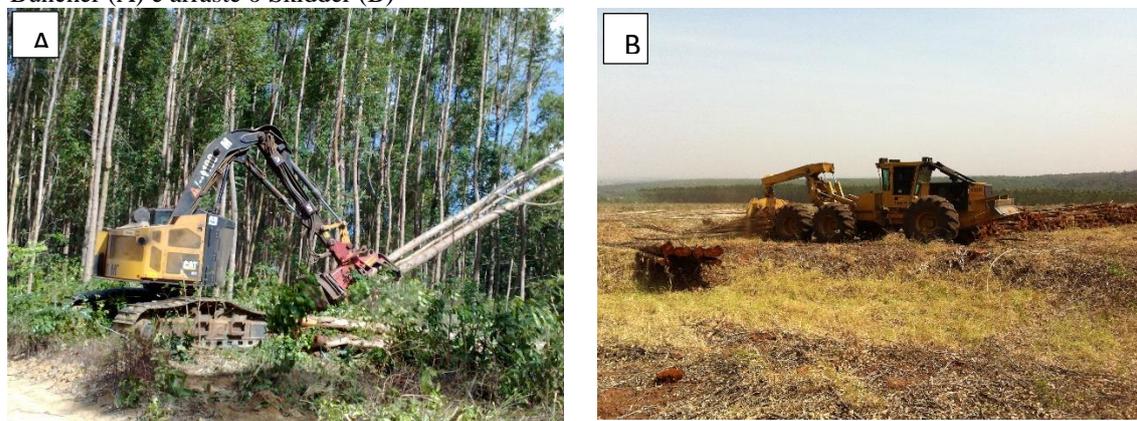
Foi demarcado um polígono na extremidade do talhão do clone 321, onde foi executada colheita manual, com o corte, derrubada e traçamento de árvores realizados por motosserra e a retirada da madeira do interior do talhão por carregamento manual em carreta florestal tracionada por trator agrícola. A intenção desse modelo de colheita foi o de preservar ao máximo os tocos remanescentes dos danos comumente causados pela colheita mecanizada. No restante do talhão foi executada colheita mecanizada do tipo “*Full-Tree*”, onde as árvores são cortadas e derrubadas inteiras, formando feixes pelo equipamento “*Feller-Buncher*” e posteriormente arrastadas para a borda dos talhões pelo equipamento “*Skidder*”, sempre se preocupando para que não houvesse trânsito na área onde foi feita a colheita manual (Figuras 6 e 7).

Figura 6- Colheita manual, derrubada (A) e Baldeio de toras (B)



Fonte: o autor

Figura 7-Colheita mecanizada de Eucalipto do tipo “Full-Tree”, utilizando para derrubada o Feller Buncher (A) e arraste o Skidder (B)

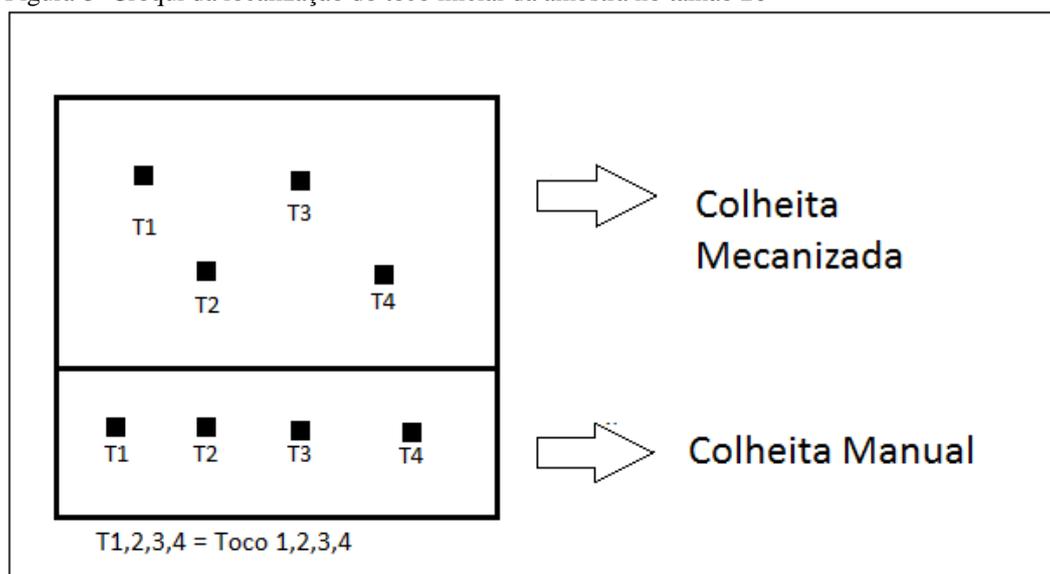


Fonte: o autor

No polígono onde foi realizada a colheita manual, foram sorteados 4 tocos não consecutivos e à partir desses, estabelecidas 4 fileiras de tocos com 30 (trinta) tocos cada, que se constituíram nas parcelas (repetições). O mesmo foi executado na área de colheita mecanizada, evitando-se a proximidade dos limites do talhão como forma de eliminar o “efeito bordadura” conforme figura 8.

A colheita das áreas ocorreram no dia 30 de Setembro de 2015 e os dados foram coletados em fichas de campo no dia 29 de Janeiro de 2016, 120 dias após a colheita.

Figura 8- Croqui da localização do toco inicial da amostra no talhão 20

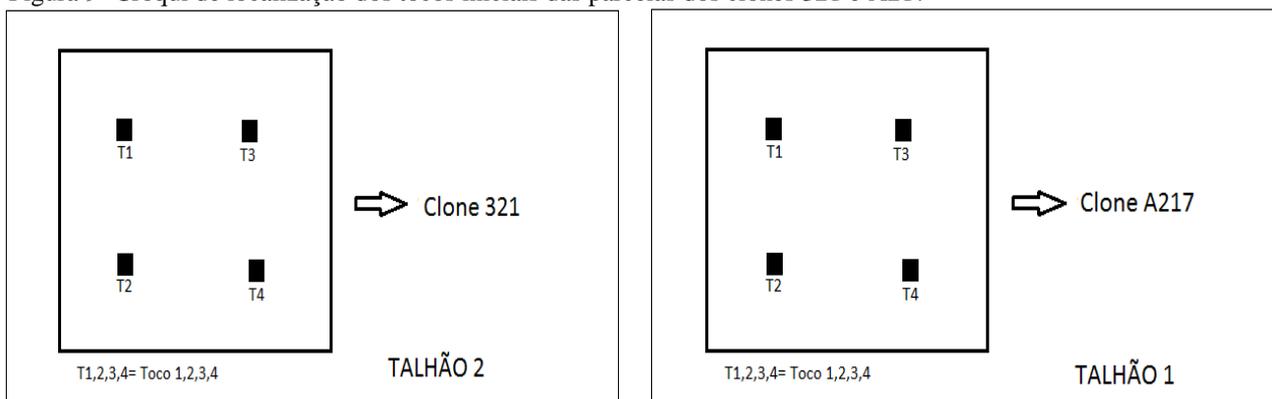


Fonte: o autor

3.4.3- Ensaio C- Comparação entre clone 321 e A217

Da mesma forma que no ensaio A, foi implantado o mesmo desenho experimental e dois talhões distintos (Talhão 1 e Talhão 2), sendo que no primeiro vegetava o clone A217 e no segundo vegetava o clone 321. A colheita dos talhões ocorreu no dia 10 de Janeiro e a coleta de dados no dia 10 de Maio de 2016. O esquema a seguir representa as unidades amostrais (desenho experimental) do ensaio B, onde ambos foram colhidos de forma mecanizada (Figura 9).

Figura 9- Croqui de localização dos tocos iniciais das parcelas dos clones 321 e A217



Fonte: O Autor

3.5- Coleta de Dados

Para todos os experimentos foram coletados em fichas de campo 120 dias após a colheita os seguintes dados:

- a) **Presença ou ausência de rebrotas-** Esse elemento contou com verificação visual para a definição de seu status. Tocos eram cuidadosamente examinados e aqueles que contassem com rebrotas vivas indicavam presença de rebrotas, ao contrário, os tocos em que as rebrotas estivessem ausentes ou mortas, computavam como não rebrotados (Figura 10).

Figura 10- Tocos de Eucalipto com rebrotas vigorosas pós colheita (direita) e ausência total de rebrotas pós colheita (esquerda)



Fonte: O Autor

- b) **Quantidade de rebrotas -** O número de rebrotas tem a intenção de indicar a intensidade da atividade fisiológica na emissão de brotos. Este número foi levantado após o exame

minucioso de cada amostra e verificado o número de hastes por toco ou brotos (caules) delas oriundos (Figura 11).

Figura 11- O processo de contagem de rebrotas (gemas)



Fonte: O Autor

Altura do maior broto- Nesse caso, identificou-se visualmente o maior broto vivo da touça formada pelas rebrotas e com o auxílio de uma trena metálica mediu-se sua altura em metros.

3.6- Delineamento Experimental

O delineamento de todos os ensaios do experimento foi inteiramente casualizado, e os dados foram coletados em 4 parcelas (repetições), constituídas por 30 tocos cada uma, dispersas aleatoriamente pelos talhões, onde os experimentos foram constituídos pelos tratamentos “período seco x período de chuva”, “Colheita mecanizada x Colheita manual” e “Clone 321 (procedência COPENER/BA) x Clone A 217 (Viveiro Ducampo/ MA)” e as variáveis foram “presença ou ausência de rebrota”, “altura do maior broto vivo”, “Número de gemas por toco”.

Em resumo, foram conduzidos três ensaios, conforme tabela 4 a seguir:

Tabela 4- Tratamentos dos ensaios e suas variáveis resposta

Ensaio	Tratamento	Variável resposta
A	Período Seco	Percentual de rebrota
	—————	Número de gemas
	Período de chuva	Altura do maior broto
B	Colheita Manual	Percentual de rebrota
	—————	Número de gemas
	Colheita Mecanizada	Altura do maior broto
C	Clone A217	Percentual de rebrota
	—————	Número de gemas
	Clone 321	Altura do maior broto

Fonte: O Autor

3.7- Análise Estatística dos Dados

A análise de variância foi efetuada no Microsoft Excel e o teste de comparação de médias efetuada por meio do Teste T Pareado de Student, com probabilidade de 95%.

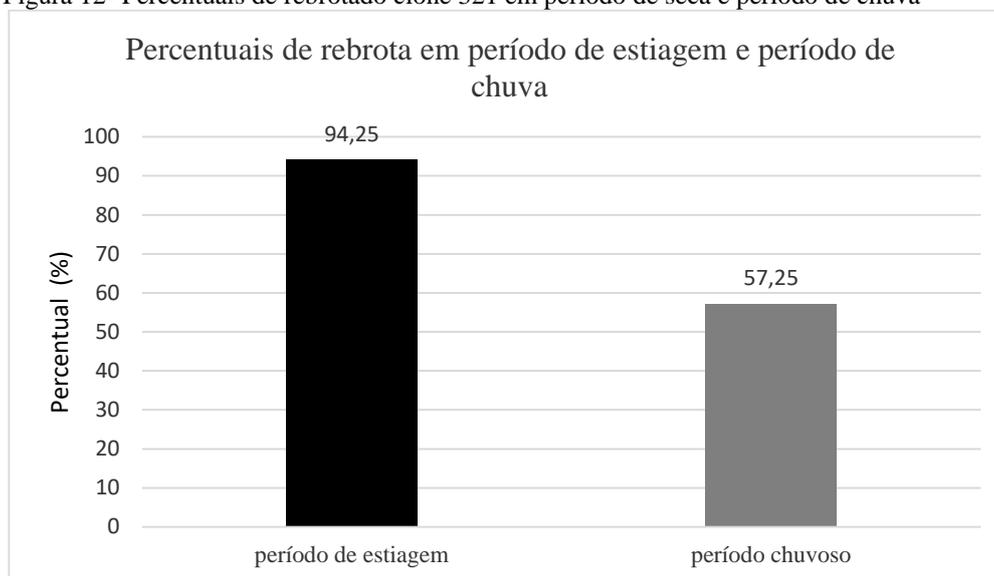
4- Resultados e Discussão

4.1- Percentual de rebrota do clone 321 em período de seco e chuvoso

O resultado apresentado na Figura 12 chama a atenção pela diferença numérica entre as médias obtidas nos dois períodos analisados e a pela alta variância encontrada, e, quando aplicado o teste estatístico se verifica diferença significativa nas médias apresentadas ($P\text{-valor} = 0,0160$), ou seja, o índice pluviométrico e consequente umidade no solo se constitui em um fator determinante dos índices de rebrota do clone estudado para as condições existentes no experimento. Ainda que o resultado tenha apresentado

diferença estatística, cabe uma discussão sobre os fatos, pois o índice próximo a 100% de rebrota no período de estiagem, contraria a expectativa de um percentual de rebrota mais modesto nesse período quando comparado ao período de chuva, que apresentou um percentual de rebrota pouco superior à metade.

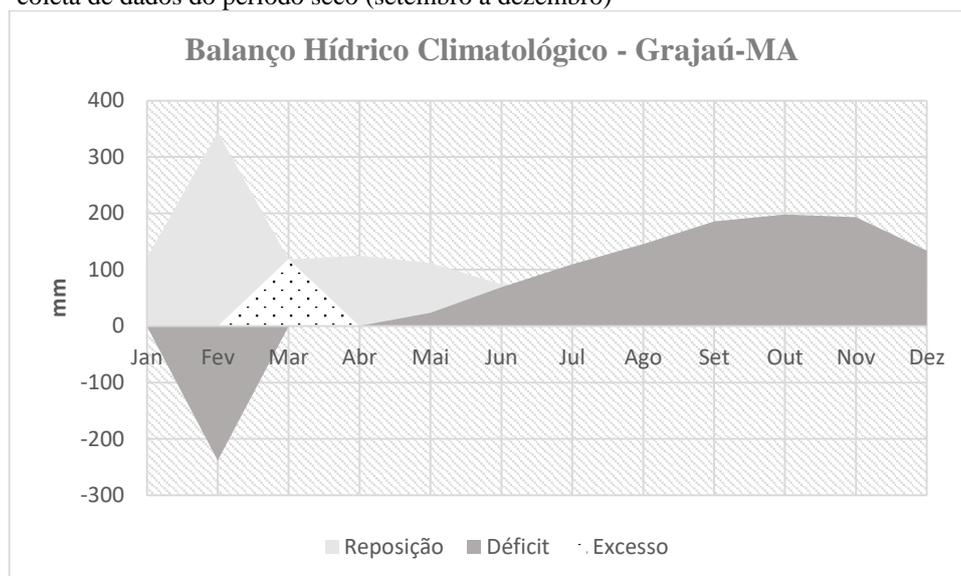
Figura 12- Percentuais de rebrotado clone 321 em período de seca e período de chuva



Fonte: O Autor

Um dos fatores que podem ter influenciado o alto percentual de rebrota no período de estiagem está ligado ao stress hídrico pós colheita e os mecanismos de disparo hormonal da planta que segundo Reis e Reis (1997) são desencadeados por fatores como estresse hídrico, nutricional, danos físicos por incêndios ou geada. A figura 13 ilustra o balanço hídrico da região do experimento no período em que foi conduzido onde nota-se forte déficit hídrico no pós colheita (setembro a dezembro).

Figura 13- Balanço Hídrico na região de Grajaú com forte déficit no período de coleta de dados do período seco (setembro a dezembro)



Fonte: LABECOS (2017)

As características do solo foram levantadas após a obtenção do resultado com a finalidade de se confirmar a homogeneidade das amostras e os resultados indicaram que esse pode ser outro elemento decisivo para o maior percentual de rebrota no período de estiagem, pois conforme indicam as tabelas, na camada superficial do solo foram encontrados maiores teores de cálcio e maior pH no talhão avaliado no período de estiagem quando comparados aos dados relativos ao período de chuva, tendo isso favorecido o percentual de rebrota, conforme afirma Basso *et al* (2007).

Ratificando o exposto, espécies florestais na fase de muda quando submetidas a diferentes teores de cálcio e alumínio respondem diferentemente em relação ao crescimento e ganho de biomassa, onde a maior saturação de alumínio, ligada à acidez do solo, constitui-se em fator limitante, inibindo o crescimento e impedindo a absorção de nutrientes pela planta e por outro lado, o maior teor de cálcio e conseqüente correção de acidez imprimem melhores respostas em crescimento quando comparado à solos com menor teor desse mineral (FURTINI NETO, 1999).

Basso *et al*, (2007) atesta que crescentes teores de alumínio aplicado em substrato de estacas de clones de eucalipto híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* sofrem com a indisponibilização de nutrientes como cálcio, fósforo e potássio e sofrem comprometimento do metabolismo celular e alterações morfológicas na parte aérea tais como escurecimento, calos e brotações rígidas.

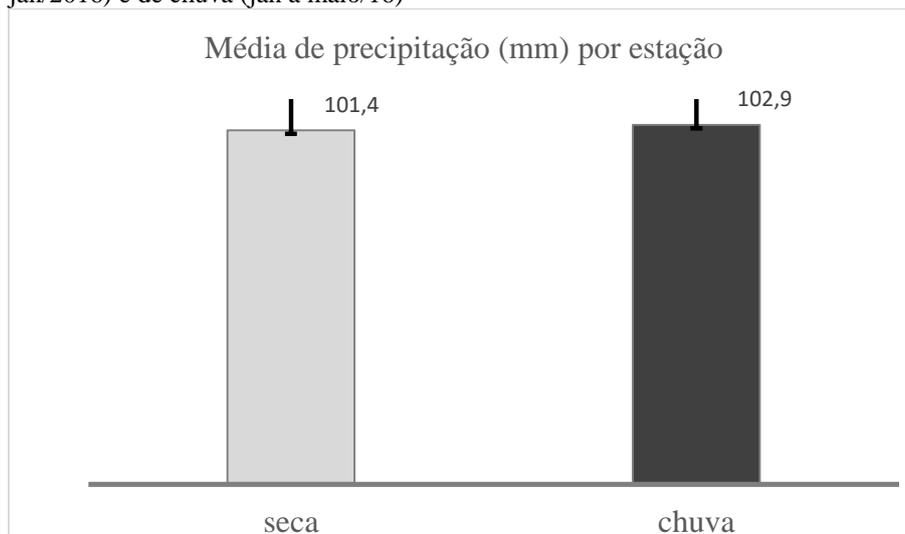
Pietras (2015), afirma que plantios oriundos de rebrota, podem ser menos suscetível a períodos de estiagem severa, dada a biomassa sob o solo, formada pelo sistema radicular do toco, que age como reserva hídrica para a planta em períodos desfavoráveis, o que aliado a variáveis não estudadas como características do solo, pode indicar o alto percentual de rebrota no considerado período seco. Dentre as características do solo podem estar o PH, teor de cálcio, alumínio e até a salinidade, condição à qual o eucalipto é bastante tolerante, conforme Sixto (2016).

Odum (2015), utiliza a ocorrência de incêndios para ilustrar a resposta ao estresse em plantas que tomam dois caminhos, o primeiro é o chamado matura-e-morre, onde a planta produz sementes em abundância e resistentes de forma a germinar logo após o incêndio e a segunda forma que explica altas taxas de rebrota em eucalipto pós-estresse é o mecanismo da rebrota onde as plantas põem mais energia nos órgãos de armazenamento subterrâneo e menos nas estruturas reprodutivas, podendo assim rapidamente se regenerar após a perturbação que causou o estresse.

Souza (2016), concluiu que em plantios de clones híbridos de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*, na Flórida nos Estados Unidos, apresentaram melhores índices de rebrota justamente no inverno que é o período “desfavorável” em termos de temperatura (baixa) e disponibilidade de água, quando comparado com o verão. Ainda que no experimento em questão não tenha havido diferença significativa de pluviosidade entre os períodos, a ausência de chuva no momento exatamente após a colheita foi bastante mais pronunciada no período seco, coincidindo com o argumento do citado experimento.

Ainda sobre esse aspecto, com a finalidade de se aprofundar o entendimento quanto à resposta encontrada no experimento, buscou-se verificar a distribuição dos índices pluviométricos no período do experimento e ficou evidente na análise dos dados, que quando executada a análise de variância entre os períodos considerados secos e chuvosos, foram obtidos resultados que afirmam que não houve diferença estatística no que diz respeito à quantidade de chuva em mm nos dois períodos (P-valor= 0,4945) conforme indica a figura 14 abaixo:

Figura 14- Média mensal de precipitação nos períodos seco (set/15 a jan/2016) e de chuva (jan a maio/16)



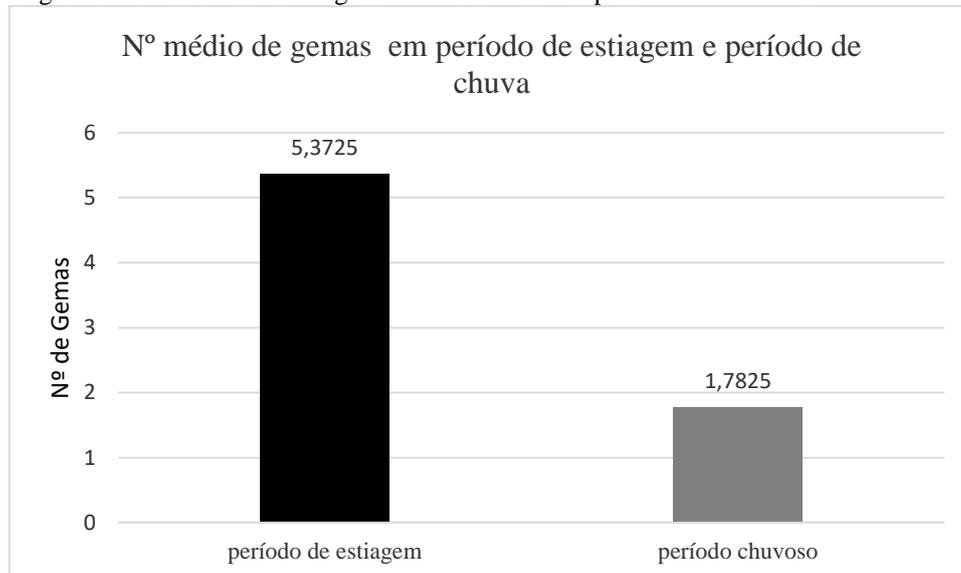
Fonte: O Autor

A forma com que o clima se comportou no período do experimento, portanto descaracteriza um período “seco” e outro “chuvoso”, concluindo-se então que a variável que causou as diferenças de percentuais de rebrotas não foi o índice pluviométrico.

4.2- Número médio de gemas por toco em período seco e chuvoso

Os resultados apresentados na Figura 15 apontam para um número evidentemente superior de média de número de brotos no período de estiagem. A análise estatística apresenta diferença significativa para os valores encontrados (P-valor= 0,0000003). A explicação pode estar relacionada com os mesmos fatores apresentados para o maior número de percentual de rebrota apresentado no período de estiagem, ou seja, um solo mais favorável em função de maiores teores de cálcio e maior pH.

Figura 15- Número média de gemas do clone 321 em período de seco e chuvoso



Fonte: O Autor

Outro elemento que pode ter contribuído para a maior número de gemas e consequente maior brotação no período de estiagem foi o estresse hídrico pós colheita imposto pela regime pluviométrico observado no período exatamente após o corte das árvores e por fim, e mais provável, é possível que não a chuva e sim o grau de cobertura (nuvens) tenham contribuído para o maior número de gemas no período de estiagem, conforme cita Rosse (1995), que constatou um número de gemas 288% maior no período de estiagem em relação ao período de chuva, justificando que o maior fotoperíodo e tempo de exposição à luz estimulava maior atividade fotossintética por parte das plantas, estimulando assim o desenvolvimento de brotações.

A influência de estresse fisiológico na altura e de brotos e número de gemas também foi apresentado por Catry *et al*(2013) que comprovou aumento significativo no número de gemas e altura do broto dominante em plantios de *Eucalyptus globulus* em Portugal, estabelecendo aumento desses parâmetros conforme o aumento da intensidade do fogo.

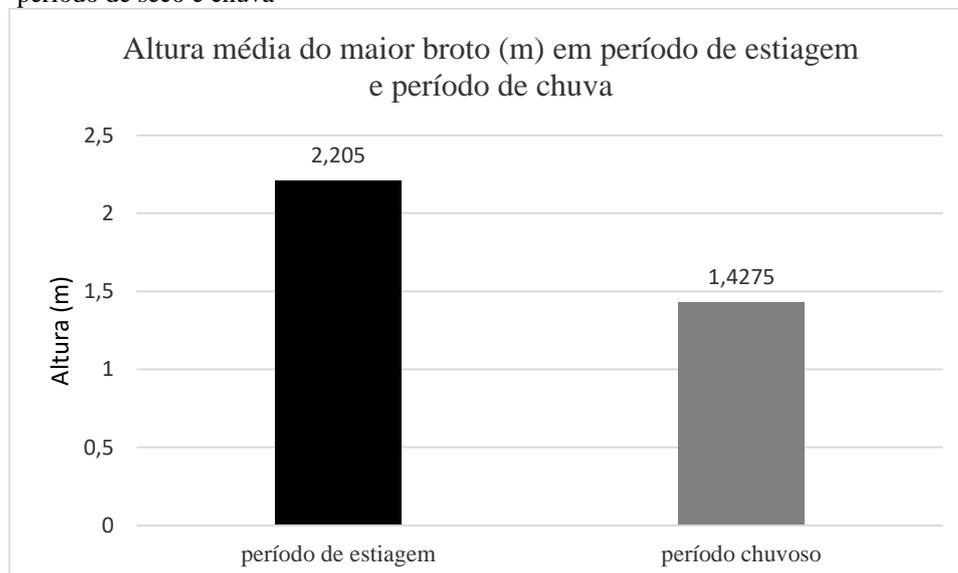
Matusick (2016), verificou uma relação positiva em florestas de eucalipto no sudoeste da Austrália, em relação ao número de brotos (hastes) onde árvores em período de seca apresentaram maior densidade de brotos. Essa afirmação coincide com o resultado

verificado, pois no período considerado de seca, a pós o corte, os tocos foram submetidos a forte estiagem até que houvesse a primeira precipitação pós corte.

4.3- Altura média do maior broto em período seco e chuvoso

A Figura 16 indica as médias de alturas dos maiores brotos do clone 321 em dois períodos distintos (estiagem e chuva).

Figura 16- Altura média do maior broto vivo de Eucalipto após colheita em período de seco e chuva



Fonte: O Autor

Há diferença estatística entre os valores apresentados (P -valor= 0,0002), a média de altura que ocorreu no período de estiagem é superior à média encontrada no período de chuva. Possivelmente pode-se atribuir as mesmas explicações já citadas para percentual de rebrota e número de gemas, acrescentando-se aí a possibilidade de haver uma maior reserva nutricional nos tocos analisadas no período de estiagem, pois como o solo com pH mais alto permite melhor capacidade de troca catiônica e consequente melhor absorção dos nutrientes, é possível que os elementos de reserva no período de estiagem estivessem em vantagem quando comparado à mesma análise no período de chuva (REIS e REIS, 1997).

Na condução do experimento foram tomadas todas as ações operacionais de manejo para que não houvesse interferência de fatores não controláveis no resultado, por isso cuidados como escolha do espaçamento entre plantas e adequação do equipamento às características do plantio florestal, limpeza dos tocos que estejam cobertos por resíduos da colheita e um adequado planejamento e micro planejamento da operação de colheita são preponderantes para que a colheita mecanizada obtenha índices satisfatórios no que tange a performance da rebrota, caso contrário o grau de impacto da colheita florestal mecanizado poderá levar à maior degradação dos tocos e consequente perda de performance de rebrota.

A tabela 5 apresenta a análise de variância e teste de significância de médias dos experimentos.

Tabela 5- Análise de variância do percentual de rebrota, número de gemas e altura do maior broto nos períodos seco e chuvoso

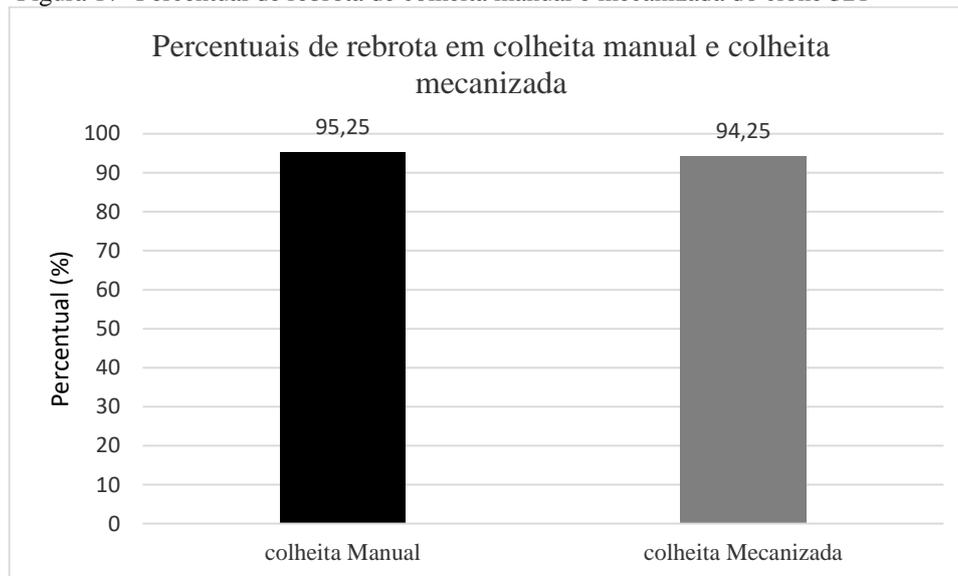
Grupo	Média		Variância		Valor de F	Valor de P
	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso		
Percentual de Rebrota	94a	57a	11,58	485,6	11,01	0,01603
Número de Gemas	5a	2a	0,063	0,025	589,06	3,22E-07
Altura do Broto	2a	1a	0,004	0,37	58,14	0,000265

Médias seguidas de suas variância com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de t

4.4- Percentual de rebrota em colheita manual e mecanizada

A figura 17 apresenta a média das quatro repetições. O percentual de rebrota na colheita manual foi ligeiramente superior, apresentando uma média de rebrota 95%, enquanto que na colheita manual, o percentual de rebrota ficou em 94%, contudo não apresentaram diferença estatística (P-valor=0,7727).

Figura 17- Percentual de rebrota de colheita manual e mecanizada do clone 321



Fonte: O Autor

O resultado apresentado contraria Bobko (2007) que testou diferentes metodologias de colheita florestal (Corte com *Harvester* x Corte com *Feller Buncher* e detectou maior danos aos tocos com a colheita executada por “Feller-Buncher” e consequentemente menor percentual de rebrota.

Um estudo conduzido por Souza (2016) em híbridos de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* nos Estados Unidos, identificou que o método de colheita mecanizado causa maiores danos aos tocos quando comparado ao método de colheita manual (com motosserra), contudo, não observou diferença estatística nos índices de rebrota entre os dois métodos de colheita, ratificando os resultado encontrado nesse trabalho, corroborando com Schegman (2017) que obteve similares resultados na África do Sul.

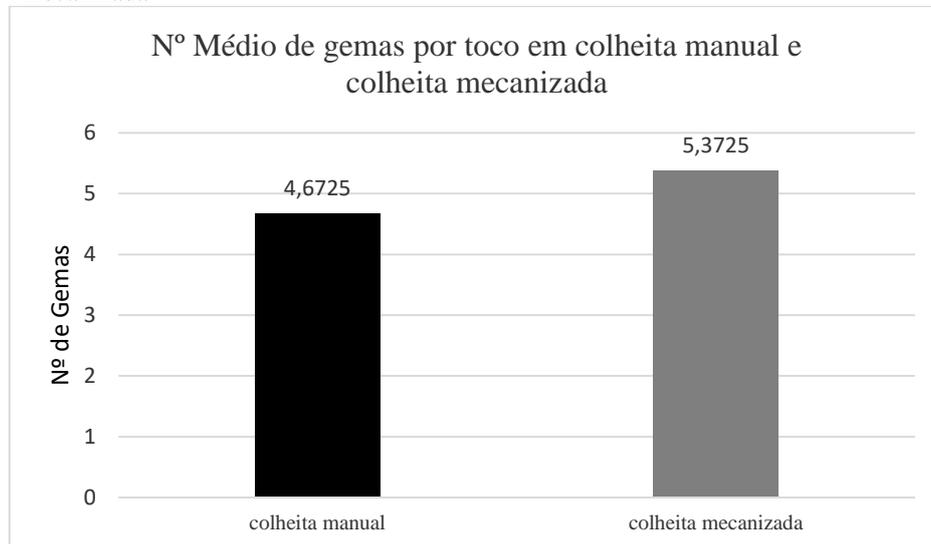
Spinelli *et al* (2017) em sua pesquisa em floresta na Itália central encontrou comportamento semelhante ao aqui verificado, onde a colheita mecanizada não impactou significativamente no percentual de rebrota de carvalho.

4.5- Número de Gemas por Toco em colheita manual e mecanizada

Na figura 18 é possível verificar o número médio de gemas por toco (vivas) nos tocos avaliados nas duas metodologias de colheita aplicadas, onde o número médio de

gemas encontrados na área de colheita mecanizada supera o número médio de gemas na área onde a colheita se deu de forma manual, contudo a análise estatística não indicou diferença estatística (P-valor= 0,0714).

Figura 18- Número médio de gemas por toco em dois métodos de colheita -manual e mecanizada



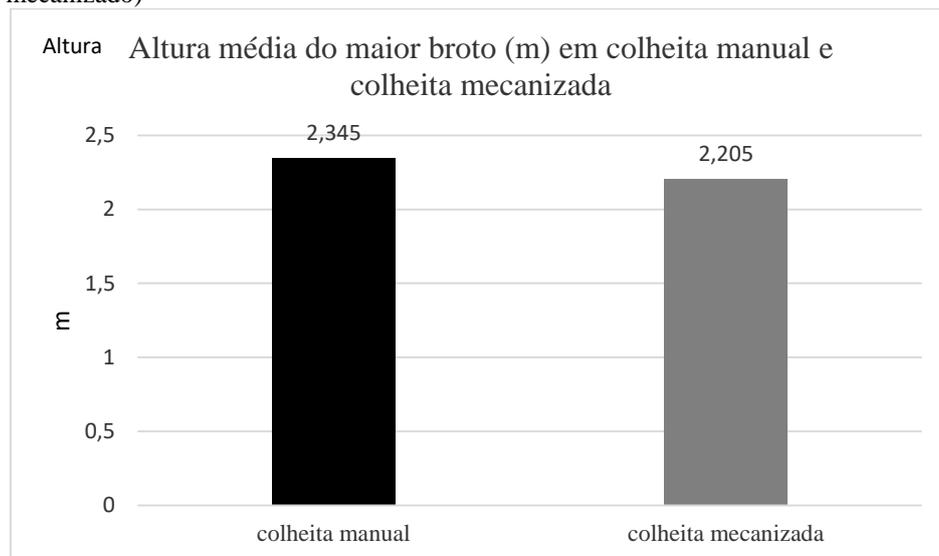
Fonte: O Autor

O resultado encontrado é ratificado por Spinelli *et al*, (2017) que não encontrou diferença estatística no número de gemas por toco em colheita mecanizada de floresta de carvalho na Itália central, quando comparada com a colheita manual.

4.6- Altura média do maior broto vivo em colheita manual e mecanizada

Obteve-se a média de altura do maior broto vivo nos tratamentos de colheita manual e mecanizada. Esse parâmetro tem a intenção de mostrar o vigor das rebrotas em função do seu desenvolvimento conforme figura 19

Figura 19-Altura média do maior broto vivo em dois métodos de colheita (manual e mecanizado)



Fonte: O Autor

A média de altura, que indica o crescimento das brotações foi mais alta na área onde foi aplicada a colheita manual, e o valor representou diferença estatística (P-valor= 0,0117).

O menor número de gemas encontrado na colheita manual pode justificar a maior média de altura das brotações, já que há um menor número de brotos para consumirem água e recursos energéticos (reserva nutricional) (REIS e REIS, 1997), contrariando Spinelli *et al* (2017) que não encontrou diferença significativa da média das cinco maiores brotações de carvalho quando comparados os dois sistemas de colheita (mecanizada e manual).

A menor altura de brotações na área tratada com a colheita mecanizada pode ser observada por Rocha *et al* (2013), que verificou que a colheita mecanizada interferiu de forma a reduzir a altura de brotações e número de gemas em tocos danificados de *Eucalyptus camaldulensis* na Bahia.

A compactação do solo pelos equipamentos de colheita mecanizada impactam negativamente o desenvolvimento das rebrotas de eucalipto segundo Dedecek (2005) que atestou em seu trabalho que a compactação pelo tráfego de máquinas na camada de 0 a 10 cm do solo se regenera durante o ciclo de 7 anos, contudo na camada inferior do solo, de 10 a 20 cm, a compactação é mais severa e as plantas são afetadas com a perda de até dois terços de sua produtividade quando comparado a solos não compactados, o que explica a menor altura dos brotos na avaliação desse trabalho.

A tabela 6 contém a análise de variância e os testes de significância de médias dos experimentos que comparam os métodos de colheita.

Tabela 6- Análise de variância das médias dos percentuais de rebrota, número de gema e altura do maior broto dos tratamentos colheita mecanizada e colheita manual

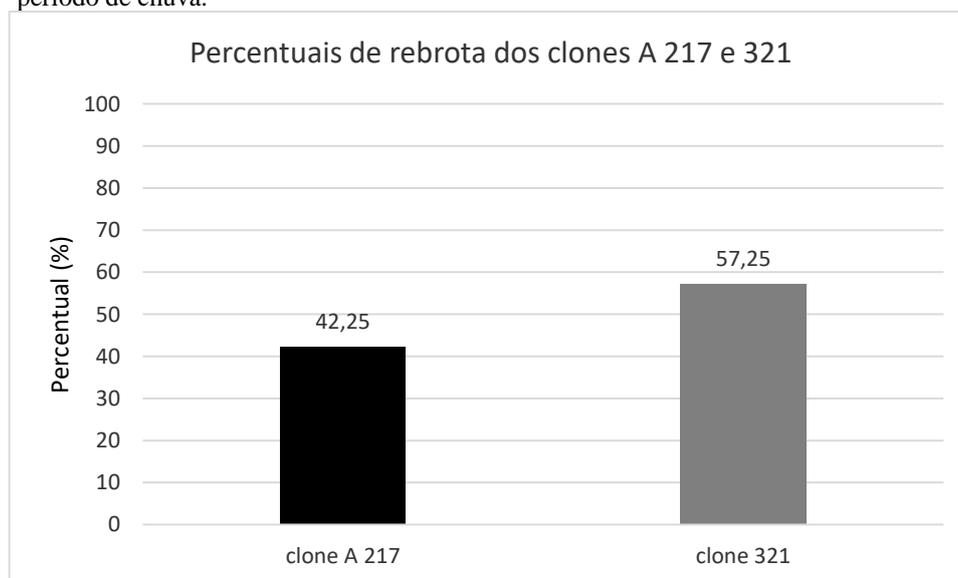
Grupo	Média		Variância		Valor de F	Valor de P
	Col. Manual	Col. Mecanizada	Col. Manual	Col. Mecanizada		
Percentual de Rebrota	95a	94a	32,25	11,58	0,09	0,07727
Número de Gemas	4,6a	5,3a	0,34	0,06	4,78	0,0714
Altura do Broto	2,3a	2,2b	0,002	0,004	12,78	0,0117

Médias seguidas de suas variância com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de t

4.7- Percentual de rebrota entre os clones A 217 e 321

Os percentuais de rebrota encontrados nos clones A 217 e 321 estão representados na figura 20.

Figura 20- Porcentagem de rebrota do clone A217 e do clone 321 coletados em período de chuva.



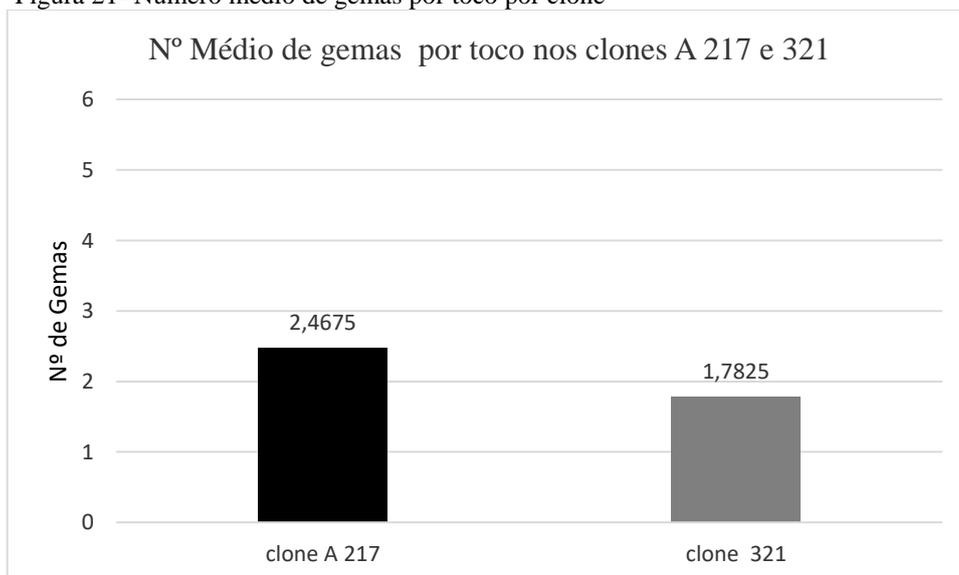
Fonte: o autor

O resultado da análise de variância dos percentuais de rebrota dos clones A217 e 321 estatisticamente não apresentou significância (P -valor=0,3855), porém a reprodução de ganhos numéricos apresentados na figura 20 são bastante relevantes na composição de custos das operações florestais e sua amortização no volume futuro de madeira. Para exemplificar, a empresa onde foi conduzido o experimento, no momento da coleta de dados, utilizava o critério de condução de talhões que apresentassem no mínimo 50 % de rebrota, dessa forma, ainda que não tenha havido diferença estatística nos percentuais apresentados, o talhão do clone 321 seria conduzido, enquanto que no talhão do clone A217 seria promovida a reforma da área.

4.8- Número de Gemas por Toco (Clones A217 e 321)

Nessa variável (Figura 21) observou-se diferença estatística significativa entre os valores coletados (P -valor= 0,0045), sendo que o clone 217 emitiu na média um número maior de brotos em relação ao clone 321, indicando que apesar de serem clones similares (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden \times *Eucalyptus urophylla* L.C. Blake), possuem diferente base genética e diferente origem sendo a origem do A217 do Maranhão e do 321 da Bahia e possivelmente diferentes manifestações fenotípicas.

Figura 21- Número médio de gemas por toco por clone



Fonte: O Autor

A relação com a progênie de cada clone também pode explicar a diferença de comportamento fisiológico, conforme atesta Paula (2011), as progênies apresentam desempenho mais próximo ao genitor masculino.

O resultado aqui encontrado pode ser explicado pois tratam-se de clones da mesma origem híbrida, podendo espécies distintas apresentarem diferentes índices de rebrota. (FERRARI *et al*, 2004). Higa e Sturion (1997) citam *E. torelliana* e *E. citriodora* como espécies de baixo percentual de rebrota enquanto que *E. pilularis* e *E. urophylla* como espécies com alto poder de rebrota, os mesmos autores afirmam que a procedência e condições ambientais também podem afetar a capacidade de rebrota, dessa forma, as espécies que constituem o híbrido, podendo ter capacidades distintas de rebrota podem também gerar diferentes características nesse sentido em cada clone.

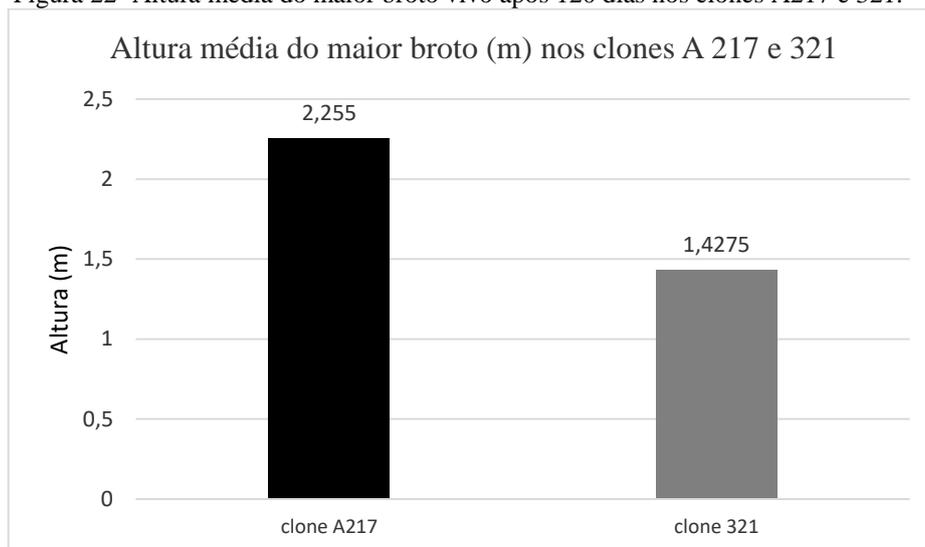
Possivelmente, a maior emissão de gemas no clone A 217 tenha explicação na procedência do material genético, pois a desse material é no Maranhão, ou seja, foi desenvolvido na mesma região onde foi implantado o teste.

Clones híbridos de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla* de diferentes procedências apresentaram diferenças significativas nas variáveis DAP (diâmetro altura do peito), volume individual, volume por hectare e sobrevivência, apontando que procedências distintas tem respostas distintas no comportamento dessas variáveis (MAGALHÃES *et al*, 2007)

4.9- Altura do maior broto nos clones A217 e 321.

A média das alturas do maior broto enseja avaliar o ritmo de crescimento das rebrotas e em última análise o vigor com que se desenvolvem. Na figura 22 estão apresentadas as médias de altura dos maiores brotos vivos dos clones A 217 e 321

Figura 22- Altura média do maior broto vivo após 120 dias nos clones A217 e 321.



Fonte: o autor

A média global do maior broto vivo no clone 321 foi de 1,42 m, inferior aos 2,25 m do clone A217, o que apresentou diferença estatística (P-valor= 0,0175), sendo assim, o ritmo de crescimento do clone A217 é superior ao do Clone 321.

A diferença de crescimento entre clones constituídos pela hibridação das mesmas espécies existe e foi comprovada por Reis (2014) que testou a produtividade de 5 clones no estado do Mato Grosso do Sul, sendo três deles da espécie *Eucalyptus urophylla*, os GG 100, AEC 144 e AEC 244, sendo os dois últimos superiores no que se refere à produtividade, comprovando que clones do mesmo material genético podem ter comportamentos distintos, como ocorreu no trabalho aqui exposto.

A diferença de resposta fisiológica entre clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* foi evidenciada por Vellini *et al* (2008) e pode explicar que materiais genéticos híbridos ou não, oriundos da mesma espécie podem ter comportamentos fisiológicos distintos em função da sua origem. Nesse artigo, 18 clones de Eucalipto, dos quais 15 são híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, apresentaram comportamentos distintos quando submetidos a diferentes intensidades de irrigação para área foliar, massa seca, transpiração, crescimento em altura, taxa de fotossíntese e condutância estomática.

Quando comparados a performance de rebrota entre os clones A 217 e 321, não há diferença estatística quando avaliado o percentual de rebrota, porém o número de gemas e altura de brotação são diferentes entre os clones, tendo ambos performance

distintas e numericamente superior no clone A217, possivelmente devido ao fato de que sua procedência seja a mesma do local do experimento, o que deve lhe conferir maior adaptação ao ambiente local.

A tabela 7 traz as análise de variância e testes de significância entre médias para os clones estudados.

Tabela 7- Análise de variância da média do percentual de rebrota, número de gemas e altura do maior broto entre os clones A217 e 321

Grupo	Média		Variância		Valor de F	Valor de P
	Clone A217	Clone 321	Clone A217	Clone 321		
Percentual de Rebrota	42,2a	57,2a	542,2	485,6	0,87	0,385
Número de Gemas	2,4a	1,7b	0,072	0,024	19,36	0,004
Altura do Broto	2,2a	1,42b	0,222	0,037	10,53	0,017

Médias seguidas de suas variância com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem estatisticamente pelo teste de t

5- Conclusões

O clone A217 avaliado no talhão 104 no primeiro período, quando o corte ocorreu em mês de forte estiagem exatamente após a colheita, apresentou o percentual de rebrota igual a 0% (zero) na colheita manual (semi-mecanizada com motosserra) e também na colheita mecanizada (Full-Tree), o que impediu que as análises subsequentes de “percentual de rebrota “, “vigor- altura do maior broto” e “vigor – número de gemas por toco”, bem como também ficou impossibilitada a comparação desses fatores com o clone 321 no período de seca.

Influência do período de colheita nas variáveis avaliadas.

Em relação à comparação da performance de brotação entre os períodos de estiagem e chuvoso, houve diferença significativa nas variáveis percentual de rebrota e altura da brotação e na variável número de gemas por toco, sendo o período de estiagem o mais favorável à todas as variáveis estudadas. A análise em duas estações distintas, nesse

experimento, não mostrou diferença significativa de quantidade de chuva entre os dois períodos analisados em função do comportamento atípico do regime de chuvas e a análise do solo indica diferenças químicas entre as amostras, o que induz à acreditar que as respostas mensuradas no experimento, diferentes estatisticamente não se deveu ao fator “chuva”, mas a outra provável variável não controlada, a qual possivelmente afetou também a alta variância dos resultados.

Influência da colheita nas variáveis avaliadas

O método empregado de colheita florestal, seja mecanizado ou manual, não interfere no percentual de rebrota e no número de gemas por toco, mas a colheita manual propiciou um crescimento mais acelerado dos brotos no período do experimento. Dessa forma rejeita-se a hipótese nula para o percentual de rebrota e número de gemas, mas aceita-se para a altura do maior broto.

Influência do clone nas variáveis avaliadas

As procedências distintas dos clones híbridos (A 217 e 321) de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden \times *Eucalyptus urophylla* L.C. Blake mantém a base genética que se manifesta fisiologicamente de maneira similar no que diz respeito ao percentual de rebrota e de forma distinta nas variáveis número de gemas e altura do maior broto nos dois clones pesquisados, sendo o clone A217 superior nesses dois quesitos, possivelmente por estar mais adaptado por ter sua procedência coincidente com o local do experimento.

6- Referências Bibliográficas

Agência Embrapa de Informação Tecnológica, Eucalipto, <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/eucalipto/Abertura.html>, disponível em 04 de setembro de 2016.

ANDRADE, E. N.; VEGGHI, O.; Os *Eucalyptus*- Sua cultura e Exploração; São Paulo, SP, 1918.

ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D. R.; Avaliação silvicultural de espécies florestais no estado de Roraima; Revista acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais; Vol. 1; número 3; Curitiba, PR; 2003.

ASSIS, T. A.; ABAD, J. I. M.; AGUIAR, A.; Silvicultura do Eucalipto no Brasil, Cap. 7, “Melhoramento Genético do Eucalipto”; Editora UFSM; Edição 1; RS; 2015.

BASSO, L. H. M.; GONÇALVES, A. N.; SILVEIRA, L. V. A, LIMA, G. P. P.; Efeito do alumínio no crescimento de brotações de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* cultivadas *in vitro*; Scientia Forestalis; nº 75; SP; 2007.

BOBKO, A.; Avaliação e Proposta de Metodologia para Condução de Rebrotas em Florestas Cortadas por Feller Buncher; Relatório Operacional, Jari Celulose, 2007.

CATRY, F. X.; MOREIRA, F.; TUJEIRA, R.; SILVA, J. S.; Post-fire survival and regeneration of *Eucalyptus globulus* in forest plantations in Portugal; Forest Ecology and Management; Nº 310 (pag. 194-203); Netherlands, 2013.

- CORREIA FILHO, F. L.; Relatório diagnóstico do município do Grajaú; Projeto cadastro de fontes de abastecimento por águas subterrâneas no Estado do Maranhão; Serviço Geológico do Brasil; Ministério de Minas e Energia, Teresina, PI; 2011.
- CROUS, J. W.; BURGER, L.; A comparison of planting and coppice regeneration of *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* clones in South Africa; Southern Forests: a Journal of Forest Sciences; n° 77; page 277-285; South Africa; 2015.
- DEDECEK, R. A.; GAVA, J. L.; Influência da Compactação do Solo na Produtividade da Rebrotas de Eucalipto; Sociedade de Investigações Florestais; Revista Árvore; Viçosa, MG; 2005.
- EVANGELISTA, R. C.; Impacto das mudanças climáticas na produtividade de eucalipto em duas regiões do Brasil; Dissertação; Universidade federal de Viçosa, MG, 2006.
- FERRARI, M. P.; FERREIRA, C.A.; SILVA, H. D.; Condução de plantios de *Eucalyptus* em sistema de talhadia; Documentos 104, Embrapa, Colombo, PR, 2004.
- FERREIRA, M; Melhoramento e a Silvicultura Intensiva Clonal; IPEF; Boletim n° 45, Piracicaba, SP; 1992.
- FREITAG, A.S.; Crescimento de Brotações de Um Clone de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em Função da Disponibilidade de Nutrientes do Solo e da Aplicação de Fitorreguladores na Cepa, ESALQ, Piracicaba, 2013.
- FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; VALE, F. R.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. A.; Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas na fase de muda; Revista Cerne, n° 2; V5; Lavras; MG; 1999.

GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C.A.; BEHLING, M; ALVES, J.M.; PIZZI, J.T.; ANGELI, A.; Produtividade de Plantações de Eucalipto Manejadas nos Sistemas de Alto Fuste e Talhadia em Função de Fatores Edafoclimáticos; Scientia Forestalis; Piracicaba, SP, 2014.

GRAÇA, M.E.C.; TOTH, V.B.R.; Rebrotas de *Eucalyptus dunii*: A Influência da Altura, Diâmetro e Procedência no Vigor das Brotações; Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, PR, 1990.

HIGA, R.C.V; STURION, J.A.; Capacidade de brotação em subgêneros e espécies de *Eucalyptus*; Série Técnica IPEF, Vol. 11, nº 30, 1997.

HIGA, R.C.V; STURION, J.A., Efeito do Espaçamento na Capacidade de Brotação de *Eucalyptus viminalis*; Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, PR, 2000.

LAMPRECHT, H.; Silvicultura nos Trópicos- Ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas- Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado; Eschborn; 1990.

LEAL, R. D.; FREIRE, L. V.; CAMPOE, O. C.; STAPE, J. L.; Efeito da omissão de nutrientes no estabelecimento de *Eucalyptus urophylla x grandis* em Latossolo Amarelo em Tocantins; 19º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, SP, 2011.

LORENZI, H. ; SOUZA, H. M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L. B.; Árvores Exóticas no Brasil- Madeiras, ornamentais e aromáticas; Instituto Plantarum de Estudos da Flora; Nova Odessa, SP; 2003.

MACHADO, C. C.; Colheita Florestal; 2ª Edição, Editora UFV; Viçosa; MG; 2008.

MAGALHÃES, W. M.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M.; YOSHITANI JUNIOR, M.; Desempenho silvicultural de clones e espécies/ procedências de *Eucalyptus* na região noroeste de Minas Gerais; Revista Cerne; Vol. 13; Lavras, MG; 2007.

MATUSICK, G.; RUTHROF, K.; FONTAINE, J.; HARDY, G.; *Eucalyptus* forest shows low structural resistance and resilience to climate change-type drought; International Association for Vegetation Science; Journal of Vegetation Science; Murdoch University; Australia; 2016.

MORA, A.L.; GARCIA, C.H.; A Cultura do Eucalipto no Brasil; Sociedade Brasileira de Silvicultura; São Paulo, SP; 2000.

ODUM, E. P.; BARRET, G. W.; Fundamentos de ecologia; Cengage Learning; 5ª Edição; São Paulo; SP; 2015.

PAULA, N. F.; PAULA, R. C.; BORGES, V. C.; Comportamento de progênies de eucalipto sob estresse hídrico; Ciência & Tecnologia; FATEC-JB; Resumo para IV Semana de Tecnologia do Curso de Biocombustíveis da Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal; Vol. 3; Jaboticabal- SP; 2011.

PIETRAS, J.; STOJANOVIC, M; KNOTT, R.; POKORNY, R.; Oak sprouts grow better than seedlings under drought stress; iForest- Biogeosciences and Forestry, IUFRO; Mendel University Brno; Czech Republic; 2015.

PINTO JR., J. E.; SANTOS, P. E. T.; AGUIAR, A. V.; KALIL FILHO, A. N.; PALUDZYSZYN FILHO, E.; STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V.; SOUSA, V. A.; Melhoramento genético de espécies arbóreas na Embrapa Florestas: uma visão histórica, Embrapa Florestas, Colombo, PR, 2013.

_____ ; Relatório IBÁ 2016, Indústria Brasileira de Árvores; São Paulo, 2016; disponível em www.iba.org em 07/09/2016.

REIS, C. A. F.; SANTOS, P. E. T.; PALUDZYSZYN FILHO, E.; Avaliação de clones de eucalipto em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul; Brazilian Journal of Forestry Research; Colombo, PR; 2014.

REIS, G. C.; REIS, M. G. F.; Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas; Série Técnica IPEF, UFV, 1997.

ROCHA, M; FREITAS, L. C.; ROCHA, L. S.; CONCEIÇÃO JR., V.; SOUSA, M. S.; Danos Silviculturais Na Colheita Florestal e Suas Implicações No Desenvolvimento Das Brotações; IV CONEFLOR; BA; 2013.

ROCHA, R.; Projeto: “Resultados Parciais dos Experimentos de manejo da Brotação de *Eucalyptus spp.* da Acesita Energética na Região do Vale do Jequitinhonha”; Série Técnica IPEF; Volume 4; Número 11; Piracicaba, SP; Junho; 1987.

ROSSE, L. N.; Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos da capacidade de rebrotamento e enraizamento de estacas em clones de *Eucalyptus spp.*, UGLA, Lavras, MG, 1995.

SIXTO, H.; GONZALES-GONZALES, B.; MOLINA-RUEDA, J.; GARRIDO-ARANDA, A.; SANCHEZ, M.; LOPEZ, G.; GALLARDO, F.; CANELLAS, I.; MOUNET, F.; GRIMA-PETTENATI, J.; CANTÓN, F.; *Eucalyptus* spp. and *Populus* spp. coping with salinity stress: an approach on growth, physiological and molecular features in the context of short rotation coppice (SRC); *Trees* (magazine); Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2016.

SCHEGMAN, K.; LITTLE, K. M.; Mc EWAN, K.; ACKERMAN, S. A.; Harvesting and extraction impacts on *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* coppicing potential and rotation-end volume in Zululand, South Africa; *Southern Forests*; South Africa; 2017.

SPINELLI, R.; PARI, L.; AMINTI, G.; Mortality, re-sprouting vigor and physiology of coppice stumps after mechanized cutting; *Annals of Forest Science* 74: 5. doi:10.1007/s13595-016-0604-z; France, 2017.

STAPE, J. L.; Planejamento global e normatização de procedimentos operacionais da talhadia simples em *Eucalyptus*; *Série Técnica IPEF*; São Paulo, 1997.

SOLLER, R.R.; LANÇAS, K.P.; GUERRA, S.P.S.; SEREGHETTI, G.C.; OGURI, G.; GUIMARÃES, S.T.S.; Incremento Médio Anual Pós Colheita Mecanizada em Sistema de Rebrotas; 8º Congresso Internacional de Bioenergia, São Paulo, SP; Novembro, 2013.

SOUZA, D.; GALLAGHER, T.; MITCHEL, D.; McDONALD, T.; SMIDT, M.; Determining the effects of felling method and season of year on the regeneration of short rotation coppice; *International Journal of Forest Engineering*; Forest Product Society; Mc Master University/ Alburn University, AL,USA; 2016.

SOUZA, A. N.; REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D.; Momento ótimo de substituição de povoamentos de *Eucalyptus spp.*- O caso da tecnologia constante; Revista Cerne, Vol. 7; Lavras, MG; 2001.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F.; DARDENGO, M. C. J. D.; EFFGEN, T. A. M.; Comportamento fisiológico de dois clones de eucalyptus na época seca e chuvosa; CERNE, vol. 13, núm. 2, pp. 149-159; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG, Brasil, 2007.

TREDICI, P.; Sprouting in Temperate Trees: A Morphological and Ecological Review; The Botanical Review; Vol. 67; Nº 2; USA; 2001.

TROUP, R. S.; Silvicultural Systems, Second Edition, Oxford, 1955

VELLINI, A. L. T. T.; PAULA, N. F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, L. C.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C.; Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação; Revista Árvore; Vol. 32; nº4; Viçosa; MG; 2008.

VIEIRA, A. H.; ROCHA, R. B.; GAMA, M. M. B.; ROSSI, L. M. B.; LOCATELLI, M.; Dendrometria e avaliação da performance de clones de eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) plantados na região central do Estado de Rondônia; Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; Embrapa Rondônia, RO, 2007.

ZEN, S.; Influência da Altura de Corte na Brotação de *Eucalyptus spp.*; Série Técnica IPEF; Piracicaba, SP, Junho, 1987.