

MÁRCIO DE SOUZA REIS

**A INFLUÊNCIA DOS DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS NA PRODUTIVIDADE
DA MADEIRA DE EUCALIPTO NO EXTREMO SUL DA BAHIA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Gestão Florestal, curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal do Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Y. Nakajima

**CURITIBA - PR
2011**

Ao nosso Deus pela vida e pela inspiração e pela força divina que fez com que tudo se realizasse e que tivesse um final triunfante.

A minha esposa Giselle e meus queridos filhos, Júlia e Lucas, por ser a razão da minha vida e meus maiores incentivadores.

Aos meus pais, Valtair e Maria José (*in memoriam*), pelo amor incondicional, pela paciência, pela dedicação e por sempre acreditarem em mim.

Aos meus irmãos que sempre demonstraram apoio, amor e carinho mesmo alguns bem distantes, mas sempre demonstraram orgulho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Nelson Y. Nakajima, meu orientador que teve a paciência e dedicação a esse trabalho.

Ao Prof. Júlio Eduardo Arce que apresentou seu módulo de ensino com muita presteza e que a partir daí eu passei a gostar ainda mais dos modelos matemáticos.

Aos professores que contribuíram para o meu aperfeiçoamento como estudante e profissional.

Aos meus colegas de curso que contribuíram para o meu aprendizado.

Ao amigo Éldio que foi meu apoio durante o curso e que sempre deu motivação.

Aos colegas de empresa, a Maria Zélia e o Ricardo que contribuiu muito com informações úteis e sempre esteve disponível.

“Necessitamos sempre de ambicionar alguma coisa, que alcançada, não nos torna sem ambição.”

Carlos Drummond de Andrade

REIS, MÁRCIO DE SOUZA. **A INFLUÊNCIA DOS DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS NA PRODUTIVIDADE DA MADEIRA DE EUCALIPTO NO EXTREMO SUL DA BAHIA**. 2011. 30. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Gestão Florestal – Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias - PECCA, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, 2011.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo básico de estudar a influência dos distúrbios fisiológicos na produtividade das florestas de eucalipto mensurando as perdas de produção das áreas afetadas e comparando com as áreas não afetadas. Foi realizado um censo qualitativo e quantitativo em todos os projetos com idade superior a seis meses que totalizou uma área de aproximadamente 96.000 ha de florestas. O resultado do censo permitiu a estratificação em dois grupos distintos: o grupo das áreas com distúrbio e o grupo das áreas sem distúrbio. Outra estratificação realizada foi a separação dos materiais genéticos em Cesta 1, que são os materiais que não mais fazem parte do programa atual de melhoramento da empresa e Cesta 2, os materiais que fazem parte do programa atual. Foram separadas em classes de idade para identificar se as ocorrências de distúrbios aconteciam em alguma idade específica. As estimativas de produção volumétrica realizaram-se mediante o uso de modelos ajustados para as unidades de manejo presentes na área de estudo. As áreas estudadas foram os plantios de 2002 até 2009. Os principais resultados identificaram perdas de produtividade nas áreas afetadas pelos distúrbios e que a região sul foi a que apresentou os maiores índices de perdas de produção, com cerca de 20% para os clones da Cesta 1 e 9% para os clones da Cesta 2, sendo que em média, a produção total da área será 16% menor se mantidos os níveis atuais de perda.

Palavras-chave: distúrbios fisiológicos, inventário florestal contínuo, inventário pré-corte, produtividade, melhoramento genético.

REIS, MÁRCIO DE SOUZA. **THE INFLUENCE OF PHYSIOLOGICAL DISTURBANCE IN EUCALYPTUS WOOD PRODUCTIVITY IN THE EXTREME SOUTH OF BAHIA.** 2011. 30. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Gestão Florestal – Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias - PECCA, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, 2011.

ABSTRACT

This work was developed with the basic aim of studying the influence of physiological disturbance in productivity of Eucalyptus stand measuring production losses in affected areas and compared to the unaffected areas. A qualitative and quantitative census was carried out in all projects with six months age over that totaled an area of approximately 96,000 ha of forests. The result of the census allowed stratification into two distinct groups: the group of areas with disturbance and the group of areas without disturbance. Another performed stratification was separate the genetic material in two baskets, called Basket 1, which are materials that are not part of the current genetic improvement program of the company and Basket 2, which are the materials that are part of the current program. It was also separated into age classes to determine if the occurrence of disturbances took place in a specific age. Estimates of volumetric production were performed by using models adjusted for the management units present in the study area. The areas studied were the plantations from 2002 to 2009. The main results indicate loss of productivity for areas that was affected by disturbance, mainly in the southern region which showed the highest rates of production losses, with about 20% for clones Basket 1 and 9% for clones Basket 2, being that on average, the production of entire area was 16% lower in the case of current level of loss maintain.

Key-words: physiological disturbances, continuous forest inventory, inventory pre-cutting, productivity, genetic improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição geográfica da região de estudo - extremo sul da Bahia	17
Figura 2: Percentual de áreas afetadas por região.	22
Figura 3: Censo qualitativo.....	23
Figura 4: Perda de produtividade na Central B aos 4 anos.....	24
Figura 5: Produção de madeira na região Sul com distúrbio e sem distúrbio para Cesta 1.....	24
Figura 6: Produção de madeira Sul com distúrbio e sem distúrbio para Cesta 2.	25
Figura 7: Perda de produtividade na região Sul.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados do teste t de Student para região Central B por idade e Cesta de clones.....	23
Tabela 2 - Resultados para região Sul por idade e Cesta de clones.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BRACELPA	Associação Brasileira de Celulose e Papel
ABRAF	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
FAO	Food and Agriculture Organization
IFC	Inventário Florestal Contínuo
IPC	Inventário Pré-Corte
CAP	Circunferência a Altura do Peito
tcalculado	Total Calculado
ttabela	Total da Tabela
m ³ sc/ha	Metros Cúbico Sem Casca por Hectare

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1	HISTÓRICO	12
2.2	MATERIAL GENÉTICO	13
2.3	SÍTIO FLORESTAL.....	14
2.4	PRODUTIVIDADE.....	16
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1	LOCALIZAÇÃO	17
3.2	BASE DE DADOS.....	18
3.3	INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO E PRÉ-CORTE.....	18
3.4	CENSO QUALITATIVO DAS FLORESTAS	20
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5	CONCLUSÃO	27

1.INTRODUÇÃO

Distúrbios fisiológicos foi o nome dado para os plantios florestais que sofreram perda de suas características fenotípicas normais, caracterizada por uma interação complexa de quatro principais fatores: genéticos, nutricionais, climáticos e edáficos. As florestas com distúrbios fisiológicos apresentam um intenso desfolhamento, perda de dominância apical, seca de ponteiro, seca de folhas, rachaduras da casca na base do tronco, bifurcação ou superbrotamento do tronco, tortuosidade do tronco e até morte das árvores.

As perdas de produtividade em florestas plantadas de eucalipto no extremo sul da Bahia causadas por “Distúrbios Fisiológicos” vêm provocando aumento no custo da produção de celulose, o que motivou o presente estudo com o objetivo entender a influência dos “Distúrbios Fisiológicos” na produtividade da madeira dos plantios localizados no extremo sul da Bahia.

SOUZA (2002) frisa que o extremo sul da Bahia vem adotando a silvicultura como uma das principais atividades econômicas, com plantios de eucalipto destinados a produção de celulose. Várias empresas do ramo situadas nessa região expandiram suas áreas de plantio buscando um aumento na disponibilidade de matéria-prima.

De acordo com GOMES (1999), citado por FERREIRA (2001), o retorno econômico de um empreendimento depende da produção da madeira que é influenciada pelas condições da produtividade do local, pela distância do povoamento, pelo preço da madeira, custo da terra, taxa de juros desejada para remunerar o capital investido na floresta, custos de implantação e manutenção do povoamento e custos de colheita, além de outros aspectos operacionais e econômicos.

Desde maio de 2007 quando os primeiros sintomas de “Distúrbios Fisiológicos” apareceram no extremo sul da Bahia, este vem intrigando vários especialistas e manejadores de florestas que não conseguem identificar suas causas. Desde então, vários experimentos foram montados no intuito de entender o que vem causando tamanho problema e estudando maneiras de minimizar os seus impactos nas florestas.

Várias hipóteses foram levantadas para justificar a ocorrência de “distúrbios fisiológicos” nas florestas de eucaliptos no extremo sul da Bahia, dentre as principais foram destacadas possíveis problemas com preparo de solo (subsolagem),

deficiência nutricional, e principalmente, por eventos climáticos (alternância entre períodos de estiagens e excesso hídrico), entre outros.

É consenso entre os pesquisadores ligados ao setor florestal que entender as causas, e conseguir quantificar e prognosticar com confiabilidade, o estoque de uma determinada floresta, indicará para o administrador uma condição favorável para a definição da utilização dos bens oriundos dessa floresta, além de fornecer informações que subsidiarão na tomada de decisões.

A perda de produtividade e, conseqüentemente, o aumento no custo da produção de madeira faz com que a empresa necessite de maior área plantada para abastecer a sua fábrica de celulose, além de maiores gastos com tratamentos silviculturais, colheita, entre outros.

Os objetivos específicos desse trabalho foram:

- Realizar um censo qualitativo de todas as fazendas de eucalipto da Veracel Celulose S.A;
- Mensurar as perdas de produtividade nas áreas afetadas;
- Comparar a produtividade nas áreas com “distúrbios” e sem “distúrbios”;
- Identificar os locais (sítios) onde ocorreram as maiores perdas;
- Sugerir materiais genéticos adaptados e tolerantes a esse problema.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O eucalipto, espécie arbórea da família das *Mirtaceas*, foi introduzido no Brasil a partir de 1904, porém, seu “boom” ocorreu a partir de 1965 com o advento da lei dos incentivos fiscais. Hoje o Brasil ocupa uma posição de destaque no cenário mundial, que o faz entrar na lista dos principais países produtores de madeira oriunda de florestas plantadas com eucalipto. De acordo com ABRAF (2011) a área reflorestada com eucalipto, perfaz um total aproximado de quatro milhões, setecentos e cinquenta mil hectares plantados até 2010, o que representa uma expansão de 5,3 % da área plantada em relação ao ano anterior.

Porém, para se chegar ao estágio atual, o setor florestal brasileiro enfrentou muitas dificuldades. SILVA et al. (2002) citam como principais dificuldades, os problemas operacionais: insuficiência de trabalhos científicos, planejamento inadequado, técnicas inadequadas, falhas na política, legislação e fiscalização, porém, essas situações foram contornadas posteriormente com novas políticas e avanços tecnológicos.

Entretanto, o Brasil não é um dos maiores produtores de florestas plantadas do mundo, mas tem um excelente potencial de crescimento. A FAO – Food and Agriculture Organization, órgão das Nações Unidas, recomenda o plantio de florestas para fins comerciais como forma de preservar as florestas naturais do planeta. (FOELKEL, 2007, p. 16).

1.1 HISTÓRICO

O Brasil possui as maiores produtividades em madeira de eucalipto, além de possuir rotações de florestas menores que países como a África do Sul e Portugal. Enquanto o ciclo aqui é em torno de sete anos, nesses países, os ciclos giram em torno de 8-10 e 12-15 anos, respectivamente (BRACELPA, 2007).

Segundo ALFENAS (2004), a cultura do eucalipto no Brasil é baseada, principalmente, em florestas clonais advindas de materiais-elite e de elevada produtividade média, podendo chegar a um incremento entre 45-60 m³/ha/ano.

As elevadas produtividades no Brasil são graças às características do nosso ambiente que é propício para a cultura do eucalipto. Existem diversos sítios que comprovam que a produtividade pode ser maximizada através de boas práticas silviculturais, nutrição e melhoramento genético.

O melhoramento genético vem contribuindo para o aumento expressivo de produtividade. A seleção de materiais superiores com características tecnológicas específicas para a produção de celulose é uma saída para as empresas que conseguem ótimos rendimentos de polpa. Porém, algumas questões merecem atenção, pois, alguns problemas levantados como perda de variabilidade genética, extensas áreas de plantio e mudanças climáticas podem ameaçar os maciços florestais.

ALFENAS E ZAUZA (2007) mencionam que além das anormalidades genéticas e ontogenéticas, assim como as condições adversas do ambiente induzem desvio nas funções fisiológicas normais da planta. Segundo esses mesmos autores, as doenças provocadas pelas condições abióticas, geralmente resultam de práticas inadequadas de manejo da cultura ou intempéries do ambiente. Dentre os principais intempéries incluem-se temperaturas extremas (calor e geada), déficit hídrico (seca) ou excesso de água no solo e subsolo, desequilíbrio nutricional e luminosidade inadequada.

Em virtude desses “distúrbios”, a busca por soluções são necessárias para as empresas que sofrem com a perda de produtividade de suas florestas. Enquanto são estudadas as causas que provocam esses problemas, com o objetivo de resolver de vez essa questão, alternativas são elencadas como a identificação de sítios onde não foram encontrados os problemas de distúrbios, e principalmente dos materiais genéticos com bom desempenho, utilizados nesses diferentes sítios.

1.2 MATERIAL GENÉTICO

A necessidade de se obter florestas cada vez mais produtivas, com madeira de alta densidade, baixos teores de extrativos e outras características que se correlacionam positivamente com a qualidade do produto final, têm levado as empresas do setor florestal brasileiro a investirem cada vez mais em programas de melhoramento genético. ODA et al. (2007) enfatiza que os programas de melhoramento têm visado características como volume da madeira, forma do tronco, resistências a doenças, entre outras; porém, algumas características do aspecto reprodutivo não são consideradas na seleção.

As técnicas usadas pelo melhoramento permitem que materiais genéticos (clones) sejam produzidos para atender essa série de características qualitativas e

quantitativas, mas é sabido que, por outro lado, ocorre uma diminuição da variabilidade genética e os indivíduos clonais por possuírem o mesmo material genético, elevam o risco de ocorrência de pragas, doenças (bióticas e abióticas) que pode provocar a perda de produtividade ou até mesmo a sua dizimação.

Desde a introdução da cultura do eucalipto no Brasil grande avanço vem ocorrendo principalmente na produção, como a diminuição dos gastos silviculturais e aumento significativo da produtividade de madeira.

Conforme STAPE (1998), as empresas florestais bem estruturadas sabem que não podem visar apenas o aumento da produtividade florestal e que a falta de cuidado com os ecossistemas, com certeza, resultará na perda de produtividade com fortes consequências econômicas e sociais. Diante disso, foi criado um programa de monitoramento, permitindo acompanhar os diferentes impactos que as florestas plantadas causam ao meio ambiente, sendo o ecossistema natural a referência dos parâmetros indicadores.

GONÇALVES e STAPE (2002) defendem que para conseguir uma silvicultura sustentável, é preciso praticar um manejo florestal sustentável, aliando tecnologias com políticas de gestão, interagindo os princípios sociais, econômicos e ambientais para manter ou elevar a produção, protegendo os recursos naturais e ser socialmente aceitável.

De acordo com GONÇALVES (1982), citado por MIGUEL (2009) nenhuma estratégia de melhoramento é adequada para todas as situações. Para escolher a melhor estratégia tem que se levar em conta uma série de fatores, entre os quais, o tamanho do empreendimento, os recursos disponíveis, os objetivos do programa, os aspectos biológicos da espécie, as características do ambiente, etc. Para ASSIS (1997), um bom programa de melhoramento deve permitir a manutenção da variabilidade ao longo prazo, sacrificando o mínimo de resultados de curto prazo.

1.3 SÍTIO FLORESTAL

CAMPOS e LEITE (2006) enfatizaram que o crescimento e a produção de uma floresta dependem da idade, da capacidade produtiva, do grau de utilização desse potencial, além, dos tratos que a floresta receberá. A capacidade produtiva, no caso o eucalipto, é o máximo de produção de madeira em um determinado local (sítio) para um determinado material genético, ou clone.

De acordo CLUTTER et al. (1983), citado por BRANCO (1997), a qualidade de sitio pode ser definida como o potencial de produção de madeira de um sitio para uma espécie particular ou tipo florestal. Para FORD-ROBERTESON (1971) o termo sitio recebe uma conotação de localização geográfica e envolve a totalidade de condições ambientais (biótico, edáfico e climático) existente num local particular.

COILE (1952), citado por BRUM (1979) define “sitio” como uma área que apresenta combinações características de fatores de solo, topografia, climáticas e biológicas. Refere-se também a capacidade produtiva desta área como a qualidade de sitio e a expressa através de um índice de sitio através da relação altura em função da idade.

BARNES e RALSTON (1955), citados por MENEGOL (1991) e BRANCO (1997), mencionam que na floresta a capacidade de um sitio para produzir madeira é expressa em termos da média das alturas das árvores dominantes produzidas na área em um espaço de tempo.

Segundo BRUM (1979), a qualidade do sitio tem sido analisada através de fatores do ambiente, que por sua vez, tem estreita relação com o crescimento, ou então, medindo esse crescimento como resultado das condições ambientais. Para SPURR (1952), citado por MIGUEL (2009) a qualidade do sitio é a soma total dos fatores edáficos, biológicos e climáticos que afetam as plantas, em que o sitio não é um fator, nem todos os fatores, mas a soma dos fatores efetivos entre os quais um ou mais fatores são dominantes.

Segundo SANQUETTA (1996), citado por TONINI (2000), um modelo é a representação física ou abstrata da forma ou função de entidades ou objetos reais. No entanto, os modelos apresentam limitações por não serem o próprio objeto ou a entidade, mas uma simplificação ou representação, não sendo, portanto, perfeitos, podendo ser apenas uma representação bem feita ou não da realidade.

AVERY e BURKHART (1994) citado por TONINI (2000) mencionam que o índice de sitio não é uma constante, podendo mudar periodicamente em consequência de variações ambientais e climáticas. O seu valor para uma determinada espécie não pode ser usada para diferentes espécies no mesmo sitio. Apesar de certas limitações ou divergências, CAMPOS e LEITE (2006) defendem que a classificação da qualidade do local é um método prático e consistente de avaliação e que os fatores ambientais são refletidos no crescimento das árvores, conseqüentemente, refletindo no volume de madeira.

1.4 PRODUTIVIDADE

MAESTRI (2003) estudando a influência das variáveis ambientais no incremento anual em altura dominante em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, no extremo sul da Bahia, concluiu que a 'disponibilidade de água' afeta significativamente o crescimento e o índice de sitio desses povoamentos. STAPE (2002) concluiu que o aporte hídrico foi o principal elemento controlador da produtividade do eucalipto (clones híbridos de *E. grandis* e *E. urophylla*) e do uso de recursos naturais, assim como, em períodos de déficit hídrico, a produção de madeira é significativamente afetada.

VOSE e SWANK (1994) destacam que a relação entre a disponibilidade hídrica e a produtividade florestal é concernente aos efeitos diretos e indiretos da deficiência de água no crescimento das árvores, destacando a diminuição da taxa fotossintética, em razão do aumento na resistência estomática.

Em condições naturais, as plantas estão frequentemente expostas ao estresse ambiental. Segundo TAIZ e ZEIGER (2004), o "estresse" é definido como um fator externo, que exerce uma influência desvantajosa sobre a planta. A aptidão da planta para enfrentar um ambiente desfavorável, fará com que aumente a sua sobrevivência, o crescimento, conseqüentemente, a sua produção.

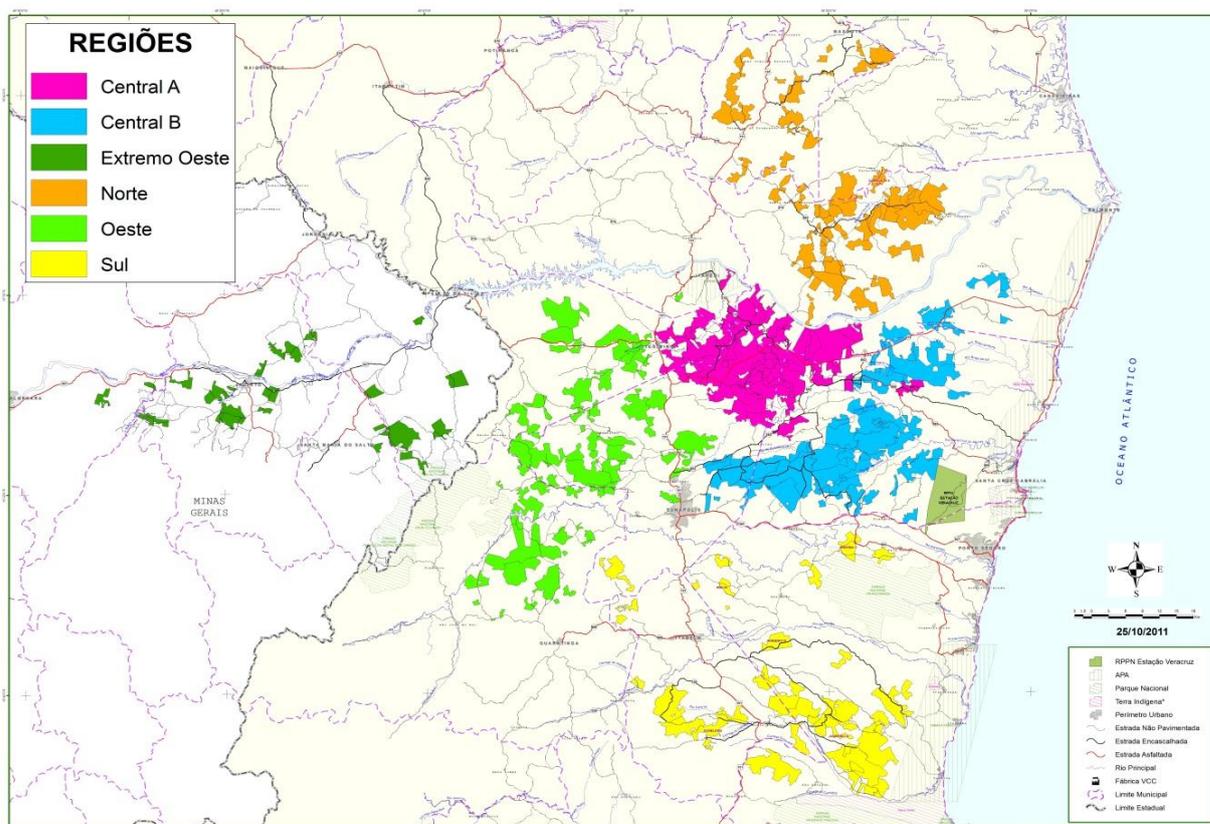
A disponibilidade hídrica dos solos é influenciada pelas condições térmicas e pela distribuição espaço temporais das precipitações. THORNTHWAITE e MATHER (1955) citado por STAPE (2002) desenvolveu um balanço hídrico, usado por MAESTRI (2003), em que a taxa de evapotranspiração está relacionada diretamente à temperatura. O balanço hídrico pode ser entendido como a contabilização dos ganhos e perdas de água, em determinado volume de solo. Os ganhos são constituídos, basicamente pela precipitação pluvial; enquanto as perdas são provenientes de evapotranspiração, percolação profunda e escoamento superficial de saída. O volume de solo é definido pela profundidade do sistema radicular, onde se observa a absorção de água pela raiz.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo está localizada no extremo sul do estado da Bahia, compreendendo uma área de plantio de aproximadamente 96.000ha de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.

Figura 1: Distribuição geográfica da região de estudo - extremo sul da Bahia



Fonte: Geoprocessamento VCC, 2011.

A precipitação média anual na região é de 1.200 mm, com extremos de 1.600 mm junto ao litoral e de 900 mm no setor noroeste da área de plantio. A temperatura média é de 24°C, com pequena amplitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é classificado em dois tipos (Cavedon & Shinzato, 2000):

- a) Tropical Equatorial (Af): chuvoso, quente e úmido, característico do litoral, envolvendo uma faixa de, aproximadamente, 50 km de largura, com precipitações elevadas, variáveis entre 900 a 2.000 mm anuais e temperatura média de 23,8°C;
- b) Tropical de Monção (Am): formando uma estreita faixa paralela à anterior,

também quente e úmida, mas com precipitações inferiores ao Af, porém, compensadas pela elevada média anual.

Na área do empreendimento florestal são identificados dois compartimentos regionais de relevo: Planalto Costeiro e Planalto Pré-Litorâneo. O Planalto Costeiro está associado a relevo de topos tabulares do Grupo Barreiras; o Planalto Pré-Litorâneo está associado a relevos de topos planos com serras e maciços montanhosos (Cavedon & Shinzato, 2000).

São predominantes os solos da classe Argissolos Amarelos, apresentando horizonte B textural com muitas derivações nas classes texturais, desde arenosos a muito argilosos, com ocorrência freqüente de camada adensada em subsuperfície, com alto grau de coesão (Cavedon & Shinzato, 2000).

2.2 BASE DE DADOS

A base de dados para o estudo foi composta por dados dendrométricos provenientes do Inventário Florestal Contínuo e Inventário Florestal Pré-corte. O período estudado compreendeu os anos de 2002 a 2009.

Para o estudo foram selecionados todos os projetos e talhões pertencentes a uma sub-região, implantados com espaçamento de 12m² por planta (5,00 x 2,40 m ou 4,00 x 3,00 m), conferindo aproximadamente 833 árvores por hectare.

2.3 INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO E PRÉ-CORTE

O Inventário florestal contínuo inicia-se aos dois anos de idade, quando são alocadas parcelas permanentes com 22 plantas, conferindo uma área de cerca de 264 m². As parcelas são remedidas anualmente até o ano de corte e a intensidade amostral é de, aproximadamente, uma parcela a cada 15 ha.

Nas parcelas medem-se: a circunferência à altura do peito (CAP – tomada a 1,30m do solo), de todas as árvores; a altura total das cinco primeiras árvores e a altura total das árvores dominantes que foram selecionadas com base no conceito de Assmann (1970), correspondentes às três árvores mais grossas da parcela.

Administrativamente, os plantios se dividem em projetos e talhões. É com base nessas divisões que os dados são estratificados para o processamento do inventário. Projetos são áreas contíguas plantadas em um mesmo ano. Eles são

subdivididos em talhões, que são as menores unidades nas quais se aplica um único manejo (clone, espaçamento, preparo do solo, adubação, etc.). O tamanho dessas unidades é, basicamente, em função de uma melhor operacionalização da colheita.

O inventário Pré Corte é realizado em todo talhão onde ocorrerá a atividade de corte, utilizando a amostragem sistemática com intensidade de uma parcela a cada 3 hectares. O tamanho das parcelas e metodologia de alocação e medição são as mesmas do inventário florestal contínuo.

Para a estimativa das alturas totais foi utilizada a relação hipsométrica descrita abaixo, proposta por Campos et al. (1984). Para cada projeto, foi utilizada uma equação especificamente ajustada.

$$HTest = \exp \left[\beta_0 + \frac{\beta_1}{DAP} + \beta_2 \cdot \ln(Hdom) \right],$$

em que

HTest – altura total estimada

DAP – diâmetro à altura do peito, tomado a 1,30 m do solo

Hdom – altura dominante

Ln - logaritmo neperiano

β_{is} - parâmetros estimados

ε – Erro

Já para estimativa de volume, foi utilizado o modelo abaixo, proposto por Leite et al. (1995). Equações específicas foram ajustadas para cada combinação de projeto e idade.

$$V_i = \beta_0 DAP^{\beta_1} HT^{\beta_2} \exp^{\frac{tx}{DAP}} \left[1 - \left(\frac{di}{DAP} \right)^{1+\beta_3 \cdot di} \right],$$

V_i – volume estimado para a *iésima* árvore

DAP – diâmetro à altura do peito, tomado a 1,30 m do solo

HT - altura total

di – diâmetro comercial

tx – variável binária (0 para volume com casca e 1 para volume sem casca)

e = base dos logaritmos neperianos

β_{is} - parâmetros estimados

ε – Erro

Para este estudo, foram utilizados dados de 860 parcelas permanentes, medidas anualmente. O número total de medições foi 3.938, sendo, no mínimo duas e, no máximo, 8 medições por parcela. Em média, cada parcela foi medida 4,6 vezes.

2.4 CENSO QUALITATIVO DAS FLORESTAS

Foi realizado um censo qualitativo de todos os talhões em todos os projetos, utilizando um manual contendo todas as características que compreendiam como distúrbios fisiológicos. Esse levantamento ocorreu entre os meses de abril e maio de 2010, onde foram levantados aproximadamente 96.000 ha de florestas. Os dados para análise foram agrupados em clones, cesta de clones (cesta 1 e 2) e região. Com o censo realizado foi possível criar dois grupos distintos para análise dos dados e que através dos dados de inventário foi possível identificar os volumes de madeira nos talhões com distúrbios e sem distúrbios. Após o agrupamento dos dados do censo e do inventário foi realizada as análises estatísticas, sendo que os grupos de áreas inferiores a 100 hectares foram descartados, por considerar que essa área era muito pequena e poderia não ser representativa.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente as medições e informações de inventário foram separadas de acordo com o censo qualitativo das florestas em áreas com distúrbio e áreas sem distúrbio, e agrupados em cesta de clones e regiões.

Após esta separação, a variável de produção (m^3sc/ha) foi utilizada no teste t de Student (tamanhos diferentes e variâncias iguais) para verificar se os resultados apresentavam diferença estatisticamente relevantes, onde:

H_0 = Não existe diferença significativa entre os volumes dos talhões

classificados como com e sem distúrbio.

H1=Alternativa a H0

Este teste só deve ser usado quando se pode assumir que as duas distribuições possuem a mesma variância.

A estatística t é calculada conforme a fórmula:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{x_1x_2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

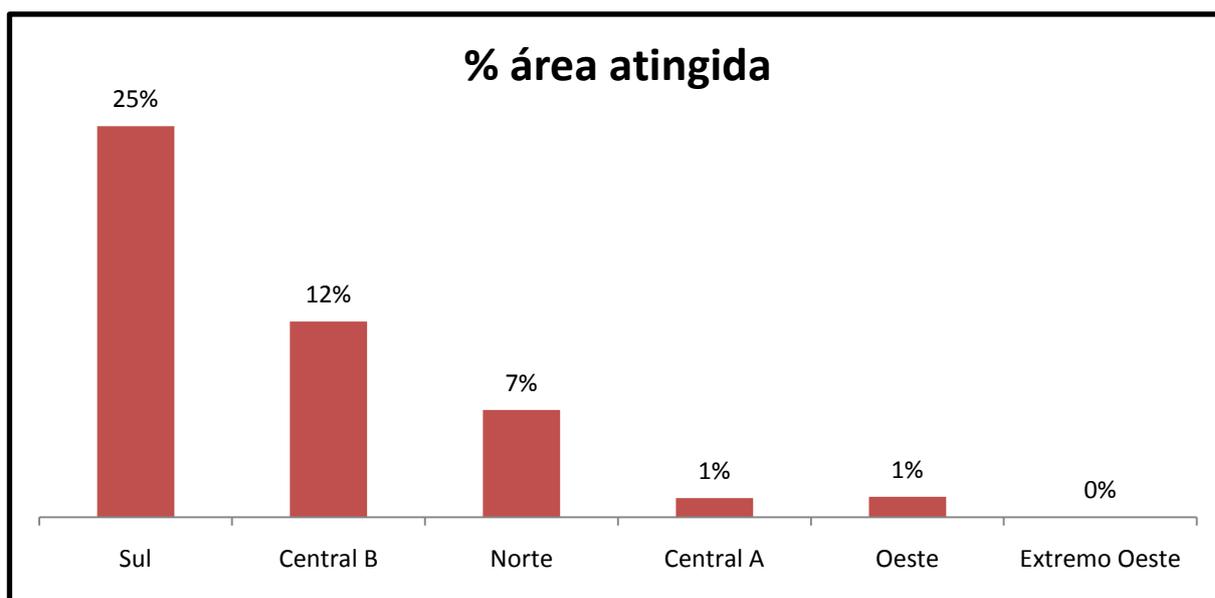
Onde,

$$S_{x_1x_2} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_{x_1}^2 + (n_2 - 1)S_{x_2}^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o censo qualitativo todas as regiões, exceto a região Extremo Oeste, foram afetadas pelos distúrbios fisiológicos. A região Sul foi a mais afetada com 25% da área, seguida da região Central-B, 12%; Norte, 7%; Central-A e Oeste apenas 1%.

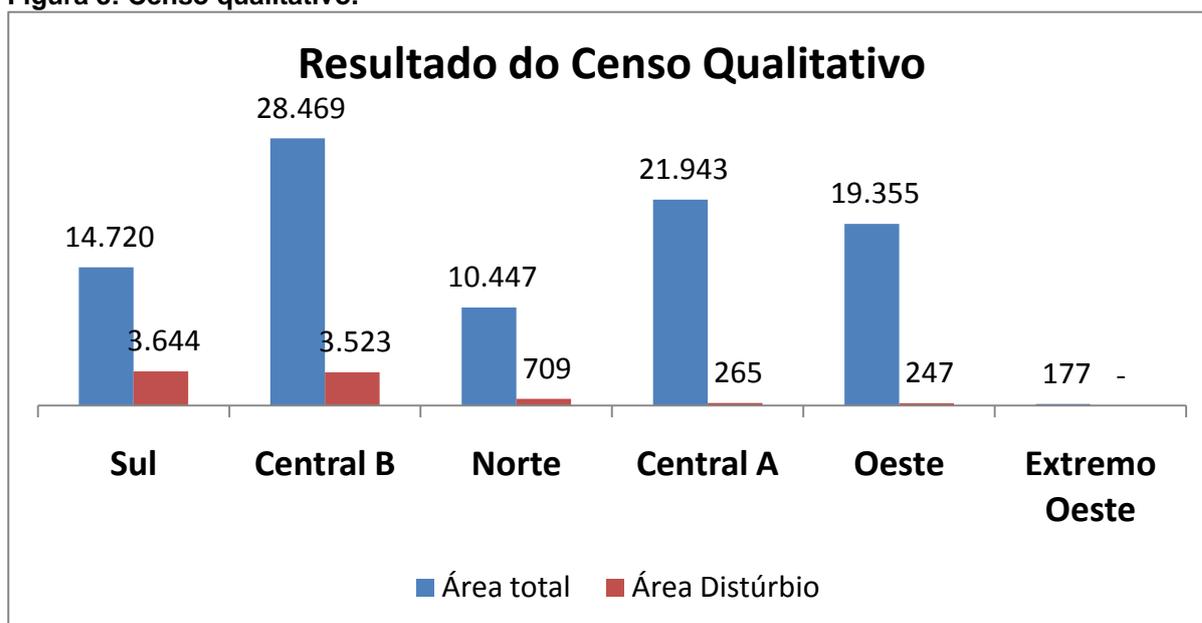
Figura 2: Percentual de áreas afetadas por região.



Fonte: Dados de pesquisa, 2011.

As áreas de cada região mostrou que todas apresentaram exposição ao risco de sofrer com os distúrbios fisiológicos. A região Central-B é a maior região em termos de área e mesmo assim apresentou uma área com distúrbio inferior a região Sul. A região do extremo Oeste é uma região nova, com apenas um ciclo incompleto de plantio, possui apenas 277 ha de área plantada, talvez por isso, não foi identificado nenhum sintoma de distúrbio. A região Central-A possui a segunda maior área plantada, 21.943 hectares, e mesmo assim, apresentou apenas 265 hectares de florestas afetadas com os distúrbios. A região Oeste apresentou um mesmo padrão de sintomas que a região Central-A, sendo que as áreas afetadas das duas regiões apresentaram o mesmo índice de sintomas, ou seja, 1% da área plantada.

Figura 3: Censo qualitativo.



Fonte: Dados de pesquisa, 2011.

De acordo com as áreas de incidência dos distúrbios fisiológicos, foi possível realizar o teste t de Student para as regiões Sul e Central B, onde existe informação suficiente para a análise estatística, separando as informações dos projetos com incidência de distúrbio.

Tabela 1: Resultados do teste t de Student para região Central B por idade e Cesta de clones.

IDADE	Cesta	Distúrbio	Volume (m ³ sc)	Perda Prod.	tcalculado	ttabela
3	1	N	103,9	-23%	1,53	1,99
		S	79,5			
	2	N	118,4	-17%	1,07	1,98
		S	98,1			
4	1	N	167,9	-14%	2,65*	1,99
		S	144,3			
	2	N	168,0	-29%	2,50*	1,99
		S	119,3			
5	1	N	194,9	-4%		
		S	187,3			
6	1	N	277,2	-36%	4,81*	2,23
		S	176,9			

Fonte: Dados de pesquisa, 2011.

*significativo ao nível de 5 % de probabilidade

O teste t de Student revelou que para a variável em estudo (produção) há diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para a Idade de 4 anos

(plantio 2006) nas Cestas 1 e 2; e para a idade de 6 anos na Cesta 1. Como a representatividade das informações de 4 anos da Cesta 2 e de 6 anos são restritas, possuem menos de 100 hectares, não foram considerados na conclusão sobre o distúrbio.

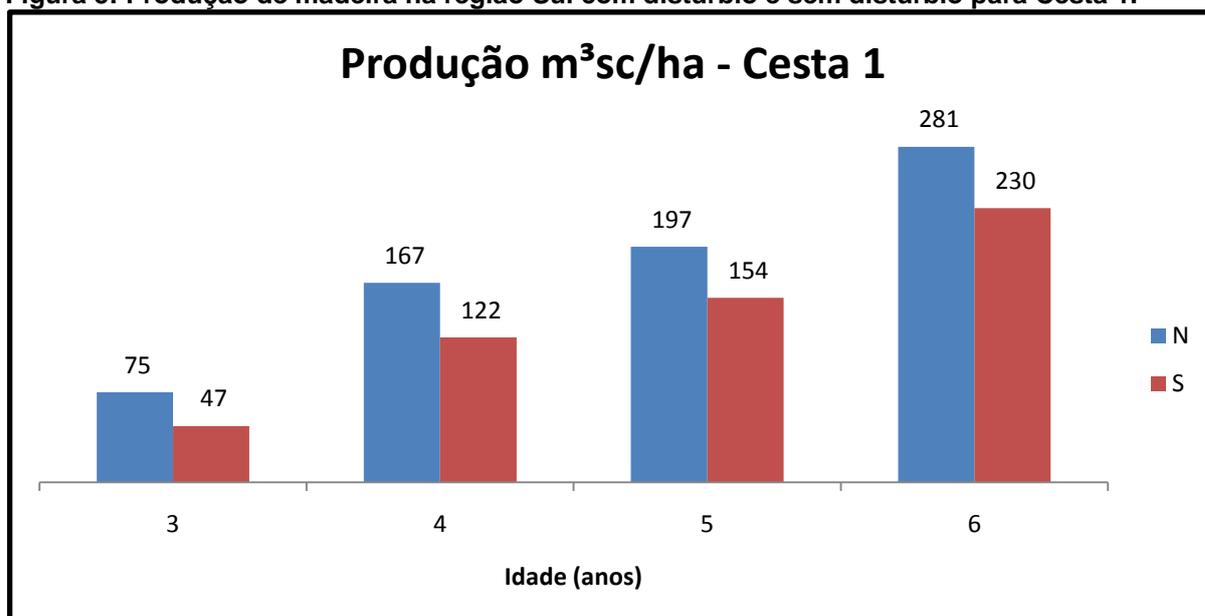
Figura 4: Perda de produtividade na Central B aos 4 anos.

Produção m ³ sc	Distúrbio	Área (ha)	Perda %
168,0	Não	821	14%
144,0	Sim	215	

Fonte: Dados de pesquisa, 2011.

Na região Sul houve diferenças de produção nas classes de idade de 3 a 6, tanto para os clones da Cesta 1 como para os clones da Cesta 2.

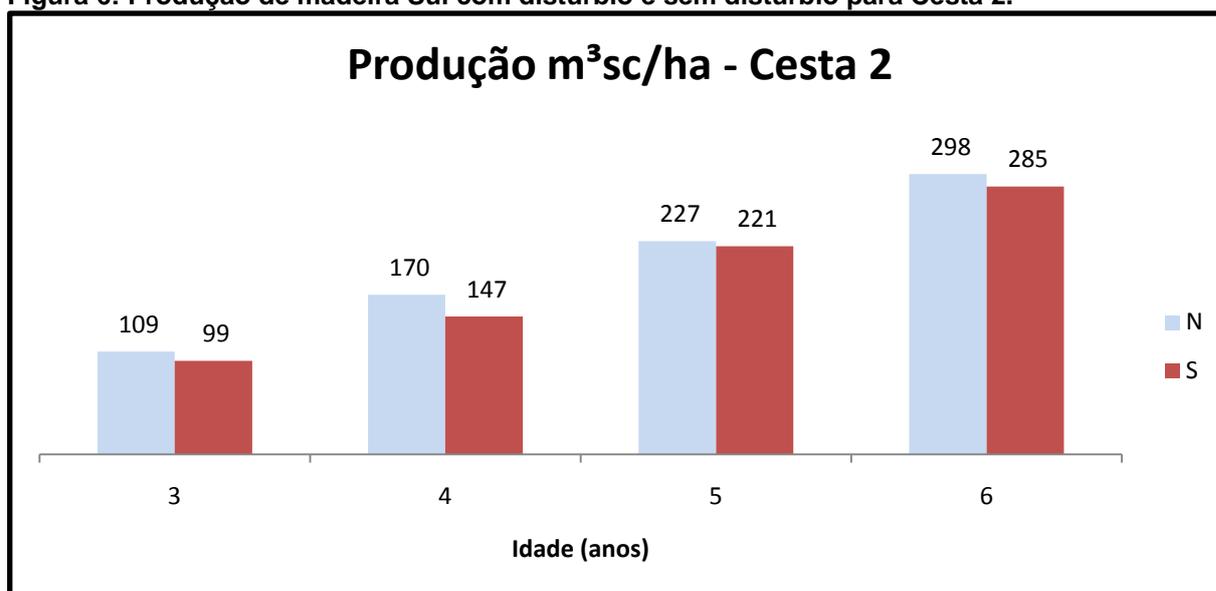
Figura 5: Produção de madeira na região Sul com distúrbio e sem distúrbio para Cesta 1.



Fonte: Dados de pesquisa, 2011.

Os resultados mostraram também que, os clones da Cesta 2 são mais produtivos que os clones da Cesta 1 em todas as idades com e sem distúrbio, evidenciando o potencial de produtividade dos materiais genéticos novos da empresa.

Figura 6: Produção de madeira Sul com distúrbio e sem distúrbio para Cesta 2.



Fonte: Dados de pesquisa, 2011.

Os dados volumétricos mostraram para a região Sul, que os clones da Cesta 2 são mais tolerantes aos distúrbios do que os clones da Cesta 1, mostrando que a empresa está correta em manter os clones da Cesta 2 e substituir os clones da Cesta 1.

Tabela 2: Resultados para região Sul por idade e Cesta de clones.

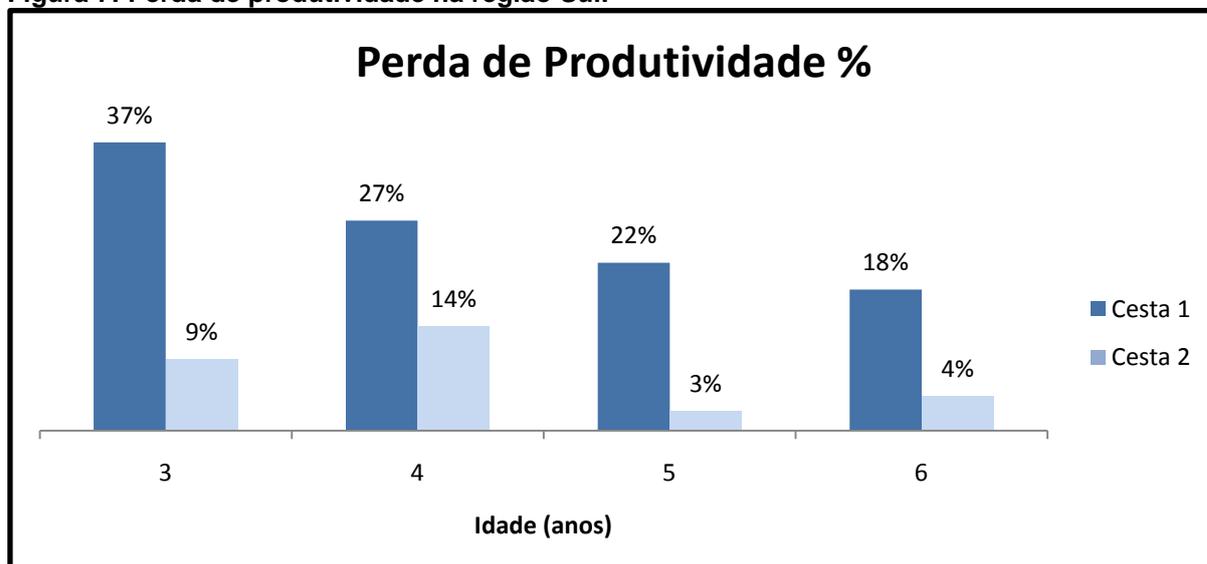
IDADE	Cesta	Distúrbio	Volume (m ³ sc)	Perda Prod.	tcalculado	ttabela
3	1	N	75,5	-37%	4,95*	2,01
		S	47,3			
	2	N	109,4	-9%	2,03*	1,98
		S	98,2			
4	1	N	167,1	-27%	3,12*	2,02
		S	121,5			
	2	N	169,7	-14%	2,49*	2,01
		S	146,7			
5	1	N	197,4	-22%	3,75*	2,01
		S	154,4			
	2	N	226,8	-3%	0,29	2,05
		S	221,1			
6	1	N	281,1	-18%	4,09*	1,98
		S	229,6			
	2	N	298,1	-4%	0,44	2,05
		S	284,9			
7	1	N	313,0	0%	0,08	1,98
		S	312,4			
	2	N	341,8	14%	-1,57	2,18
		S	389,8			

Fonte: Dados de pesquisa, 2011.

*significativo ao nível de 5 % de probabilidade

O teste t de Student revelou que para a variável estudada (produção), há diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para a cesta 1 nas idades de 3 a 6 anos, enquanto que para cesta 2, as idades de 3 e 4 anos.

Figura 7: Perda de produtividade na região Sul.



Fonte: Dados de pesquisa, 2011.

As maiores perdas de produtividade que ocorreram na região Sul para os clones da Cesta 1 foram aos 3 anos com 37% e para os clones da Cesta 2, as maiores perdas ocorreram nos plantios de 4 anos com 14%.

Já as menores perdas de produtividade que ocorreram na região Sul para os clones da Cesta 1 foi ao 6 anos de idade, com 18%; enquanto que para os clones da Cesta 2, as maiores perdas ocorreram nos plantios de 5 anos com 3%.

4 CONCLUSÃO

Para a região em estudo, os distúrbios fisiológicos provocam perdas significativas na produtividade de madeira em florestas de eucalipto. Essa perda é diferente entre as sub-regiões, sendo que na região Sul ocorreu o maior índice de áreas afetadas e perdas de produtividade.

Através do censo foi possível identificar que os clones da Cesta 2 são mais tolerantes aos distúrbios do que os da Cesta 1. Os dados de inventário mostraram que os clones da Cesta 1 perde mais em produtividade do que os clones da Cesta 2.

Em relação à produção de madeira foi possível identificar que, não houve diferença de perdas significativas para as regiões Norte, Oeste, Central A e B.

Na região sul há perda média de 20% na produtividade dos clones da Cesta 1 e 9% nos clones da Cesta 2. Em média, a produção total da região será 16% menor, se mantidos os níveis atuais de perda.

REFERÊNCIAS

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF**: ano base 2010. Brasília-DF, 2011, 22-23 p.

ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V. **Doenças na cultura do eucalipto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 13p.

BRANCO, R. **A utilização da programação linear na simulação de regimes de manejo em função da produtividade e localização dos povoamentos florestais**. 1997. 143f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1979.

BRUM, E. T. **Relações entre altura dominante e fatores do sitio, em povoamentos de *Pinus elliottii* Engelm. na região de Ponte Alta do Norte, SC**. 1979. 143f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1979.

CAMPOS, J. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal**. 2ª Edição. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 213p.

FERREIRA, T. C. **Análise econômica de plantios de eucaliptos para a produção de celulose**. 2001. 143f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

FOELKEL, C. As plantações de florestas no Brasil, In: BORÉM, A. **Biotechnologia florestal**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 17p. p.13-24.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 2002

MAESTRI, R. **Modelo de crescimento e produção para povoamentos clonais de *Eucalyptus grandis* considerando variáveis ambientais**. 2003. 143f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba,

2003.

MIGUEL, E. P. **Avaliação biométrica e prognose da produção de *Eucalyptus urophylla* (S.T. Blake) na região norte do estado de Goiás.** 2009. 143f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

ODA, S.; MELLO, E.J.; SILVA, J.F. SOUZA I. G. Melhoramento florestal, In: BORÉM, A. **Biotecnologia florestal.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 125p. p.123-43.

POGGIANE, F.; STAPE, J.L.; GONÇALVES, J. L. M. **Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais.** Série técnica IPEF, 1998 v. 2, n.31, p.33-44,

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 94p.

SOUZA, A. J. Preparo de solos coesos para cultura do eucalipto no extremo sul da Bahia, In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 2002. 299p. p.297-311.

STAPE, J.L. **Production ecology of clonal *Eucalyptus* plantation northeastern Brazil.** 2002.225f. Tese (Pós Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade do Colorado, Fort Collins, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3ª edição. University of California. Santa Cruz. Editora Artmed, 2004. p.613-14.

TONINI, H. **Crescimento em altura de *Pinus elliottii* engelm., em três unidades de mapeamento de solo, nas regiões do sudeste e litoral, no estado do Rio Grande do Sul.** 2000. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria (RS), Santa Maria, 2000.

VOSE, J. M.; SWANK, W.T. **Effect of long-term drought on the hydrology and growth of a white pine plantation in the southern Appalachians.** Forest Ecology and Management, Amsterdã, n.64, p.25-39, 1994.