



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS APLICADAS - CCAA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS - DCF**

**KELVIN SANTOS RODRIGUES**

**POTENCIAL E COMPORTAMENTO INICIAL DE MATERIAIS GENÉTICOS DE  
EUCALIPTO DE ALTA DENSIDADE PARA O LITORAL DO ESTADO DE  
SERGIPE**

São Cristóvão - SE  
2022

**KELVIN SANTOS RODRIGUES**

**POTENCIAL E COMPORTAMENTO INICIAL DE MATERIAIS GENÉTICOS DE  
EUCALIPTO DE ALTA DENSIDADE PARA O LITORAL DO ESTADO DE  
SERGIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de Ciências  
Florestais da Universidade Federal de  
Sergipe, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Engenheiro Florestal.

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. João Basílio Mesquita

**COORIENTADOR:** Prof. Dr. Airon José da Silva

São Cristóvão - SE  
2022



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS APLICADAS - CCAA**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS - DCF**

**POTENCIAL E COMPORTAMENTO INICIAL DE MATERIAIS GENÉTICOS DE  
EUCALIPTO DE ALTA DENSIDADE PARA O LITORAL DO ESTADO DE  
SERGIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de Ciências  
Florestais da Universidade Federal de  
Sergipe, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Engenheiro Florestal.

APROVADO: 29/04/2022

ORIENTADO: Kelvin Santos Rodrigues

---

Prof. Dr. João Basílio Mesquita  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Airon José da Silva  
(Coorientador)

---

Eng. Florestal Antônio Marcos Resende  
(Avaliador)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e determinação para concluir meus objetivos, além de ter me guiado nessa importante trajetória.

A minha mãe, Maria Aparecida, ao meu pai Manoel e a minha irmã Kamila, pelo incentivo, pela compreensão e apoio, com certeza sem vocês nada disso seria possível.

A minha namorada Vanessa, pelo apoio e companheirismo.

Ao professor e orientador, Dr. João Basílio Mesquita pela confiança, pela orientação, pelos ensinamentos e por todo o apoio e atenção.

Ao professor e coorientador, Dr. Airon José da Silva pela orientação e atenção.

Ao Célio Lobato, gerente administrativo da Cal Trevo, pela confiança, pela disponibilização da área da empresa para a implantação do experimento, pela oportunidade única de estágio e pelos ensinamentos passados.

Ao Engenheiro Florestal, Antônio Marcos Resende por todo o apoio durante a coleta e processamento dos dados, além de contribuir com ensinamentos e com a melhoria do trabalho.

Aos professores do Departamento de Ciências Florestais, pela contribuição acadêmica.

Ao Engenheiro Florestal, Ricardo Thairon dos Santos pelo auxílio na coleta de dados.

Aos funcionários da Cal Trevo na Fazenda Itália, pela contribuição direta na implantação e manutenção do experimento, além de todos os ensinamentos práticos passados durante o período do estágio.

Aos meus colegas da graduação e amigos, que estiveram comigo durante essa jornada e que contribuíram de alguma forma para a conclusão da mesma.

## RESUMO

Devido à escassez de estudos voltados para testes clonais no estado de Sergipe, bem como, a crescente demanda por madeira para fins energéticos no mesmo, é de suma importância a seleção de materiais genéticos mais produtivos e adaptados as condições edafoclimáticas da região. Sendo assim, objetivou-se avaliar o potencial e comportamento inicial de materiais genéticos de eucalipto de alta densidade para o litoral do estado de Sergipe. O experimento foi composto por 10 clones de *Eucalyptus* spp. e foi implantado no delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições para cada clone, totalizando 40 unidades amostrais, cada unidade amostral (subparcela) foi composta por 63 árvores, sendo avaliadas as 15 árvores centrais. As avaliações quantitativas e qualitativas foram realizadas aos 19 meses após o plantio, analisado a taxa de sobrevivência, altura, vol à altura do peito, volume de madeira, incremento médio anual, bem como, a presença de anormalidades abióticas e bióticas. Verificou-se que houve diferença significativa entre os clones para as variáveis quantitativas, através da análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas e agrupadas pelo teste de Scott-Knott. Na avaliação qualitativa foi observado de forma mais relevante, anormalidades como deficiência nutricional e ferrugem no clone PF301, tortuosidade a mais de 5m de altura no clone PF103, além da desrama precoce e desrama tardia observadas nos clones PF303 e PF305, respectivamente. Na avaliação quantitativa foi observado que os clones PF042, PF308, PF309 e PF109, de modo geral, apresentaram resultados iniciais mais satisfatórios em relação aos demais materiais genéticos avaliados, havendo a possibilidade de serem futuros materiais clonais visando a produção de madeira de alta densidade para fins energéticos no estado de Sergipe.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus* spp., Teste clonal, Madeira para energia, Seleção precoce.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	9
2.1. O Gênero <i>Eucalyptus</i> .....	9
2.2. Madeira de eucalipto para fins energéticos.....	10
2.3. Melhoramento genético florestal .....	11
2.4. Clonagem e testes clonais para eucalipto.....	13
2.5. Seleção precoce em testes clonais.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	17
3.1. Caracterização da área experimental .....	17
3.2. Implantação do teste clonal.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
4.1. Avaliação quantitativa dos materiais genéticos.....	22
4.1.1. Altura média das árvores por clone.....	22
4.1.2. Diâmetro das árvores à altura do peito (DAP) por clone .....	23
4.1.3. Volume médio de madeira por clone.....	25
4.1.4. Coeficiente de variação por clone .....	27
4.1.5. Incremento médio anual (IMA) por clone .....	28
4.2. Avaliação qualitativa dos materiais genéticos .....	31
4.2.1. Taxa de sobrevivência das árvores por clone .....	31
4.2.2. Anormalidades qualitativas observadas por clone .....	33
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

## 1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* tornou-se uma das espécies florestais mais importantes na produção de madeira plantada e é o mais utilizado em plantios florestais comerciais no Brasil. Essa preferência deu-se devido seu rápido crescimento, sua elevada produtividade e seu potencial de adaptação a diferentes usos e regiões.

O *Eucalyptus* é um gênero que desempenha um papel importante no suprimento energético do setor industrial nacional, devido sua boa adaptação com as condições edafoclimáticas do Brasil. Esse fato está relacionado com a variabilidade na qualidade da madeira e no rendimento das espécies e clones de eucalipto, sendo essencial o melhoramento florestal para otimização da produtividade e qualidade dos materiais genéticos (BRITO *et al.*, 1983).

A relevância do eucalipto para o Brasil é visível pela participação econômica do setor florestal no país, que no início foi apoiado por incentivos fiscais ao reflorestamento e também pelos programas nacionais de siderurgia ao carvão vegetal (SANTOS *et al.*, 2001).

Em 2020, a área total de árvores plantadas atingiu 9,55 milhões de hectares, sendo 7,47 milhões de hectares destinadas a plantios de eucalipto, entre 2010 e 2020 o setor florestal contribuiu em média com 1% do Produto Interno Bruto - PIB (IBÁ, 2021). O estado de Sergipe tem cerca 5,59 mil hectares de plantios florestais (IBGE, 2020).

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2021), do total da oferta interna de energia nacional, cerca de 48,4% corresponde a fontes renováveis, desse total 8,9% refere-se à lenha e carvão vegetal. Em relação ao consumo energético do setor industrial, a lenha e carvão vegetal representam 13,1% do total utilizado.

O estado de Sergipe apresenta elevada escassez de madeira, especialmente para fins energéticos, interferindo negativamente em todos os setores que necessitam da mesma, contribuindo negativamente para melhoria do setor madeireiro. Os estudos sobre melhoramento de clones voltados para as regiões de Sergipe são praticamente inexistentes, isso mostra a necessidade de estudos voltados para melhoria da produção de madeira.

As consequências geradas pela falta de madeira principalmente originada de florestas plantadas, acarretam, além de ônus econômico, um grande impacto

ambiental gerado pela extração indiscriminada de madeira nativa, utilizada para suprir parte desse déficit visível no estado.

Com a demanda por madeira crescendo ano após ano, é imprescindível a realização de testes clonais, visando selecionar materiais genéticos mais produtivos e adaptados as condições edafoclimáticas da região.

Considerando a carência de informações que promovam a melhoria da produção e da qualidade das florestas plantadas de eucalipto para fins energéticos, bem como a falta de estudos em melhoramento florestal para a região nordeste, pretendeu-se com esse trabalho avaliar o potencial e comportamento inicial de materiais genéticos de eucalipto de alta densidade para o litoral do estado de Sergipe.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. O Gênero *Eucalyptus*

Pertencente à família Myrtaceae, o gênero *Eucalyptus*, é constituído por aproximadamente 700 espécies, destas as mais plantadas para fins comerciais são *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus tereticornis* (CASTRO, 1992).

O eucalipto (*Eucalyptus* spp.) ocorre espontaneamente na Austrália, Indonésia e ilhas como Flores, Wetar, Alor e entre outras. O *Eucalyptus* apresenta uma imensa plasticidade e dispersão mundial, crescendo de forma satisfatória em diferentes condições edafoclimáticas, adaptando-se a situações que divergem das regiões de origem. Dessas mais de 600 espécies, menos de 1% foram utilizadas com destinações industriais (SANTOS *et al.*, 2001). No Brasil os plantios comerciais são constituídos em sua maioria por *Eucalyptus urophylla*, *E. grandis*, *E. saligna*, plantios com híbridos, principalmente de *E. grandis* x *E. urophylla*, onde apresentaram vasta área plantada, devido sua utilização como material clonal (HIGA *et al.*, 2000).

O subgênero *Symphyomyrtus* engloba a maioria das espécies utilizadas para fins comerciais no Brasil, como *E. grandis*, *E. urophylla* e seus híbridos que representam quase 100% dos plantios de Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia. Também pertencente a esse subgênero estão as espécies *E. pellita*, *E. camaldulensis*, *E. globulus* e *E. tereticornis*, que são usados em programas de hibridação, pois são portadoras de genes que definem características importantes, como tolerância à deficiência hídrica, densidade, qualidade da matéria-prima e resistência a doenças (EMBRAPA, 2021).

Para fins energéticos, as espécies mais indicadas para regiões tropicais são *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* e *E. cloeziana*, pois apresentam uma maior densidade da madeira. No Brasil, os materiais genéticos com destaque para esse uso são clones de eucalipto urocam (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*); *E. urophylla*; urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*) e *E. cloeziana* (EMBRAPA, 2021).

Os plantios de eucalipto foram realizados de forma intensiva, sendo baseados principalmente em florestas clonais formadas com materiais superiores e de elevada produtividade, dependendo de aspectos como material genético, da região e dos

tratos culturais empregados. As florestas advindas de clones apresentaram vantagens notórias em homogeneidade de plantio, produtividade, uniformidade e qualidade da madeira (ALFENAS *et al.*, 2009).

O cultivo do eucalipto, se comparado com as demais espécies florestais utilizadas com fins comerciais, possui indicações e orientações técnicas amplamente disponíveis. A produtividade gerada com custos menores e taxas de retornos maiores, certificam grande prestígio ao cultivo do eucalipto (EMBRAPA, 2019).

O eucalipto, quando foi introduzido para fins comerciais, inicialmente no estado de São Paulo, até 1970 esteve praticamente livre de doenças. Entretanto, devido o avanço dos plantios de eucalipto para regiões mais úmidas e quentes, assim como, o uso de diferentes procedências e clones suscetíveis favoreceram a ocorrência de diversas doenças, entre elas, a ferrugem provocada pelo fungo *Austropuccinia psidii* (ALFENAS *et al.*, 2009).

## **2.2. Madeira de eucalipto para fins energéticos**

Segundo Ramos *et al.*, (2011), as espécies do gênero *Eucalyptus* devido seu rápido crescimento e elevada produtividade, poderiam ser alternativas na redução da utilização da floresta nativa para fins madeireiros no Brasil. O eucalipto se tornou a cultura mais recomendada para produzir madeira visando o uso para energia, um dos motivos é o custo médio de produção inferior em relação as demais culturas utilizadas como combustível. (QUÉNO *et al.*, 2011).

Segundo a Pesquisa da Extração Vegetal e Silvicultura (PEVS), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o valor de produção da silvicultura nacional foi de R\$18,4 bilhões, sendo R\$ 7,7 bilhões advindos da lenha e carvão vegetal, correspondendo a 41,8% do total. O Brasil, o principal produtor de carvão do mundo, e 95% da produção é originada de madeira proveniente de árvores cultivadas (IBÁ, 2020).

Em relação à avaliação da madeira para fins energéticos, um parâmetro importante é a densidade energética, onde refere-se à quantidade de energia disponível por volume (SANTOS *et al.*, 2020). Segundo Pereira *et al.*, (2016), a densidade energética influencia na quantidade de biomassa gasta no processo de queima. Sendo assim, uma madeira mais densa concede maior poder calorífico em relação a uma madeira com densidade inferior (BRITO *et al.*, 1983). Jesus *et al.*,

(2017), verificaram que, em madeiras de eucalipto, a densidade básica é proporcionalmente relacionada com a densidade energética, sendo assim, materiais mais densos conferem uma quantidade maior de energia disponível.

Na região nordeste, ao final da década de 80, ocorreu um avanço no uso da lenha e carvão vegetal, alcançando 35% da energia primária consumida (CAMPELLO *et al.*, 1999). Entretanto, nos anos 2000, foram construídos os gasodutos, que por sua vez, fizeram com que algumas indústrias migrassem sua matriz energética.

Sendo formada por células distintas com funções específicas, a madeira é um material heterogêneo. A mesma é influenciada por fatores que afetam o desenvolvimento da árvore, como clima, solo e aspectos genéticos. (TRUGILHO *et al.*, 1995). Isso tem como resultado a variação das propriedades da madeira entre espécies, procedências e clones. Por isso, torna-se de suma importância à análise das características da madeira para fins energéticos, em especial, a produção de carvão vegetal.

### **2.3. Melhoramento genético florestal**

Após 1967, o melhoramento Florestal voltado para os aspectos genéticos teve seu maior avanço no Brasil, através dos incentivos fiscais direcionados ao reflorestamento (RESENDE, 1999). Com o fim da Lei de Incentivos Fiscais, foram feitos investimentos e associações com às universidades, e em relação as empresas privadas, a Aracruz Florestal, proporcionou com a clonagem, grandes ganhos ao setor (VENTURIN *et al.*, 2013).

As espécies *E. grandis* e *E. urophylla* apresentam características que foram usadas como base em muitos projetos de melhoramento no País. O *E. grandis* apresenta rápido desenvolvimento em volume de madeira, boa forma do fuste e certa suscetibilidade a doenças como à ferrugem e o cancro, já por sua vez, o *E. urophylla* apresenta boa adaptação a ambientes distintos, fácil rebrota e resistência as principais doenças. A hibridação dessas duas espécies gerou o híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*, que desempenha um papel importante na silvicultura clonal nacional (EMBRAPA, 2021).

Alguns programas de melhoramento genéticos florestais tinham como foco os caracteres quantitativos, pois assumem um importante papel no volume da produção, entretanto, deveriam ser aprimorado os conhecimentos em relação as características

qualitativas dos materiais, sendo as informações sobre os mesmos essenciais para diversos setores, colaborando nas tomadas de decisões em relação aos custos e usos finais da madeira (FILHO; SANTOS, 2011).

As estratégias de melhoramentos são definidas com base no uso final do material a ser aprimorado, e uma mesma característica pode afetar de formas diferentes dependendo do uso final, por exemplo, um alto teor de lignina pode ser interpretado como uma característica positiva para o uso energético, entretanto, para a indústria de celulose é algo negativo (EMBRAPA, 2021).

A população base para o melhoramento deve manter um número de indivíduos que mantenha a variabilidade da população original, sendo esperado um aprimoramento a longo prazo, gerando um aumento progressivo e contínuo, através de vários ciclos seletivos. O ganho genético a longo prazo está ligado a variabilidade genética potencial, que é liberada por meio das recombinações ao longo dos ciclos de seleção (EMBRAPA, 2021; RESENDE, 2002).

A seleção recorrente é o método mais importante no melhoramento de características quantitativas, influenciadas por muitos genes e subordinadas a elevada influência do ambiente, sendo assim, não é possível atingir o objetivo do melhoramento com apenas um ciclo de seleção, devido ao elevado número de genes (EMBRAPA, 2021).

O uso de técnicas silviculturais corretas, fertilização e preparo do solo, e combate a doenças e pragas, conferiu ao Brasil ganhos consideráveis de produção utilizando o gênero *Eucalyptus*. O melhoramento genético e a clonagem foram de extrema importância para permanência de características de interesse e homogeneidade dos plantios (HIGASHI *et al.*, 2000).

Em relação a seleção de espécies para a região semiárida, é fundamental que primeiro seja realizada a escolha de genótipos que apresentem características de maior tolerância a baixos índices pluviométricos, e que tenham ótima adaptação as médias de temperaturas encontradas nas regiões, possibilitando que plantios comerciais de eucalipto sejam bem-sucedidos (ASSIS *et al.*, 2015). Sendo limitados os dados sobre o desenvolvimento de florestas plantadas na região semiárida, é necessário mais estudos com relação a genótipos de crescimento rápido e viabilidade de adaptação à região, para que o reflorestamento se torne possível (FURLAN, 2018).

Devido o melhoramento genético que o eucalipto teve no Brasil, a produtividade que era de  $9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  nos anos 70, passou para  $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em 2016, e a

densidade básica no mesmo ano, encontra-se em torno de 550 kg m<sup>-3</sup>, onde a mesma era de aproximadamente 420kg m<sup>-3</sup> nos anos 70 (HENRIQUES, 2016), isso mostra o quão importante foi o melhoramento para a cultura do eucalipto no Brasil e reforça a necessidade de constantes avanços em busca de materiais genéticos superiores.

#### **2.4. Clonagem e testes clonais para eucalipto**

Antecedendo um plantio comercial clonal de eucalipto, deve-se submeter os materiais selecionados à testes clonais, que significa plantar os mesmos materiais genéticos em condições distintas, esperando como resultado, a confirmação da superioridade do material genético (ALFENAS *et al.*, 2009).

A clonagem forneceu significativos avanços nos programas de melhoramento que buscam o aumento da produtividade do eucalipto (FONSECA *et al.*, 2010). Sendo assim, os principais benefícios da clonagem são vantagens em produtividade, adaptabilidade e homogeneidade, evitando a inconstância encontrada em povoamentos conduzidos a partir de sementes e mantendo as características favoráveis (BRONDANI *et al.*, 2009).

O final do melhoramento florestal envolve testes clonais, onde genótipos superiores nos testes genéticos são propagados de forma vegetativa, e são plantados em escalas piloto ou até mesmo em plantios comerciais. É fundamental que se determine o tamanho mínimo da amostra que garanta a confiabilidade dos dados obtidos (ARAÚJO *et al.*, 2015).

Em relação aos processos industriais que utilizam como base os plantios florestais, a clonagem gerou relevantes contribuições como, maior homogeneidade nos plantios, ganhos em produtividade e resistência a patologias (ASSIS; MAFIA, 2007).

O uso de clones foi um avanço de suma importância, que aumentou a produção e uniformizou a qualidade da madeira, gerando florestas de alta qualidade para suprir a demanda industrial por matéria-prima (BERGER *et al.*, 2002). Segundo Santos *et al.*, (2006), a silvicultura clonal do eucalipto proporcionou matéria-prima com maior uniformidade, melhor adaptabilidade aos diferentes locais de plantio, maior produtividade e diminuição na idade de corte.

Em regiões com regime hídrico restrito, os testes clonais possibilitam entender melhor os efeitos climáticos sobre o crescimento das plantas, e a seleção realiza a

escolha de genótipos com adaptação superior a reduzida disponibilidade de água, por exemplo, pois a temperatura pode gerar maior transpiração nas plantas, atuando como um fator estressante para o clone, sendo assim, mesmo com a disponibilidade de água no solo pode ocorrer a perda acentuada de água pela planta, influenciando principalmente no estágio inicial de desenvolvimento (KLIPPEL *et al.*, 2014).

Segundo Assis *et al.*, (2015), as árvores que compõem as florestas clonais são originadas principalmente através de estratégias de produção utilizando híbridos interespecíficos.

Para o teste clonal é de extrema importância a avaliação prévia da qualidade da muda, pois o emprego de mudas com má-formação no sistema radicular ou estocadas por muito tempo podem significar a não expressão do potencial genético pleno do clone (ALFENAS *et al.*, 2009).

A escolha de híbridos com características fenotípicas silviculturais de interesse iniciasse na seleção das melhores mudas. Um parâmetro amplamente utilizado para avaliação de mudas florestais é a relação altura/diâmetro do coleto, pois reflete uma fixação superior no solo e assegura uma maior resistência (REIS *et al.*, 2008). E segundo Gomes *et al.*, (2002), a qualidade das mudas que serão usadas no plantio, influencia inicialmente no crescimento e sobrevivência no campo. São utilizados nessas seleções, aspectos visuais como quantidade de folhas presente na muda e espessura do coleto.

A escolha do clone e do local de plantio, bem como, a interação entre ambos, influenciam na qualidade do plantio e da madeira, refletindo na qualidade do carvão vegetal. Segundo Neves *et al.*, (2011), o teor de lignina total e a densidade básica do eucalipto dependem dos fatores local e clone, indicando a importância da seleção de materiais específicos para um determinado local.

Após a avaliação inicial através do teste clonal, é necessária uma avaliação com um número maior de plantas, denominado teste clonal ampliado (TCA), sendo previamente selecionado os clones quanto a qualidade da madeira e seu potencial de crescimento. É de grande importância que os testes clonais recebam o mesmo tratamento silvicultural adotado nos plantios comerciais, reduzindo assim, possíveis divergências entre resultados experimentais e operacionais. É indicado o acompanhamento frequente em busca de indícios de doenças (ALFENAS *et al.*, 2009)

É importante conhecer a interação genótipo x ambiente antes do plantio em uma propriedade, pois uma espécie ou clone pode ter resultados diferentes em seu

desempenho, dependendo do local onde o mesmo é inserido (PINTO JÚNIOR, 2004). Para a análise do crescimento, uma das variáveis utilizadas é o diâmetro a 1,3m de altura (DAP), onde a mesma apresenta grande correlação entre as demais características dos povoamentos e das árvores (SILVA, 2016).

## **2.5. Seleção precoce em testes clonais**

O ciclo de eucalipto é longo e ultrapassam os 15 anos em alguns países, no Brasil o ciclo fica em torno dos 5 anos, variando dependendo para qual fim a madeira será destinada. Para selecionar genótipos superiores, foi favorável aos programas de melhoramento genético utilizar como base os anos iniciais de produção, sendo uma alternativa, o uso da seleção realizada precocemente (MASSARO *et al.*, 2010). A seleção precoce tem como função, a identificação de características das árvores jovens correlatas com as características de relevância econômica em árvores com idade adulta, ou seja, prever, em árvores juvenis, o desenvolvimento de um indivíduo adulto, reduzindo o tempo para concluir uma etapa de seleção (GONÇALVES *et al.*, 1998).

A possibilidade de prognosticar os ganhos em relação a critérios distintos de seleção é vista como um dos maiores benefícios da genética para o melhoramento florestal (PAULA *et al.*, 2002). Sendo assim, o rendimento de uma floresta pode ser antecipado através da análise das projeções de crescimento em altura, diâmetro e volume (BERGER *et al.*, 2002). Essa possibilidade é plausível, pois as variáveis altura, diâmetro e volume são significativamente correlatas entre si, em idades diferentes, tornando viável o uso da seleção precoce dos materiais genéticos (MASSARO *et al.*, 2010).

A avaliação do crescimento, possibilitou expressar a adaptação do clone no campo, através de variáveis mensuráveis como a altura, o DAP e a taxa de sobrevivência (VILAS BÔAS *et al.*, 2009).

Os parâmetros em indivíduos jovens foram usados como prognosticador de caracteres econômicos relevantes na idade de corte (FARIAS NETO *et al.*, 2003), e tratando-se das variáveis mensuráveis, o diâmetro e a altura foram considerados as mais importantes, pois servem como base para os demais cálculos como área basal, área transversal e volume, além de comprovar a adaptação de um determinado

material com base no local onde o mesmo foi inserido (FINGER, 1992; SANTOS, 2015).

A seleção é realizada no campo com resultados a datar do segundo ano de plantio, dado que, nessa idade as espécies aumentam a demanda principalmente pelo incremento de madeira (ASSIS *et al.*, 2015).

A experimentação é uma condição importante, visto que a maioria das espécies florestais apresentam grande interação genótipo x ambiente, sendo melhor observada ao longo do tempo (PRADO, 2010). A estimativa de volume lenhoso em povoamentos de eucalipto é fundamental e indispensável para o monitoramento e planejamento dos plantios, em especial nos estudos de produção e crescimento. Sendo assim, o uso de equações é frequente nos procedimentos de estimativa de volume dos plantios (LEITE *et al.*, 2011).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi implantado à aproximadamente 16km do litoral, na fazenda Itália, localizada no município de Itaporanga D'ajuda, no estado de Sergipe, sendo as coordenadas geográficas 11°06'09.2"S 37°17'33.4"W. O solo do local é um Argissolo Vermelho-Amarelo tb. A precipitação média anual da região do experimento é de 1599mm.

Para visualização aérea do experimento 19 meses após o plantio, foram retiradas imagens aerofotogramétricas com 90% de sobreposição com o auxílio de um drone Dji Phantom 4. As imagens foram processadas utilizando o programa Agisoft Metashape Versão 1.80, e para a delimitação dos clones na imagem, foi utilizado o programa Qgis Versão 3.16.16 (Figura 1).



Figura 1. Imagens aéreas do experimento, mostrando a disposição dos materiais genéticos no teste clonal. Fazenda Itália, Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

### 3.2. Implantação do teste clonal

Com o objetivo de identificar potenciais materiais genéticos para o estado de Sergipe, foi implantado no município de Itaporanga D'ajuda, Sergipe, um teste clonal utilizando 10 clones de *Eucalyptus* spp. (Tabela 1), e para a bordadura foi utilizado o clone PF109 no mesmo espaçamento do teste clonal.

Tabela 1. Clones utilizados para implantação do teste clonal na Fazenda Itália pertencente à Cal Trevo Industrial Ltda, Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

Número do Clone	ID do Clone	Espécie
1	PF301	<i>E. grandis x E. urophylla</i>
2	PF012	<i>Eucalyptus</i> spp.
3	PF303	<i>E. grandis x E. urophylla</i>
4	PF103	<i>E. urophylla</i>
5	PF305	<i>E. grandis x E. urophylla</i>
6	PF106	<i>E. urophylla</i>
7	PF308	<i>E. grandis x E. urophylla</i>
8	PF042	<i>Eucalyptus</i> spp.
9	PF309	<i>E. grandis x E. urophylla</i>
10	PF109	<i>E. urophylla</i>

O teste clonal foi implantado no delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições para cada clone, totalizando 40 unidades amostrais, cada unidade amostral (subparcela) é composta por 63 plantas, sendo avaliadas as 15 plantas centrais (Figura 2).

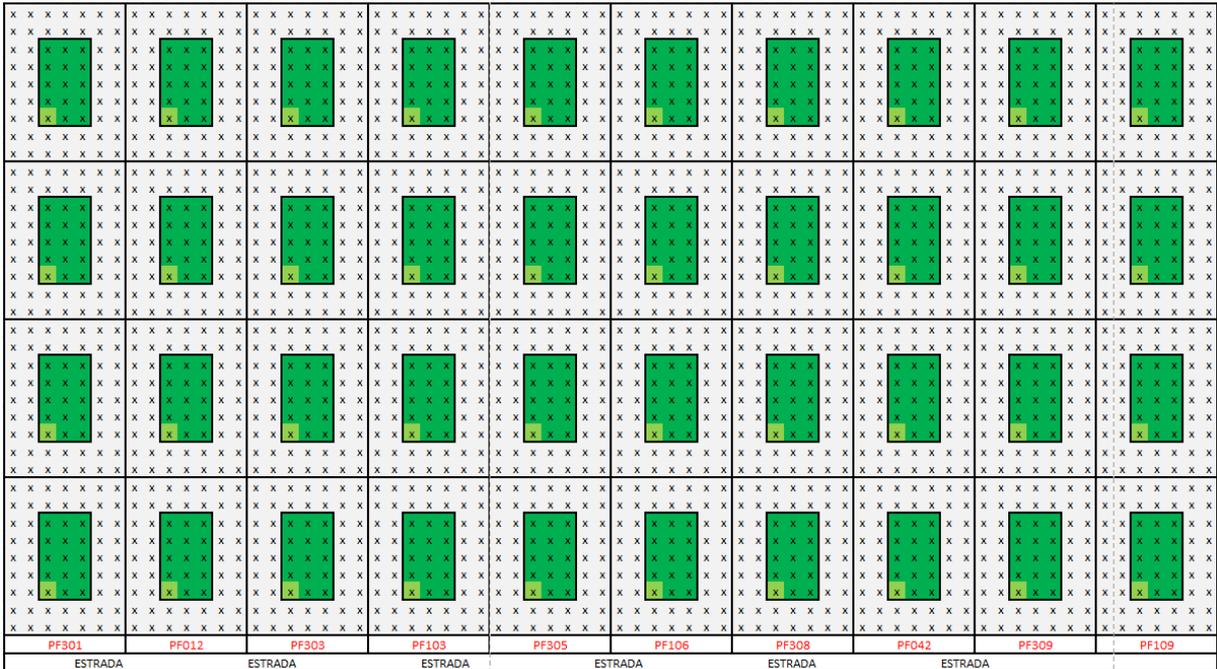


Figura 2. Croqui do teste clonal da Fazenda Itália, localizada no município de Itaporanga D'ajuda, Sergipe, mostrando a distribuição das subparcelas por clone, as áreas em verde representam as subparcelas úteis que foram compostas de 15 plantas cada.

Antes da instalação do experimento, com base na análise do solo, foi realizada a correção do pH do solo utilizando  $800\text{kg ha}^{-1}$  de calcário calcítico.

Visando quebrar a camada de impedimento (solo coeso), que normalmente dificulta o desenvolvimento do sistema radicular das árvores, foi realizada a subsolagem à 90cm de profundidade.

A fosfatagem foi realizada utilizando  $350\text{kg ha}^{-1}$  de fosfato natural reativo na dosagem de 120g por metro linear, para incorporação do fertilizante no solo foi realizada uma gradagem no sulco de plantio aberto pela subsolagem.

O plantio foi realizado de forma manual no espaçamento de  $4 \times 2,2\text{m}$ , ou seja, aproximadamente  $8,8\text{m}^2 \text{ planta}^{-1}$ , totalizando  $1.136 \text{ plantas ha}^{-1}$ . Para prevenção da competição do mato, após o plantio, foi realizada a aplicação na linha de plantio do herbicida pré-emergente Oxyfluorfen ( $240\text{g L}^{-1}$ ) na dosagem de  $3\text{L ha}^{-1}$ .

Trinta dias após o plantio foi realizada a adubação de base, utilizando  $227\text{kg ha}^{-1}$  de NPK (08-30-12) + (4%Ca+4%S+0,16%B+0,16%Cu+0,4%Mn+0,4%Zn), Aplicando  $200\text{g planta}^{-1}$ . A primeira adubação de cobertura foi realizada 90 dias após o plantio, utilizando  $215\text{kg ha}^{-1}$  na formulação NPK (18-06-24) +(1%S+0,5%B+0,5%Zn), aplicando  $190\text{g planta}^{-1}$ . A segunda adubação de cobertura

foi realizada aos 12 meses após o plantio, utilizando  $204\text{kg ha}^{-1}$  na formulação NPK (20-00-27) + (0,5%B+0,5%Zn+0,5%Cu), aplicando  $180\text{g planta}^{-1}$ .

A manutenção do experimento livre de competição do mato foi realizada utilizando o herbicida glifosato na dosagem de  $2,5\text{L ha}^{-1}$ .

### 3.3. Avaliação do teste clonal

A primeira avaliação foi realizada em dezembro de 2021, 19 meses após a implantação do teste clonal. As árvores foram mensuradas individualmente quanto a circunferência à altura do peito (CAP, 1,30m do solo), utilizando uma fita métrica, sendo que, árvores com bifurcações foi considerado o caule com maior circunferência, e a altura, foi mensurada utilizando um hipsômetro manual (Figura 3), sendo que, as árvores com mais de um tronco, foi considerado o com maior altura.



Figura 3. Primeira avaliação do teste clonal. A - Mensuração da circunferência das árvores à altura do peito (CAP); B – Mensuração da altura das árvores. Fazenda Itália, Itaporanga D’ajuda, Sergipe.

As variáveis taxa de sobrevivência, coeficiente de variação, incremento médio anual (IMA) e a estimativa do volume de madeira, foram calculadas através da planilha da Mata Florestal, sendo utilizado um fator de forma de 0,5. Foi realizado o monitoramento frequente do experimento, verificando possíveis anormalidades abióticas ou bióticas e a sobrevivência das árvores, sendo também consideradas como árvores mortas, os espaços vazios.

Para a avaliação qualitativa, foi realizado o caminhamento nas subparcelas analisando anormalidades como árvores bifurcadas, deficiência nutricional, doenças, distúrbios fisiológicos, perda de dominância apical, tortuosidades e tombamento de árvores, além de anormalidades em relação a desrama.

Para as análises estatísticas os clones foram considerados como tratamentos e cada subparcela foi considerada uma unidade amostral. Os dados foram testados quanto a normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk ( $p < 0.05$ ), e a homocedasticidade utilizando o teste de Bartlett ( $p < 0.05$ ). Sendo atendidos esses parâmetros, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando o programa R versão 4.0.4 e, quando houve diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0.05$ ).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Avaliação quantitativa dos materiais genéticos

#### 4.1.1. Altura média das árvores por clone

Para os clones testados, os resultados mais satisfatórios em altura, foram observados nos clones PF042 e PF308. (Tabela 2).

Tabela 2. Médias das alturas das árvores para o teste clonal com 19 meses de idade, Itaporanga D'Ajuda, Sergipe.

Nº do clone	ID do clone	Espécie	Altura (m)*
8	PF042	<i>Eucalyptus</i> spp.	11,74 a
7	PF308	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	10,57 a
9	PF309	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	10,06 b
6	PF106	<i>E. urophylla</i>	9,51 b
10	PF109	<i>E. urophylla</i>	9,33 b
4	PF103	<i>E. urophylla</i>	9,25 b
5	PF305	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	8,47 c
3	PF303	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	8,01 c
2	PF012	<i>Eucalyptus</i> spp.	7,74 c
1	PF301	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	7,46 c

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0.05$ ).

Alguns trabalhos no estado de Sergipe, apresentaram resultados inferiores aos observados no presente estudo, como Drumond *et al.*, (1998), nos tabuleiros costeiros de Sergipe, que observaram em espécies de *Eucalyptus* spp. com 30 meses e espaçamento de 3x1,5m, resultados variando entre 5,0m e 6,8m de altura, sendo os resultados observados no teste clonal em Itaporanga D'Ajuda, Sergipe, superiores aos apresentados.

Castaneda *et al.*, (2012), observaram em Itaporanga D'ajuda, Sergipe, utilizando clones de *Eucalyptus* spp. com 20 meses de idade, no espaçamento de 3x2,5m, alturas variando entre 4,03m e 5,58m, sendo inferiores aos resultados

observados no teste clonal implantado em Sergipe, mostrando o potencial de crescimento em altura presente na maioria dos clones de eucalipto avaliados.

Utilizando clones de *Eucalyptus* spp. com 18 meses de idade, na região nordeste do Pará, em um espaçamento de 3x3m, Matos *et al.*, (2012), verificaram alturas variando entre 8,33m e 9,92m, sendo os resultados similares aos observados no presente experimento.

No estado do Rio de Janeiro, Ferreira *et al.*, (2017), avaliando clones de *Eucalyptus* spp. com 18 meses de idade em um espaçamento de 3x2m, observaram alturas variando entre 4,6m e 6,7m, resultados esses, inferiores ao presente estudo.

Em Brasília, Distrito Federal, Aquino (2017), observou alturas variando entre 8,0m e 13,80m, testando clones de *Eucalyptus* spp. com área por árvore de 8,69m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> com 20 meses de idade, sendo esses resultados, superiores ao teste clonal em Itaporanga D'Ajuda, Sergipe.

Coutinho *et al.*, (2001), observaram no estado de Pernambuco, com clones de *Eucalyptus* spp. aos 12 meses de idade no espaçamento de 3x2m, resultados para altura variando entre 3,47m e 6,35m, os mesmos, são inferiores ao presente trabalho, entretanto, podem ser reflexo da idade com que as árvores foram avaliadas.

Dinardi (2014), no estado de São Paulo, avaliando clones de *Eucalyptus* spp. com 24 meses de idade em um espaçamento de 3x2m, observou alturas variando entre 14,6m e 16,0m, denotando superioridade em relação aos resultados observados no presente trabalho.

#### **4.1.2. Diâmetro das árvores à altura do peito (DAP) por clone**

Entre os clones avaliados, o PF042, PF308, PF309, PF106, PF109 e PF103 apresentaram destaque positivo (Tabela 3), ficando no grupo das melhores médias para a variável diâmetro à altura do peito (DAP), sendo estatisticamente iguais.

Em comparação com o presente trabalho, foi observado por Matos *et al.*, (2012), na região nordeste do Pará, diâmetros à altura do peito das árvores variando entre 7,5cm e 8,9cm, para clones de *Eucalyptus* spp. com 18 meses de idade no espaçamento de 3x3m, indicando que o teste clonal em Sergipe observou resultados considerados similares, pois foi utilizado um menor espaçamento entre plantas, de 2,20m. De acordo com Leal *et al.*, (2016), testando plantios clonais com

espaçamentos entre plantas de 2m e 3m, concluiu que um maior espaçamento entre plantas influencia no desenvolvimento e resultados na variável diâmetro à altura do peito (DAP).

Tabela 3. Médias do diâmetro das árvores à altura do peito (DAP) dos clones no teste clonal com 19 meses de idade, Itaporanga D'Ajuda, Sergipe.

Nº do clone	ID do clone	Espécie	DAP (cm)*
8	PF042	<i>Eucalyptus</i> spp.	8,02 a
7	PF308	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	8,08 a
9	PF309	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	7,55 a
6	PF106	<i>E. urophylla</i>	7,57 a
10	PF109	<i>E. urophylla</i>	7,81 a
4	PF103	<i>E. urophylla</i>	7,22 a
5	PF305	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	6,69 b
3	PF303	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	6,70 b
2	PF012	<i>Eucalyptus</i> spp.	6,95 b
1	PF301	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	5,88 b

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0.05$ ).

Observando resultados superiores ao presente teste clonal, Dinardi (2014), no estado de São Paulo, avaliando clones de *Eucalyptus* spp. com 24 meses de idade em um espaçamento de 3x2m, revelou diâmetros à altura do peito variando entre 9,5cm e 10,0cm.

Ferreira *et al.*, (2017), no estado do Rio de Janeiro, avaliando clones de *Eucalyptus* spp. com 18 meses de idade no espaçamento de 3x2m, observaram para a variável diâmetro à altura do peito (DAP), resultados variando entre 3,7cm e 6,7m, sendo os mesmos, inferiores ao presente estudo.

Em Brasília, Distrito Federal, Aquino (2017), testando clones de *Eucalyptus* spp. plantados com 8,69m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> e com 20 meses de idade, observou resultados variando entre 6,9cm e 10,5cm para o DAP, sendo esses resultados, superiores ao teste clonal em Itaporanga D'Ajuda, Sergipe.

No estado de Sergipe, Drumond *et al.*, (1998), para espécies de *Eucalyptus* spp. com 30 meses de idade e utilizando espaçamento de 3x1,5m, relevou resultados entre 5,3cm e 6,6cm, sendo os mesmos inferiores aos obtidos no teste clonal do presente trabalho aos 19 meses. Esse resultado pode ser reflexo do menor

espaçamento entre plantas adotado. Também no estado de Sergipe, em Itaporanga D'ajuda, utilizando clones de *Eucalyptus* spp. com 20 meses de idade, no espaçamento de 3x2,5m, Castaneda *et al.*, (2012), observaram resultados para o diâmetro à altura do peito variando entre 3,41cm e 5,73cm, mostrando a superioridade dos resultados obtidos no presente teste clonal em comparação com trabalhos de regiões próximas, expondo o potencial de crescimento em diâmetro à altura do peito dos materiais genéticos presentes no teste clonal na fazenda Itália em Sergipe.

Foi observado por Coutinho *et al.*, (2001) no estado de Pernambuco utilizando clones de *Eucalyptus* spp. aos 12 meses de idade em um espaçamento de 3x2m, que os resultados ficaram entre 3,36cm e 5,79cm de diâmetro à altura do peito (DAP), sendo similar apenas aos clones PF301, PF012, PF303 e PF305 que obtiveram os resultados menos satisfatórios no teste clonal.

#### **4.1.3. Volume médio de madeira por clone**

Os clones PF042, PF308, PF309 e PF109 apresentaram resultados mais satisfatórios na variável volume de madeira (Tabela 4), esses resultados foram superiores aos observados por Silva *et al.*, (2013), no estado de Pernambuco, onde foram avaliados clones de *Eucalyptus* spp. com 18 meses de idade, no espaçamento de 3x2m e o local apresentava uma precipitação média anual de 700mm, os resultados em volume ficaram entre 8,36m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e 17,18m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Essa superioridade nos resultados, pode ter relação com a diferença na precipitação média anual, sendo a mesma no presente experimento de 1599mm. Segundo Santos *et al.*, (2017), a precipitação pluviométrica e o tipo de solo influenciam na variável volume.

Utilizando como base a classificação de produtividade em volume (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), definida por Soares *et al.*, (2009), para o estado de Minas Gerais para clones de *Eucalyptus* spp. com 24 meses de idade plantados no espaçamento de 3x3m, a maioria dos resultados no teste clonal no estado de Sergipe, foram classificados como baixa produtividade (28,40m<sup>3</sup> há<sup>-1</sup>) ,entretanto pode ser considerado um resultado positivo, visto que, a região onde foram realizados os estudos para idealização das classes de produtividade apresenta uma precipitação média anual variando entre 2.000mm e 2.500mm, além disso, havia a presença de mato-competição no teste clonal em Sergipe e segundo Higa *et al.*, (2000), o eucalipto inicialmente tem muita

sensibilidade a mato-competição, sendo necessário realizar capinas e roçadas eficientes, especialmente no primeiro ano.

Tabela 4. Médias dos volumes por hectare no teste clonal com 19 meses de idade, Itaporanga D'Ajuda, Sergipe.

Nº do clone	ID do clone	Espécie	Volume (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )*
8	PF042	<i>Eucalyptus</i> spp.	34,41 a
7	PF308	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	30,77 a
9	PF309	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	26,07 a
10	PF109	<i>E. urophylla</i>	24,47 a
6	PF106	<i>E. urophylla</i>	21,96 b
4	PF103	<i>E. urophylla</i>	22,17 b
5	PF305	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	17,96 b
3	PF303	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	17,24 b
2	PF012	<i>Eucalyptus</i> spp.	18,39 b
1	PF301	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	12,32 b

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0.05$ ).

Castaneda *et al.*, (2012), observaram em Itaporanga D'ajuda, Sergipe, volumes de madeira variando entre 3,80m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e 14,13m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, utilizando clones de *Eucalyptus* spp. com 20 meses de idade, no espaçamento de 3x2,5m, sendo esses resultados inferiores aos revelados no presente trabalho, mostrando o potencial dos materiais genéticos avaliados.

Nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe, Drumond *et al.*, (1998) observaram um volume variando entre 19,4m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e 33,7m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, para espécies de *Eucalyptus* spp. com 30 meses de idade plantados no espaçamento de 3x1,5m, sendo os resultados, equivalentes ao presente trabalho, mesmo com as variáveis diâmetro à altura do peito (DAP) e altura sendo inferiores. Essa similaridade é plausível, pois em um espaçamento mais adensado tem-se um maior número de plantas por hectare, sendo no espaçamento 3x1,5m de 2.223 Plantas ha<sup>-1</sup>, em contrapartida, espaçamentos muito adensados podem limitar o uso da mecanização.

Em Brasília, Distrito Federal, Aquino (2017), testando clones de *Eucalyptus* spp. plantados com 8,69m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> e com 24 meses de idade, observou um resultado em torno dos 60,0m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para o volume. Sendo esse resultado, superior aos observados no presente estudo.

Borges *et al.*, (2014), no estado do Mato Grosso do Sul, avaliando clones de *Eucalyptus* spp. com 24 meses de idade no espaçamento de 3x2,5m, observaram um resultado máximo de 62,9m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para o volume. Sendo superior aos observados no teste clonal em Itaporanga D'Ajuda, Sergipe.

#### 4.1.4. Coeficiente de variação por clone

O coeficiente de variação por clone foi elevado no experimento, possivelmente devido a divergências no espaçamento e um possível solo heterogêneo também pode influenciar nesse resultado. Os clones PF301, PF012, PF303 e PF305, apresentaram destaque negativo nos resultados (Figura 4), apresentando variação entre 45,69% e 63,80%, já os melhores resultados foram observados nos clones PF106, PF042 e PF109, ficando o coeficiente de variação dos mesmos entre 23,93% e 28,39%, denotando uma maior uniformidade em relação aos demais clones avaliados. A maioria dos resultados de coeficiente de variação (CV%) foram considerados altos, segundo Garcia (1989), que define alto ou muito alto, resultados acima de 32,6%.

Castaneda *et al.*, (2012), em Itaporanga D'ajuda, Sergipe, utilizando clones de *Eucalyptus* spp. com 20 meses de idade, no espaçamento de 3x2,5, observaram resultados entre 30,17% e 40,22%, entretanto, foi relatado ataques de formiga saúva e vespa da galha, podendo influenciar no resultado.

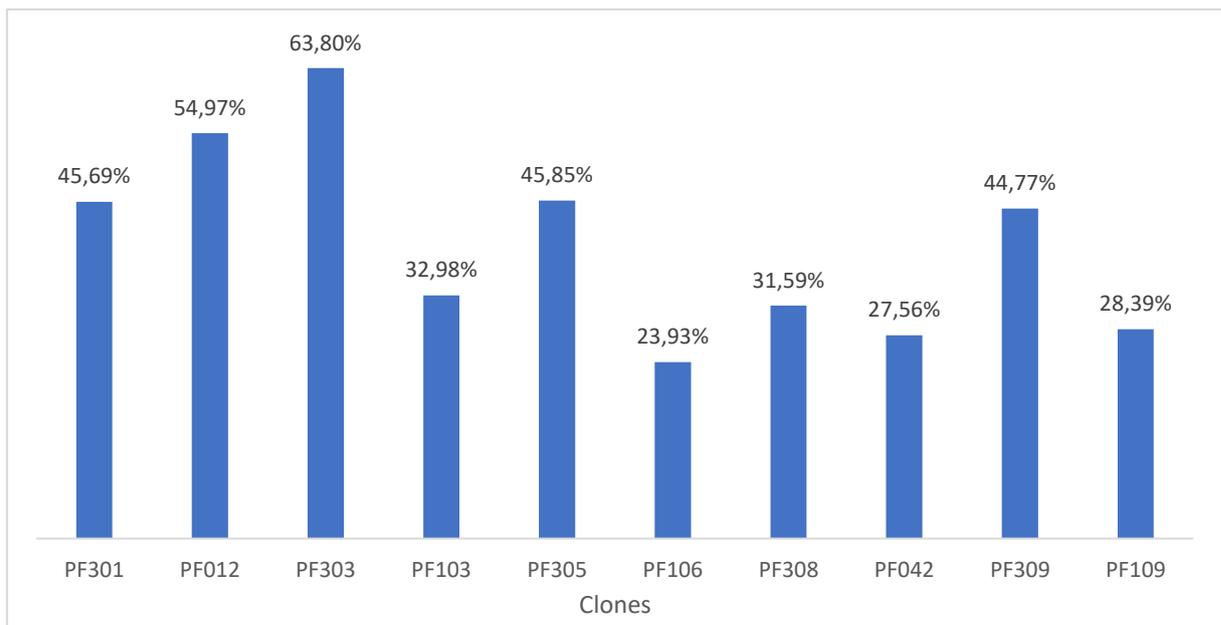


Figura 4. Coeficiente de variação dos clones em relação a variável volume m<sup>3</sup> há<sup>-1</sup> no teste clonal com 19 meses de idade, Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

#### 4.1.5. Incremento médio anual (IMA) por clone

Dos materiais genéticos avaliados, os que apresentaram resultados mais satisfatórios em um primeiro momento com relação ao incremento médio anual (IMA), foram os clones PF042, PF308, PF309 e PF109 (Tabela 5).

Tabela 5. Médias dos incrementos médios anuais dos clones com 19 meses de idade, Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

Nº do clone	ID do clone	Espécie	IMA (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )*
8	PF042	<i>Eucalyptus</i> spp.	21,25 a
7	PF308	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	19,00 a
9	PF309	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	16,10 a
10	PF109	<i>E. urophylla</i>	15,12 a
6	PF106	<i>E. urophylla</i>	13,56 b
4	PF103	<i>E. urophylla</i>	13,70 b
5	PF305	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	11,09 b
3	PF303	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	10,65 b
2	PF012	<i>Eucalyptus</i> spp.	11,36 b
1	PF301	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	7,61 b

\* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0.05$ ).

A média nacional de produtividade do eucalipto é de 36,8m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (IBÁ, 2021), entretanto, a mesma é baseada em plantios de eucalipto no período de corte, com 7 anos de idade.

Com base na classificação em incremento médio anual (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), definido por Soares *et al.*, (2009), para o estado de Minas Gerais para clones de *Eucalyptus* spp. com 24 meses de idade plantados no espaçamento de 3x3m, é possível observar no presente estudo que os materiais genéticos com resultados mais satisfatórios para a variável incremento médio anual (IMA), apresentaram resultados variando entre 15,12m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 21,25m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo os mesmos classificados entre baixa produtividade (14,20m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e média produtividade (28,75m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). Os materiais genéticos com desenvolvimento menos satisfatório no presente trabalho, apresentaram resultados variando entre 7,61m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 13,56 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, havendo a possibilidade de terem sido influenciados pela variação em relevo e provável variação no solo, assim como os possíveis problemas associados a divergências no espaçamento.

Nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe, foi observado por Drumond *et al.*, (1998), que os resultados para a variável incremento médio anual em espécies de *Eucalyptus* spp. com 30 meses de idade, plantados no espaçamento de 3x1,5m, teriam aproximadamente entre 7,76m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 13,48m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Foi observado que mesmo a variável volume (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) sendo similar, os resultados observados no teste clonal em Itaporanga D'ajuda, Sergipe, são superiores para a variável incremento médio anual (IMA), isso é possível, pois o IMA também utiliza como base a idade do plantio, sendo no presente estudo, 19 meses.

No estado de Pernambuco, com *Eucalyptus* spp. aos 18 meses de idade e utilizando um espaçamento de 3x2m, Silva *et al.*, (2013), observaram que os valores aproximados para o incremento médio anual (IMA) seriam entre 5,57m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 11,45m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo os resultados, inferiores ao presente experimento.

Borges *et al.*, (2014), no estado do Mato Grosso do Sul, avaliando clones de *Eucalyptus* spp. com 24 meses de idade no espaçamento de 3x2,5m, observaram que o resultado em incremento médio anual (IMA) seria em torno de 31,45m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo superior aos resultados observados no teste clonal em Itaporanga D'Ajuda, Sergipe.

Testando clones de *Eucalyptus* spp. plantados com 8,69m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> e com 24 meses de idade, em Brasília, Distrito Federal, Aquino (2017), observou que o resultado para o IMA teria cerca de 30,0m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo esse resultado, superior aos observados no presente experimento.

É notório através das imagens aéreas do teste clonal (Figura 5), que o terreno é heterogêneo em relação ao relevo, o que pode ter influenciado no comportamento dos materiais genéticos testados, podendo ocorrer uma diminuição na fertilidade do solo para as áreas mais elevadas, e para as áreas de baixada, a tendência é que haja um maior acúmulo de nutrientes, o que poderá refletir no desenvolvimento diferenciado das árvores.



Figura 5. Teste clonal, mostrando a diferença visual entre os materiais genéticos testados, Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

A diferença entre as subparcelas pode ser observada no modelo incr3D do desenvolvimento das árvores em cada clone, sendo visível que os melhores clones são os que estão situados nas partes mais baixas do terreno (Figura 6).

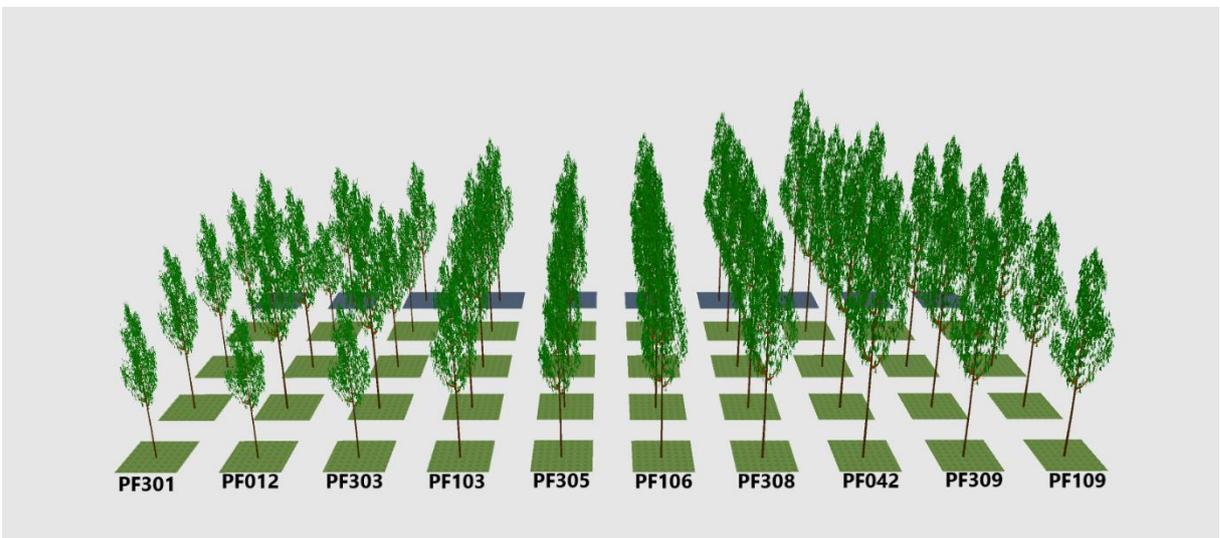


Figura 6. Modelo 3D das médias das alturas das árvores por subparcelas agrupadas por clone, gerado através do programa Sweet Home 3D Versão 6.6a.

## 4.2. Avaliação qualitativa dos materiais genéticos

### 4.2.1. Taxa de sobrevivência das árvores por clone

Dos materiais genéticos avaliados, os clones PF012, PF103, PF305 e PF042 apresentaram 100% de sobrevivência, os demais clones avaliados, exceto o PF106, apresentaram resultados variando entre 96,67% e 98,33% (Figura 7). E segundo Sereghetti (2016), uma taxa de sobrevivência acima de 95% pode ser considerada aceitável pelas empresas do setor florestal.

Os resultados do presente trabalho são similares aos observados para a região nordeste do Pará, por Matos *et al.*, (2012), onde foi observada uma taxa sobrevivência variando entre 94,5% e 99%, sendo avaliado clones de *Eucalyptus* spp. com 18 meses de idade, no espaçamento de 3x3m.

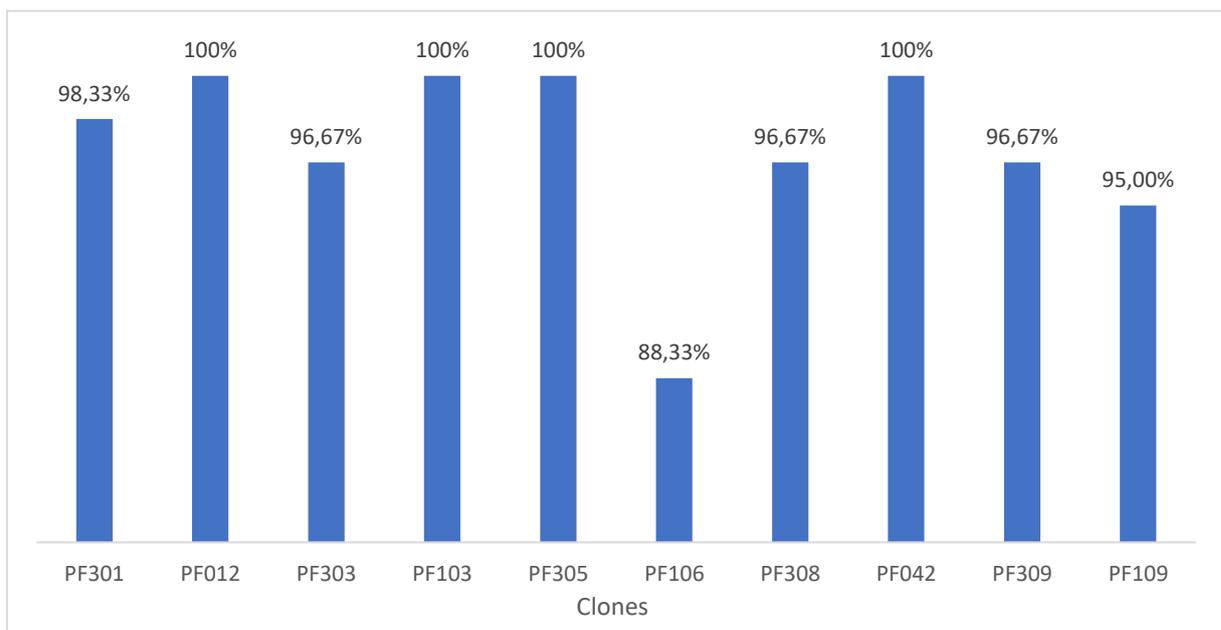


Figura 7. Porcentagem de sobrevivência dos clones em campo aos 19 meses de idade, na Fazenda Itália, Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

A taxa de sobrevivência do presente estudo foi similar em comparação com Sacramento (2019), no estado de Pernambuco, que observou uma taxa de sobrevivência variando entre 93% e 97,5% para clones de *Eucalyptus* spp. no espaçamento de 3x3m com 12 meses de idade, e por Coutinho *et al.*, (2001), no estado de Pernambuco utilizando clones de *Eucalyptus* spp. aos 12 meses de idade

com espaçamento de 3x2 m, onde foi observado uma taxa de sobrevivência entre 95% e 100%.

Drumond *et al.*, (1998), observaram no experimento realizado nos tabuleiros costeiros de Sergipe, uma sobrevivência entre 92% e 100% para espécies de *Eucalyptus* spp. com 30 meses de idade, no espaçamento de 3x1,5m. Os resultados obtidos pelos autores, no geral, são compatíveis com os observados no teste clonal em Itaporanga D'ajuda, Sergipe, sendo que, o clone PF106 teve destaque negativo no presente estudo, apresentando uma taxa de sobrevivência de 88,33% (Figura 8), tal resultado negativo pode ter como causa a qualidade das mudas utilizadas ou até mesmo uma baixa adaptação do material genético ao local. A mortalidade de árvores no plantio, pode trazer como consequências um aumento dos custos com replantio.



Figura 8. Anormalidade qualitativa observada no teste clonal. Mortalidade no clone PF106, Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

#### 4.2.2. Anormalidades qualitativas observadas por clone

Na avaliação qualitativa realizada no teste clonal aos 19 meses de idade, foram observadas algumas anormalidades abióticas e biótica (Tabela 6).

Tabela 6. Porcentagem aproximada de árvores por clone que apresentaram anormalidades abióticas ou biótica, com 19 meses de idade, Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

Anormalidade por clone (%)	Clones									
	PF 301	PF 012	PF 303	PF 103	PF 305	PF 106	PF 308	PF 042	PF 309	PF 109
Bifurcação (3m - 4m)		6,7			5					
Bifurcação na base		3,3			1,7					
Desrama precoce			100							
Desrama tardia	20				88,3	10				
Deficiência nutricional	100									
Ferrugem	100									
Perda de dominância apical	5									
Tombamento									1,7	
Tortuosidade na base	1,7	5		1,7	1,7		13,3		25	
Tortuosidade (0,5m - 2m)	1,7			1,7						
Tortuosidade (> 5m)				98		1,7				
Mortalidade	1,7		3,3			11,7	3,3		3,3	5

O clone que inicialmente apresentou desempenho qualitativo mais satisfatório, por não apresentar anormalidades visíveis em um primeiro momento, foi o PF042 (Figura 9).



Figura 9. Material genético com resultado mais satisfatório no teste clonal. Clone PF042, que apresentou resultado mais satisfatório na avaliação quantitativa e qualitativa. Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

O Clone PF301 destacou-se de forma negativa, sendo observado muitas anormalidades, dentre elas, as mais relevantes foram a deficiência nutricional (Figura 10A), podendo estar relacionada a adaptação do clone as condições do experimento, possivelmente as características nutricionais do solo. A incidência de ferrugem no mesmo material, em 100% das árvores avaliadas (Figura 10B), também pode estar associada as condições de déficit nutricional das árvores.



Figura 10. Anormalidades qualitativas observadas no teste clonal. A – Deficiência nutricional generalizada observada no clone PF301; B – Incidência de ferrugem (*Austropuccinia psidii*) observada no clone PF301. Itaporanga D’ajuda, Sergipe.

As bifurcações em diferentes alturas (Figura 11), tem baixa representatividade nos resultados na avaliação qualitativa no presente estudo, sendo uma anormalidade de menor importância para empresas do setor energético que utilizam a motosserra como principal ferramenta de corte do eucalipto. Entretanto, tem uma maior relevância em plantios onde se faz o uso de ferramentas de colheitas mecanizadas como o Harvester.



Figura 11. Anormalidades qualitativas observadas no teste clonal. A - Bifurcação entre 3m e 4m observada no clone PF012; B - Bifurcação na base observada no clone PF012. Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

A tortuosidade em diferentes alturas (Figura 12), pode gerar consequências, como no transporte por exemplo, onde os espaços vazios nas pilhas ou cargas são maiores utilizando madeiras tortas, transportando menos metros cúbicos em um mesmo espaço.



Figura 12. Anormalidades qualitativas observadas no teste clonal. A - Tortuosidade na base observada no clone PF309; B - Tortuosidade entre 0,5m e 2m observada no clone PF301. Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

O clone PF106, apresentou tortuosidade a mais 5 metros em apenas 1,7% das árvores (Figura 13A), já o clone PF103, apresentou 98% das árvores com o mesmo problema (Figura 13B), podendo indicar uma possível característica do material genético.

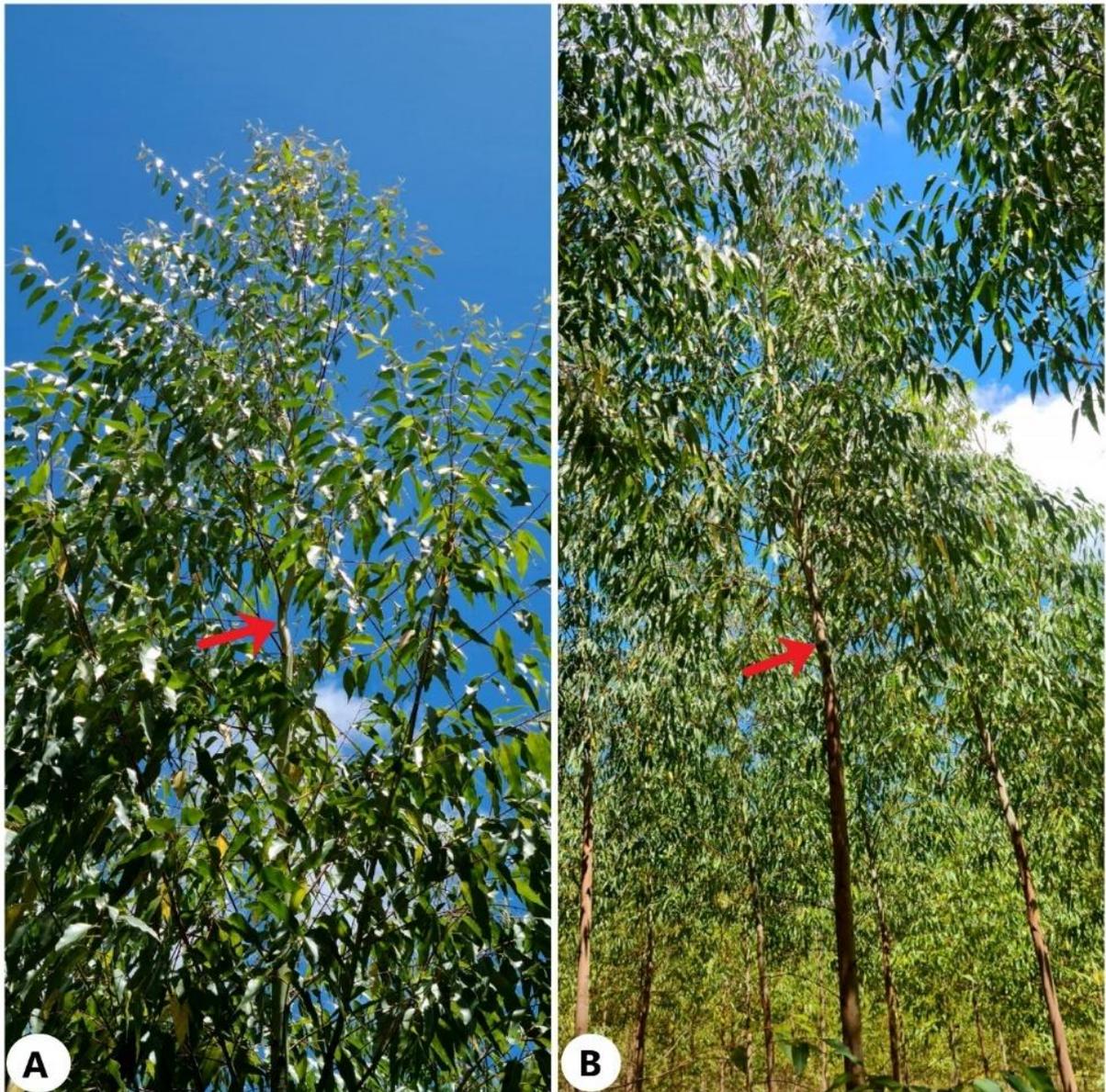


Figura 13. Anormalidades qualitativas observadas no teste clonal. A – Tortuosidade a mais de 5 m observada no clone PF106; B – Tortuosidade a mais de 5 m observada no clone PF103. Itaporanga D’ajuda, Sergipe.

Algumas anormalidades observadas nos clones afetam diretamente a produtividade do plantio, como a perda de dominância apical observada no clone PF301 (Figura 14A) e o tombamento de árvore no clone PF309 (Figura 14B), que foi observado em apenas 1,7% das árvores avaliadas, possivelmente devido a qualidade duvidosa da muda, que pode ter influenciado negativamente no desenvolvimento do sistema radicular da árvore, levando ao tombamento da mesma.



Figura 14. Anormalidades qualitativas observadas no teste clonal. A - Perda de dominância apical observada no clone PF301; B - Tombamento observado no clone PF309. Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

O clone PF303 apresentou 100% das árvores com desrama precoce (Figura 15A) e o clone PF305 apresentou 88,3% das árvores com desrama tardia (Figura 15B). Estas anormalidades podem influenciar na produtividade, uma vez que a desrama precoce pode reduzir a área fotossintética das árvores e, conseqüentemente o seu desenvolvimento, já a desrama tardia, apresentada pelo clone PF305, pode reduzir o desenvolvimento da árvore e a qualidade da madeira produzida.



Figura 15. Anormalidades qualitativas observadas no teste clonal. A – Desrama Precoce observada no Clone PF303; B – Desrama tardia observada no Clone PF305. Itaporanga D'ajuda, Sergipe.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados apresentados revelam que o clone PF042 mostrou-se inicialmente superior aos demais clones avaliados, visto que, o mesmo apresentou melhores resultados na avaliação quantitativa, e na avaliação qualitativa não apresentou nenhuma anormalidade visível, entretanto, como trata-se de uma avaliação precoce, os resultados podem tornar-se diferentes nas futuras avaliações.

Os tratos silviculturais e as características do solo podem contribuir para redução da uniformidade em plantios clonais.

Além do clone PF042, os clones PF308, PF309 e PF109, também apresentaram resultados satisfatórios, com potencial energético para o estado de Sergipe. Os demais clones avaliados não apresentaram desenvolvimento inicial satisfatório em relação aos clones citados acima, sendo necessário a continuidade das avaliações anuais para concretização dos resultados.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A.C. *et al.* **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2009. 500p.
- AQUINO, P.S.R. **Crescimento inicial de eucalipto em função do espaçamento utilizando delineamento sistemático tipo “leque”**. Tese de doutorado em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 136p, 2017.
- ARAÚJO, M.J. de, *et al.* Número de repetições, de plantas por parcela e de avaliações para testes clonais de eucalipto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.50, n.10, p.923-931, 2015.
- ASSIS, T.F. *et al.* **Melhoramento Genético do Eucalipto In: Silvicultura do Eucalipto no Brasil**, 1 ed., cap 7, p.225- 247.Santa Maria: UFSM, 2015.
- ASSIS, T.F.; MAFIA, R. G. **Hibridação e Clonagem**. Editora UFV, Cap. 5, p.109-110. 2007.
- BERGER, R. *et al.* Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, v.12, p.75-87, 2002.
- BORGES R.Q. *et al.* **crescimento do eucalipto aos 2 anos de idade em função de doses de cobre em solo de cerrado**. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 1p. 2014.
- BRITO, J.O. *et al.* Análise da produção energética e de carvão vegetal de espécies de eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, v.23, p.53-56, 1983.
- BRONDANI, G.E. *et al.* **Propagação Vegetativa de *E. benthamii* x *E. dunnii* por Miniestaquia**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 42p. (Embrapa Florestas. Documentos, 183).
- CAMPELLO, F.B. *et al.* **Diagnóstico Florestal da Região Nordeste**. Projeto Desenvolvimento Florestal para o Nordeste do Brasil (Projeto IBAMA/PNUD/BRA/93/033), 16p. Brasília: IBAMA, 1999. (Boletim Técnico, n.2).

CASTANEDA, D.A.F.G., *et al.* Avaliação de crescimento de um plantio experimental com 3 clones de eucalipto (*Eucalyptus*) em Sergipe. **Revista Scientia Plena**, v.8 n. 4(b), 2013.

CASTRO, N.H.C. de. **Número de repetições e eficiência da seleção em progênies de meios irmãos de *Eucalyptus calmadulensis***. 1992. 121f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

COUTINHO, J.L.B. *et al.* Avaliação do comportamento de espécies de *Eucalyptus* spp. na zona da mata pernambucana. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.6, p771-775, 2001.

DRUMOND, M.A. *et al.* Comportamento silvicultural de espécies e procedências de *Eucalyptus* na região dos Tabuleiros Costeiros do estado de Sergipe. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.22, n.1, p137-142, 1998.

EMBRAPA FLORESTAS. **O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**, Brasília, 1163p, 2021.

EMBRAPA FLORESTAS. O eucalipto. **Transferência de tecnologia florestal**, Colombo, Paraná, 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço energético nacional (BEN) 2021**. Ano base 2020. 268p

FARIAS NETO, J. T. *et al.* Aplicação da seleção precoce em famílias de meio - irmãos de taxi-branco. **Acta Amazônica**, Manaus, v.33, n.1, p. 85-91. 2003.

FERREIRA, D.H.A.A. *et al.* Crescimento e produção de eucalipto na região do médio Paraíba do Sul, RJ. **Floresta e Ambiente**, ed.24, 2017.

FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, v.45, p.22-30, 1992.

FILHO, E.P & SANTOS, P.E.T. **Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas**. 2011. p10-42.

FINGER, C.A.G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. 1.Ed., Santa Maria: CEPEF, 1992.269p.

FONSECA, S.M. da. *et al.* **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2010. 200p.

FURLAN, R. A., **Seleção de Clones de Eucalipto para Tolerância a Seca no Nordeste do Brasil**. 2018. 99f. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp Campus de Botucatu, Botucatu-SP. 2018.

GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. IPEF, Piracicaba. 1989. 10p. (Circular Técnica 171).

GOMES, J.M. *et al.* Parâmetros Morfológicos na Avaliação da Qualidade de Mudanças de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GONÇALVES, P. de S. *et al.* Seleção antecipada para crescimento de genótipos de seringueira no noroeste paulista (SP). **Genética e Biologia Molecular**, v.21, p620-630, 1998.

HENRIQUES, E.P. **Seleção genética de progênies de irmãos completos obtidos entre espécies de *Eucalyptus* spp., visando produção de carvão**. 2016. 93p. Tese (Doutorado Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

HIGA, R.C.V. *et al.* **Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 31p. (Embrapa Florestas. Documentos, 54).

HIGASHI, E.N. *et al.* Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF**, 2000. 11p. (Circular Técnica IPEF, 192).

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório IBÁ 2020**. Ano-base 2019. 66p.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório IBÁ 2021**. Ano-base 2020. 93p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS)**, 2020. 8p.

JESUS, M.S. *et al.* Caracterização energética de diferentes espécies de *Eucalyptus*. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v.47, n.1, p.11-16, 2017.

KLIPPEL, V. H. *et al.* Impacto da deficiência hídrica no crescimento inicial de eucalipto. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. Garça, SP., v.23, n.1, 12p, 2014.

LEAL, F. de A. *et al.* Influência do espaçamento no diâmetro e altura de três clones de eucalipto. **Revista Univap**, v.22i40, 1p.

LEITE, H.G. *et al.* Modelo de afilamento de cerne de *Tectona grandis* Lf. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.39, n.89, p.53-59, 2011.

MASSARO, R.A.M. *et al.* Viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. **Ciência Florestal**, v.20, p.597-609, 2010.

MATOS, G.S.B de. *et al.* Desenvolvimento inicial e estado nutricional de clones de eucalipto no Nordeste do Pará. **Acta Amazônica**, v.42 n.4, 2012, p491-500.

NEVES, D. *et al.* Caracterização e previsão de produtos de pirólise de biomassa. **Progresso na Ciência da Energia e Combustão**, v.37, p.611-630, 2011.

PAULA, R.C. de. *et al.* Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.159-165, 2002.

PEREIRA, M.P.C.F. *et al.* Torrefação de cavacos de eucalipto para fins energéticos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.36, n.87, p. 269-275, 2016.

PINTO JÚNIOR, J.E. **Reml/Blup Para análise de múltiplos experimentos no melhoramento genético de *Eucalyptus grandis* W. Hill ExMaiden**. 2004. 113f. Tese (Pós-Graduação), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

PRADO, P.E.R. **Estratégias de análise de experimentos de testes clonais de *Eucalyptus* spp.** 2010. 48p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2010.

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

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

REIS, E.R. *et al.*, Período de permanência de mudas de *Eucalyptus grandis* em viveiro baseado em parâmetros morfológicos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.5, p.809-814, 2008.

RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, Colombo: Embrapa Florestas, 975p, 2002.

RESENDE, M.D.V. Melhoramento de essências florestais. IN: BORÉM A. (ed). Melhoramento de espécies cultivadas, Viçosa: UFV, p589-647, 1999.

SACRAMENTO, L. S. **Análise de sobrevivência e desenvolvimento do eucalipto na região da mata pernambucana**. 2019. 28p. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

SANTOS, A.C.A. *et al.* Influência da variabilidade edafoclimática no crescimento de clones de eucalipto no nordeste baiano. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v.37, n.91, p259-268, 2017.

SANTOS, A.F. dos, *et al.* Doenças do Eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2001. 20p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 45).

SANTOS, A.F.A. **Desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus* em duas regiões do estado de Mato Grosso**. 2015. 53f. Dissertação (Pós graduação em Ciências Florestais e Ambientais). Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá – MT. 2015.

SANTOS, C.P.S., *et al.* Estoque de energia da madeira em áreas sob manejo florestal no Rio Grande do Norte. **Revista Scientia Forestalis**, v.48, n.126, 2020.

SANTOS, G.A. dos; *et al.* Desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus grandis* em relação às árvores matrizes. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.737-747, 2006.

SEREGHETTI, G.C. **Qualidade do plantio manual e mecanizado para eucalipto e pinus**. 85f. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu, Botucatu-SP. 2016.

SILVA, J.A.A. da, *et al.* Produtividade volumétrica de clones de *Eucalyptus* spp. no polo gesseiro do Araripe, Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, vol.10, p.240-260, 2013.

SILVA, M.O. da. **Modelagem do crescimento em diâmetro e altura de árvores de eucalipto**. 2016. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.

SOARES, C.P.B. *et al.* Predição do crescimento em povoamentos clonais de eucalipto não desbastados utilizando matrizes de transição não estacionárias. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.5, p.831-840, 2009.

TRUGILHO P.F. *et al.* **Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna***. 1995. 35f. monografia (trabalho acadêmico em engenharia florestal). Universidade federal de Lavras, Lavras, 1995.

VENTURIN, N. *et al.* Histórico. In: VALE, A. B. *et al.* **Eucaliptocultura no Brasil: Silvicultura, manejo e ambiência**. Viçosa, MG: SIF, 2013. 551p.

VILAS BÔAS, O. *et al.* Crescimento comparativo de espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia* no município de Marília, SP. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo, v.21, n.1, p.63-72. 2009.