



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO DAS TERRAS**

**PARA PLANTIOS DE EUCALIPTO**

**HELENA SARAIVA KOENOW PINHEIRO**

**ORIENTADORA: LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS**

SEROPÉDICA-RJ

Dezembro, 2008



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO DAS TERRAS  
PARA PLANTIOS DE EUCALIPTO**

Monografia apresentada ao Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Orientadora: Professora Lúcia Helena Cunha dos Anjos

**HELENA SARAIVA KOENOW PINHEIRO**

SEROPÉDICA -RJ

Dezembro/2008

**ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO DAS TERRAS  
PARA PLANTIOS DE EUCALIPTO**

HELENA SARAIVA KOENOW PINHEIRO

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Lúcia Helena Cunha dos Anjos  
IA/DS - UFRRJ  
Orientadora

---

Prof. Carlos Alberto Moraes Passos  
IF/DS – UFRRJ  
Membro Titular

---

Prof. Tokitika Morokawa  
IF/DS – UFRRJ  
Membro Titular

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho eu devo à:

Meus ancestrais e minha família, que são em parte responsáveis por guiarem meu caminho;

Aos meus amigos de longas e curtas datas, de longe e de perto, pelo apoio e sinceridade em todos os momentos;

A professora Lúcia Helena C. Anjos, que correspondeu desde o primeiro instante às minhas iniciativas;

Ao mestre Tokitika Morokawa, por passar conhecimentos que vão além da sala de aula;

Aos professores Marcos Gervasio, Márcio e Carlos Alberto, por contribuírem de diferentes formas para minha formação profissional;

Ao professor Luiz Freire, por ter aberto muitos caminhos através da sua paciência e sabedoria.

Como não poderia esquecer, agradeço a Rural, por acolher todos esses sonhos e ao101, minha casa, família e caverna.

## RESUMO

A utilização desordenada das terras para fins agropastoris tem participação significativa na redução dos recursos florestais contribuindo para a degradação das terras e a queda da qualidade de vida nas áreas rurais. Diante desse quadro, a avaliação do potencial de uso das terras torna-se ferramenta necessária para direcionar o planejamento das atividades no terreno, e mitigar as ações de degradação. A demanda por produtos florestais é grande em nosso país e, nesse contexto, os plantios comerciais de eucalipto têm merecido destaque, em área plantada e pela multiplicidade de usos da madeira. As áreas destinadas á implantação de povoamentos de eucalipto, quando avaliadas segundo os sistemas de aptidão mais utilizados no Brasil, são classificadas de forma ineficiente. Principalmente, por esses sistemas apresentam critérios desenvolvidos para lavouras agrícolas, que não consideram a tolerância do eucalipto a diversos fatores ambientais, como a baixa fertilidade de solo, e o alto nível tecnológico utilizado na maioria dos plantios comerciais no Brasil. O presente trabalho tem como objetivo a revisão de sistemas de avaliação de aptidão das terras e sua aplicação para a silvicultura, apresentando proposta de introdução de parâmetros relacionados a plantios homogêneos de eucalipto, com posterior validação da proposta baseada em solos de área de plantio comercial. Os sistemas de avaliação da aptidão das terras pretendem definir a qualidade dos sítios e dar possíveis recomendações para o melhoramento dos fatores limitantes, através da interpretação de atributos indicadores das possíveis restrições ao desenvolvimento de culturas (agrícolas, pastoris ou silviculturais). Os atributos ambientais com influencia direta na produtividade de plantios de eucalipto, foram agrupados de acordo com o tipo de restrição, em cinco fatores relevantes: Profundidade Efetiva, Drenagem (água:oxigênio), Fertilidade do Solo, Susceptibilidade á Erosão e Impedimentos à Mecanização. Os fatores limitantes propostos, de acordo com a intensidade em que se expressam, caracterizam o grupo de aptidão para a implantação de povoamentos de eucalipto, e as possíveis viabilidades de melhoramento em função das restrições apresentadas pela área ou solo. A modificação dos parâmetros utilizados para a qualificação das terras em função das necessidades do eucalipto, pretende adequar fatores e graus de limitação, definindo os grupos de aptidão em Boa, Regular, Restrita ou Inapta para a implantação de eucalipto. Quando comparado com o sistema de avaliação da aptidão mais amplamente utilizado no Brasil, o S.A.A.A.T. (Ramalho Filho & Beek, 1995), a proposta apresenta coerência dos indicadores da qualidade das terras, com algumas limitações menos restritivas e a inserção de outros fatores mais relevantes para o plantio de eucalipto. Também são recomendadas práticas para viabilidade de melhoramento de limitações de solo em plantios florestais com alto investimento tecnológico.

**Palavras chave:** florestas plantadas, atributos diagnósticos, capacidade de uso.

## ABSTRACT

The disorderly usage of land for agriculture and pasture has contributed significantly to the reduction of forest resources, contributing to land degradation and lowering the quality of life in rural areas. In this context, the evaluation of land usage capacity becomes a necessary tool to direct the land use planning and to mitigate the soil degradation. The demand for forest products is large in our country. In this context, the commercial plantations of eucalyptus have become relevant in terms of planted area and for the many uses of the wood. The areas intended for eucalyptus production, when evaluated by the land capability systems most widely used in Brazil, are classified inefficiently. This happens mainly because the systems have criteria developed for plowing agriculture, which do not take in account the eucalyptus tolerance to various negative environmental factors, such as soil fertility, and the high technological level in most commercial plantations in Brazil. This study aims to review land capability systems and their application to forestry, presenting a proposal of introducing parameters related to uniform eucalyptus plantations, also to validate the proposal based on soils of a commercial plantation. The land capability systems intend to define the sites quality and to offer possible recommendations for ameliorating the limiting factors, by interpreting attributes that are indicators of possible restrictions to the crops development (agriculture, pasture or forest). The environmental attributes with direct influence on the productivity of eucalyptus plantations, were grouped according to the type of restrictions in five factors: Effective Depth, Drainage (water:aeration), Soil Fertility, Erosion Susceptibility, and Impediments to Mechanization. The proposed limiting factors, according to the intensity in which they express, characterized the capability group for eucalyptus production, and possible viability for improvement as a function of the restrictions occurring in the area or soil. The changes of parameters used to qualify land capability, depending on the needs of eucalyptus, intend to tailor factors and degrees of limitations, thus defining the capability groups: good, regular, restricted or inapt for eucalyptus production. When compared with the capability system widely used in Brazil, the S.A.A.T., the proposal showed coherence of the land potential indicators, with some limitations being less stringent and the inclusion of other factors relevant to the eucalyptus plantation. Also, practices to improve soil limitations are recommended in forest sites with high-investment technology.

**Key-words:** commercial forest plantation, diagnostic attributes, land capability.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Sistemas de Avaliação da Aptidão das Terras .....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Sistema de avaliação de aptidão agrícola das terras (S.A.A.A.T.).....	3
2.1.2. Sistema de classificação da aptidão agroecológica das terras para a região Oriental do Paraguai (S.C.A.A.T).....	5
2.1.3. Sistema de capacidade de uso.....	6
2.1.4. Sistema de avaliação das terras para recuperação ambiental (S.A.T.R.A.) .....	8
<b>2.2. Legislação Ambiental .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3. O Cultivo do Eucalipto.....</b>	<b>10</b>
2.3.1. Aspectos botânicos e ecológicos.....	10
2.3.2. Potencial sócio-econômico no país .....	13
2.3.3. Condicionantes econômicos, genéticos e de manejo do povoamento .....	15
2.3.4. Operações realizadas na atividade florestal.....	16
<b>2.4. Comportamento das Espécies de Eucalipto nas Diferentes Condições de Sítio.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5. Fatores Ambientais Condicionantes da Produtividade dos Plantios de Eucalipto.....</b>	<b>22</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. Sistemas de Avaliação da Aptidão das Terras para Fins Florestais .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2. Características da Área Utilizada para Validação da Proposta.....</b>	<b>29</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1. Análise Crítica dos Sistemas de Avaliação da Aptidão das Terras.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2. Proposta de Parâmetros para Avaliação da Aptidão das Terras para Implantação de         Povoamentos de Eucalipto .....</b>	<b>33</b>
<b>4.3. Classificação dos Grupos de Aptidão para Implantação de Eucalipto.....</b>	<b>40</b>
<b>4.4. Viabilidade de Melhoramento dos Fatores Limitantes .....</b>	<b>43</b>
<b>4.5. Validação da Proposta em Levantamento de Solos na Aracruz .....</b>	<b>47</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>51</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Espécies de eucalipto, dados fisiográficos e aspectos comportamentais.....	21
<b>Tabela 2:</b> Espécies e qualidade do sítio (drenagem, formação, chuvas).....	21
<b>Tabela 3:</b> Quadro Guia para a Região Tropical Úmida (Fonte: Ramalho Filho & Beek, 1995).....	28
<b>Tabela 4:</b> Classes generalizadas de textura e possível aferição em campo.....	36
<b>Tabela 5:</b> Teores de fósforo e potássio em função da textura do solo.....	38
<b>Tabela 6:</b> Complexo Sortivo e Indicadores da Fertilidade natural do solo.....	38
<b>Tabela 7:</b> Classes de declividade e rendimento das máquinas.....	39
<b>Tabela 8:</b> Quadro-Guia proposto para avaliação da aptidão para plantios de eucalipto.....	42
<b>Tabela 9:</b> Alguns atributos dos perfis selecionados para avaliação da aptidão.....	48
<b>Tabela 10:</b> Classificação da Aptidão pelo S.A.A.A.T.....	48
<b>Tabela 11:</b> Classificação da Aptidão pelo método proposto para eucalipto.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Participação do Eucalipto e Pinus no total de florestas plantadas no país.....	15
<b>Figura 2:</b> Distribuição dos povoamentos de eucalipto no Brasil.....	15
<b>Figura 3:</b> Organograma dos atributos diagnósticos, fatores limitantes e graus de limitação..	34
<b>Figura 4:</b> Diagrama interpretativo da viabilidade de utilização das terras.....	41

## 1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas tropicais têm sofrido grande pressão em função da demanda da população por produtos oriundos da própria floresta, construção civil e pela expansão agropecuária. Segundo KAGEYAMA, citado por FERREIRA (1989), a diversidade destes ecossistemas está associada à complexidade das interações entre as espécies. A devastação aleatória favorece a instabilidade destes e pode resultar na perda da biodiversidade, gerando uma cadeia de reações que poderá levar à extinção grupos inteiros de espécies.

O processo de utilização desordenada do solo é agravado pela falta de soluções políticas e educacionais. A implantação de povoamentos florestais, sem planejamento técnico eficiente, atualmente é alvo de diversas críticas, que somadas a carência de informações confiáveis, revelam a necessidade de pesquisa e organização deste setor. Este quadro torna-se mais complicado quando abrangemos o território brasileiro, devido à dimensão, à heterogeneidade de fatores ambientais e os diversos estágios de desenvolvimento regional.

O crescimento do setor florestal brasileiro tem contribuído significativamente para a economia do país. Como relatado por FERREIRA (1989), a demanda de madeira para consumo industrial é crescente e muitos hectares de florestas originais têm sido suprimidos para atender a estas condições. Ainda nesta publicação, o autor ressalta que o abastecimento das indústrias madeireiras através do extrativismo poderia condenar nossa vegetação natural à extinção, e que a conservação dos recursos florestais só será efetiva quando a prática da silvicultura intensiva for utilizada para atender a demanda populacional e o for estabelecida adequada política de conservação dos nossos recursos naturais. Uma das formas de mitigar a extração de madeira oriunda de florestas nativas é suprir as necessidades do mercado através de incentivo governamental à realização de pesquisas que alcancem ganhos significativos em incremento volumétrico dos plantios de produção, e desenvolvimento da tecnologia industrial de beneficiamento da madeira.

O manejo florestal de plantios homogêneos inclui a delimitação das reservas naturais estratégicas e das áreas de preservação permanente, de forma a garantir a sobrevivência da flora, fauna, proteção das nascentes e dos demais recursos naturais.

A atividade florestal implica na adoção de algumas práticas para garantir um bom manejo do povoamento, que compreendem (SBS, 2007):

“• *Planejamento do uso da terra, baseado em aspectos relacionados com solo, relevo, vegetação e recursos hídricos, prévios à realização de plantios em grande escala*

• *A escolha das melhores espécies/cultivares (variedades) /procedências para o plantio, técnicas como plantação em mosaico, onde evita-se a redução da base genética ou planejamentos dos talhões com diferentes idades e dimensões dentro de limites operacionais e de custos.*

• *A adoção de práticas de cultivo mínimo na implantação ou reforma das florestas.*

• *A definição prévia das madeiras, suas propriedades e usos. Em algumas áreas, são adotados espaçamentos mais amplos ou realizados desbastes periódicos visando à produção de madeira com maior valor comercial.*

• *Monitoramento e controle de focos de incêndios florestais e de pragas e doenças, bem como a manutenção de áreas com espécies nativas ao longo dos plantios visando manter corredores de vegetação para o trânsito de animais e diversidade genética.*”

Uma grande contribuição para o aumento dos números do setor florestal brasileiro tem origem nas florestas plantadas, principalmente do gênero *Eucalyptus* (SBS, 2007). O sucesso da expansão de plantios homogêneos desse gênero deve-se à adaptabilidade da cultura às mais variadas condições ambientais, tipos de utilização e do elevado número de espécies.

Nos últimos anos, o Brasil vem ganhando atenção de investidores internacionais em razão da alta produtividade florestal (Incremento Médio Anual), já que apresenta atrativos para investimentos em longo prazo, não somente pelo promissor retorno financeiro, mas por apresentar uma relação inversa com a volatilidade típica dos mercados capitais (ABRAF, 2008). Outra consideração a ser feita sobre o retorno da atividade florestal é fato de que podem ser conservadas, renovadas ou ampliadas em quantidades necessárias à utilização econômica, como uma variável de estoque, semelhante ao capital (GOLFARI, 1980).

Diante destes fatos, o planejamento de uso do solo deve ser prioridade quando a intenção é mitigar ações de degradação e desmatamento desnecessário, já que nos dias atuais a utilização dos recursos naturais é intensa. E mesmo com o desenvolvimento da silvicultura e consolidação do setor florestal brasileiro, a avaliação de terras para fins florestais ainda é deficiente, principalmente pela falta de informações precisas do meio físico e do comportamento das espécies plantadas.

A delimitação e parametrização de unidades de trabalho, que reúnam características ambientais similares, possibilitam a atribuição da qualidade da área em função das limitações apresentadas pelas condições edafoclimáticas e fisiográficas de cada local onde se pretende implantar uma dada cultura, e as necessidades da própria para obter produção satisfatória. A partir da definição da capacidade do uso de cada sítio, a recomendação de práticas de correção do solo, manejo de povoamento e ciclo de rotação adequado, torna-se mais facilmente entendida e executável.

Os diversos sistemas existentes de avaliação da aptidão e potencial de uso das terras (S.C.A.A.T., S.A.T.R.A., S.A.A.A.T., Capacidade de Uso, ...), pretendem qualificar a adaptabilidade das terras para tipos específicos de utilização do solo, pressupondo-se um ou mais distintos níveis de manejo (CURI et al., 1993). Entre eles, o que tem sido mais amplamente utilizado no Brasil é o método desenvolvido por RAMALHO FILHO & BEEK, 1995 (Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras – S.A.A.A.T). Este sistema fornece subsídios para projetar e dimensionar a oferta potencial de terras para atender uma demanda, também projetada, de produtos fundamentalmente agrícolas, tornando-se ineficaz quando aplicado ao modelo de silvicultura atual de larga escala, com aplicação de técnicas de melhoramento genético, elevado investimento de capital e alto nível tecnológico.

Este trabalho tem como objetivos: uma revisão de sistemas de avaliação de aptidão das terras com avaliação crítica de sua aplicação para a silvicultura, apresentando proposta de modificações de parâmetros relacionados a plantios homogêneos de Eucalipto e posterior validação da proposta baseada em área de plantio comercial.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Sistemas de Avaliação da Aptidão das Terras

Alguns princípios importantes, que devem ser considerados na interpretação de levantamentos diagnósticos, foram discutidos por autores como CLINE e ORVEDAL & EDWARDS, citados por PEREIRA (2002) e são abaixo listados:

“• *Definição clara dos propósitos: a classificação técnica deve ser organizada para uma finalidade específica, o mais simples possível, de forma a atender a finalidade prevista;*

• *Nível de generalização mais conveniente: as informações referentes aos solos, bem como suas interações com o ambiente, ou entre solos e práticas de manejo, devem ser organizadas e apresentadas num nível de generalização compatível com o objetivo pretendido;*

• *Seleção de critérios: eleger indicadores que realmente tenham significância para o objetivo visado.”*

Dentre os sistemas de avaliação da aptidão agrícola das terras e da potencialidade de uso usados no Brasil, alguns serão abordados a seguir, apresentando os conceitos principais e parâmetros de avaliação e estrutura.

#### 2.1.1. Sistema de avaliação de aptidão agrícola das terras (S.A.A.A.T.)

O sistema de avaliação de aptidão agrícola das terras (RAMALHO FILHO E BEEK, 1995), encontra-se na terceira edição e sofreu várias modificações na sua sistemática de classificação. Este método de interpretação de solos é realizado com base nos resultados de levantamentos pedológicos juntamente com características físico-ambientais (solo, relevo, clima e vegetação). A estrutura básica desse sistema constitui-se de:

##### a) Níveis de manejo

-Nível de manejo A: reflete baixo nível tecnológico; quase ausência de aplicação de capital, mão-de-obra fundamentalmente braçal;

- Nível de manejo B: reflete um nível tecnológico médio, modesta aplicação de capital, trabalho com base na tração animal ou na tração motorizada, apenas para desbravamento e preparo inicial do solo; e

- Nível de manejo C: reflete um alto nível tecnológico; aplicação intensiva de capital; trabalho mecanizado em quase todas as fases de atividades.

##### b) Níveis categóricos

Os Grupos de Aptidão Agrícola representam as várias possibilidades de utilização das terras, são eles:

- Grupos 1, 2, 3 --- Uso com Lavouras

- Grupo 4 ----- Uso com Pastagem Plantada

- Grupo 5 ----- Uso com Silvicultura e/ou Pastagem Natural

- Grupo 6 ----- Preservação da Flora e Fauna (sem aptidão para uso agrícola)

Os Subgrupos de Aptidão Agrícola referem-se às variações dos grupos. Representa a interação da classe com o nível de manejo, sendo descrito por uma legenda de identificação.

As Classes de Aptidão Agrícola resultam da interação das condições agrícolas, do nível de manejo e das exigências dos diversos tipos de utilização. São as seguintes:

- Classe Boa
- Classe Regular
- Classe Restrita
- Classe Inapta

Exemplo: 1(a)bC — onde: 1 = grupo de aptidão para lavouras; (a) = aptidão Restrita no nível de manejo A; b = aptidão Regular no nível de manejo B; e C = aptidão Boa no nível de manejo C.

### c) Fatores de limitação

Os fatores de limitação, em número de cinco, agrupam as principais características do solo e paisagem limitantes a produção agrícola, são eles:

- Deficiência de fertilidade ----- (f)
- Deficiência de água ----- (h)
- Excesso de água ou deficiência de oxigênio ---- (o)
- Impedimento à mecanização ----- (m)
- Suscetibilidade à erosão ----- (e)

O grau de limitação para esses fatores varia com a intensidade em que se expressam, através de cinco níveis básicos com possibilidade de melhoramento dependente da condição de manejo coerente com o nível tecnológico considerado. São classificados como: nulo, ligeiro, moderado, forte, muito forte.

### d) Tipos de usos da terra considerados

- Lavouras
- Pastagem plantada
- Silvicultura e/ou pastagem natural
- Preservação da flora e da fauna

Para a obtenção das classes de aptidão agrícola das terras é feita uma avaliação dos fatores limitantes, relacionados a um determinado nível de manejo, tendo-se como referência um solo que hipoteticamente não apresente problemas de fertilidade, deficiência de água e de oxigênio, não seja suscetível à erosão e nem ofereça impedimentos à mecanização.

### **2.1.2. Sistema de classificação da aptidão agroecológica das terras para a região Oriental do Paraguai (S.C.A.A.T)**

O S.C.A.A.T (OLIVEIRA & SOSA, 1995) considera que toda utilização da terra pelo homem, ocasiona um desequilíbrio ambiental de intensidade variável e dependente da forma como foi realizada. A estimativa da magnitude do impacto considera parâmetros normalmente obtidos nos levantamentos de solos, os quais se baseiam em variáveis com alto poder de síntese e capacidade de predição, juntamente com informações climáticas e ambientais. O sistema é estruturado da seguinte forma:

#### **a) Níveis de manejo**

- Nível de manejo A: Técnicas de manejo rudimentar, primitivo. Usa exclusivamente força braçal, muito raramente são utilizadas variedades melhoradas, cobertura com resíduos vegetais e controle químico de pragas e doenças. Apesar deste nível tecnológico não ser considerado neste sistema, foi descrito para criar uma referência em relação aos níveis de manejo mais avançados.

- Nível de manejo B: Nível mais freqüente na região de criação do sistema. Nas diversas fases do cultivo são usadas tração animal e práticas como rotação de culturas, adubação orgânica, cobertura do solo, obras de caráter físico como terraços de base estreita, drenagem, além de adubação e correção química, controle de pragas e doenças.

- Nível de manejo C: Utilização intensiva para maior rentabilidade da terra, em médias e grandes propriedades. Mecanização em quase todas as etapas da produção, espécies selecionadas, adubação e correção baseadas em análises de solo, construção de terraços de base larga e drenagem. Além de conhecimentos sobre diversas práticas como rotação de cultura, cultivo mínimo, aproveitamento de resíduos orgânicos, entre outras.

#### **b) Níveis categóricos**

- Classes de aptidão agroecológica: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII

As classes de aptidão de maior restrição atribuem-se os maiores números romanos.

O uso ambiental e/ou recreativo não é classificado, uma vez que todas as classes de aptidão permitem este uso.

**Impacto Ambiental:** Esse sistema considera um aspecto ambiental com fim de prever as conseqüências derivadas da ocupação, uso, manejo e conservação das terras, por isso é denominado sistema agroecológico. Os impactos negativos podem ser avaliados em dois níveis:

1º) relacionado a ocupação do espaço pelo homem e o uso que é destinada a unidade de terra,e

2º) relacionado ao manejo e aplicação de práticas conservacionistas ou mitigadoras desses impactos.

Para avaliação dos impactos é considerado, do ponto de vista ecológico, que um uso dado a uma unidade de terra trará maior risco ambiental se menor a proteção exercida pelo uso inadequado que se estabeleça.

As Classes de Aptidão em relação ao uso das terras são definidas em:

- Aptidão Boa
- Aptidão Satisfatória
- Aptidão Regular
- Deficiente
- Nula ou Inapta

**c) Fatores limitantes (atributos diagnósticos)**

Os atributos diagnósticos considerados nesse sistema são:

- Declividade -----(d)
- Rochosidade/pedregosidade -----(r)
- Risco de geadas -----(h)
- Risco de inundações -----(i)
- Profundidade efetiva -----(p)
- Disponibilidade de água -----(a)
- Deficiência de oxigênio/excesso de água ---(o)
- Erodibilidade -----(e)
- Mecanização -----(m)
- Disponibilidade de nutrientes -----(n)
- Fixação de fósforo -----(f)
- Toxidade por alumínio e/ou manganês -----(t)
- Salinidade -----(s)

Os atributos são quantificados de acordo com o grau de limitação em cinco níveis: insignificante, ligeiro, moderado, forte, severo.

**d) Tipos de usos da terra**

- Uso agrícola anual
- Uso agrícola perene não arbóreo
- Uso agrícola perene arbóreo
- Uso pastoril
- Uso florestal
- Uso recreacional/ambiental

**2.1.3. Sistema de capacidade de uso**

O Sistema de Capacidade de Uso foi desenvolvido originalmente nos Estados Unidos (Klingebiel & Montgomery, 1961), de forma a agrupar os solos com características e propriedades comuns, para definir classes homogêneas de terras, para predizer a capacidade máxima de uso da terra sem risco de degradação do solo, principalmente por erosão.

### **a)Nível de manejo**

O sistema de avaliação da capacidade de uso das terras pressupõe um nível tecnológico alto, prezando uma classificação de acordo com requisitos de conservação do solo e uso de máquinas em larga escala.

### **b)Níveis categóricos**

O sistema de Capacidade de Uso, como utilizado para interpretação da aptidão das terras em alguns levantamentos de solos no Brasil, foi adaptado por Lepsch (1983). Ele estabelece várias categorias de capacidade de uso, sendo a mais elevada e genérica a divisão em 3 grupos: A, B e C. O primeiro é constituído de terras cultiváveis, o segundo de terras não cultiváveis, e o terceiro de áreas exclusivas para preservação. As áreas correspondentes ao grupo B, permitem a utilização da terra para lavouras perenes, pastagem ou silvicultura. As classes de capacidade de uso são simbolizadas por números romanos, de I a VIII, de acordo com o grau de afastamento das condições ideais para cultivo agrícola. As subclasses são definidas pelo principal fator limitante, e as unidades de capacidade agrupam solos com limitações específicas em comum.

### **c)Fatores limitantes**

Os fatores de restrição avaliados nesse sistema definem as subclasses de capacidade de uso, de acordo com o grau e natureza da limitação que podem ser relativos à:

- Erosão presente ou risco de erosão---(e)
- Limitações do solo-----(s)
- Excesso de água----- (a)
- Limitações climáticas----- (c)

As unidades de uso do solo, nesse sistema ainda especificam o tipo de restrição, pertinente a cada fator limitante considerado, que é designada por números em arábico ao lado do símbolo da subclasse como no exemplo:

IIIs-1: Grupo A, Classe III, com impedimentos relativos ao solo (s), em específico por problemas de profundidade.

### **d)Tipos de uso do solo**

- Culturas Anuais
- Culturas Perenes
- Pastagem
- Reflorestamento
- Vida Silvestre

#### **2.1.4. Sistema de avaliação das terras para recuperação ambiental (S.A.T.R.A.)**

O Sistema de Avaliação das Terras para Recuperação Ambiental – S.A.T.R.A (WADT et al., 2004), foi criado por pesquisador da Embrapa Acre inspirado na degradação das áreas desmatadas na Amazônia. O S.A.T.R.A tem como pressuposto que através do uso de tecnologia essas terras poderiam ser integradas aos processos produtivos gerando emprego e renda para a zona rural.

Esse sistema é baseado na incorporação de indicadores de qualidade dos recursos naturais, ambientais e socioeconômicos aliados aos conceitos de funcionamento das bacias hidrográficas e técnicas de geoprocessamento, gerando informações sobre prioridade de intervenção de acordo com a capacidade de suporte ambiental de cada bacia. A estrutura do sistema é definida em:

##### **a) Níveis tecnológicos**

- Nível tecnológico A: Baixo ou nenhum uso de tecnologia dependente de capital, sem dependência de escala.

- Nível tecnológico B: médio a alto uso de tecnologia dependente de capital, sem dependência de escala

- Nível tecnológico C: médio a alto uso de tecnologia dependente de capital e de escala

Para cada nível tecnológico são avaliados fatores de limitação quanto à sustentabilidade econômica: produtividade, eficiência do uso da terra, diversificação da produção, renda

##### **b) Nível categórico**

-Excelente

-Boa

-Regular

-Restrita

-Inapta

-Uso restrito (Preservação Ambiental)

##### **c) Fatores considerados**

- Fertilidade

- Drenagem

- Susceptibilidade à erosão

- Impedimentos à mecanização

##### **d) Prioridade de intervenção quanto à aptidão agrícola (tipos de usos da terra)**

- Culturas anuais

- Culturas perenes

- Sistemas agroflorestais

- Pastagens ou sistemas silvipastoris

- Silvicultura ou extrativismo vegetal

- Preservação permanente

**e) Prioridade de intervenção quanto à função social:**

Atividades ilegais, irregulares e regulares.

## **2.2. Legislação Ambiental**

As Áreas de Preservação Permanente, como definidas pelas normas legais, devem ser identificadas e mapeadas considerando intocáveis para fins lucrativos, admitidas plantações apenas em casos de restabelecimento da cobertura florestal, por questões técnico-conservacionistas (GOLFARI, 1980). Para utilização dessas áreas com plantios de fins comerciais, a classificação quanto à capacidade de uso, em qualquer sistema de adotado é considerada inapta devido aos impedimentos à legislação ambiental.

As florestas nativas do Brasil somam 538,7 milhões de hectares, sendo o setor de florestas plantadas responsável pela preservação de cerca de 1 % destas sob a forma de reserva legal, reserva particular do patrimônio natural e áreas de preservação permanente (ABRAF, 2008).

A legislação ambiental vigente que governa a atividade florestal, e a conservação dos recursos, em suas respectivas competências, considerando as regulamentações da constituição precedentes, dispõe de critérios para a delimitação das áreas de preservação no Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771/65).

Os artigos 2º e 3º do Código Florestal Brasileiro, alterados pela Lei Federal nº 7.803/89, caracterizam as áreas de preservação permanente por serem áreas “*cobertas ou não de vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.*” Sendo assim, os limites definidos compreendem as matas ciliares situadas ao longo dos cursos d’água em faixa marginal variável de acordo a largura do mesmo, ao redor de nascentes, topos de morro e encostas de elevação com declividade acima de 100% ou 45º de declividade, dunas oceânicas ou lagunares e restingas, cobertas ou não de vegetação.

As Resoluções do CONAMA nº 302, e nº 303 de 2002 complementam os objetivos preconizados pelo Código Florestal Brasileiro e dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

O Decreto nº 5.975 de 2006, regulamentam os arts. 12, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei nº 4.771 de 1965, o art. 4º, inciso III, da Lei nº 6.938, de 1981 e trata da utilização de matéria prima de origem florestal, supressão da vegetação, florestas plantadas e das obrigações à reposição florestal. O artigo 16, na nova redação dada pela Medida Provisória 2.166-67 de 2001, diz que as florestas e outras formas de vegetação nativa, à exceção das situadas em área de preservação permanente, são passíveis de supressão, se averbado em cartório determinado percentual do terreno como reserva legal, de acordo com a região e o tipo de cobertura vegetal existente (floresta, cerrado, campos gerais).

O Código Florestal Brasileiro define Reserva Legal como “*área localizada dentro de propriedade rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas.*”

A área definida pelo Decreto 1.922/96, como Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) é considerada uma unidade de conservação em área privada, alocada propositalmente em área de interesse ecológico relevante, como o objetivo principal conservar a diversidade biológica. Essa modalidade, quando bem planejada funciona como corredor ecológico,

contribuindo para o aumento das áreas protegidas no país, importantes para a biodiversidade dos biomas brasileiros, servindo como instrumento para participação da iniciativa privada na proteção do meio ambiente (ABRAF, 2008).

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938 de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274 de 1990, e tendo em vista o disposto na lei nº 4.771 de 1965, tem o objetivo de garantir preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, visando assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico aliado à preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico. Esta lei ainda institui a competência dos órgãos e entidades da União, dos Estados e dos Municípios, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, e define os instrumentos, seus fins, formulação e aplicação cabíveis à PNMA, tais como a criação de áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas (artigo 9º inciso IV; Redação dada pelo(a) Lei nº 7.804 de 1989) (UNESCO, 2008).

## **2.3. O Cultivo do Eucalipto**

### **2.3.1. Aspectos botânicos e ecológicos**

As espécies do gênero *Eucalyptus* provêm originalmente das florestas australianas e do arquipélago indonésio, compreendendo cerca de 400 a 700 espécies, dependendo de como são considerados (PRYOR, 1971). Em geral, são adaptadas às mais diferentes tipologias vegetais, condições de solo e clima sendo a maioria das espécies árvores típicas de florestas altas atingindo entre 30 a 50 metros de altura e de florestas abertas, com árvores menores, entre 10 e 25 metros de altura.

Plantas dicotiledôneas, pertencentes à família das Myrtaceas, com folhas simples opostas ou alternas, dependendo da espécie e da idade do ramo, com inflorescência formando uma caliptra (SOUZA et. al., 2008), possuem complexa taxonomia para classificação no nível de espécies, apresentando divergência entre autores, devido à relativa facilidade em realizarem cruzamentos entre as espécies de uma mesma região.

Alguns autores como PRYOR e JOHNSON (1971), citados por LIMA, 1993, reconhecem quatro subgêneros com espécies representativas:

Subgênero Monocalyptus: *E. marginata*, *E. regnans*, *E. obliqua*, *E. pilularis*,...

Subgênero Symphomyrtus: *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. pellita*, *E. alba*, *E. dunnii*, *E. tereticornis*, *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. robusta*,...

Subgênero Corymbia: *E. citriodora*, *E. torelliana*, *E. colophylla*,...

Subgênero Idiogenes: *E. cloeziana*.

A maior parte das espécies plantadas no Brasil, de acordo com esta classificação, pertence ao subgênero Symphomyrtus, e merecem uma análise mais detalhada por serem típicas de regiões tropicais. Essa subdivisão é baseada na inclusão de atributos distintivos além de anatômicos e genéticos, buscando uma melhor interpretação do padrão de distribuição das florestas naturais da Austrália.

As espécies consideradas neste estudo foram selecionadas pela diversidade de usos da madeira, adaptabilidade às condições brasileiras, principalmente na região sudeste, que contribui expressivamente em área plantada com eucaliptos no país, sendo precursora do destaque econômico do setor. Algumas características botânicas e ecológicas serão detalhadas no nível de

espécie por serem fundamentais na avaliação da qualidade e produtividade das terras para plantios comerciais. A classificação taxonômica das espécies citadas a seguir, foi obtida a partir de pesquisa bibliográfica em livros e busca em sites específicos na internet, priorizando a definição mais atual.

a) *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

Árvores de porte variando entre 15 e 30 metros de altura, geralmente bifurcadas, quase sem aroma, troco liso, revestido por casca branca ou cinzenta, muito semelhante ao *E. tereticornis*. (LORENZI, 2003). Ocorre naturalmente em quase todos os estados australianos, em latitudes e cotas com ampla variação, mas são predominantemente encontradas margeando os rios em solos arenosos. É possível deduzir que mesmo durante o pico da estação seca o sistema radicular da planta tenha água disponível, durante todo o ano (BARROS, 1990). O regime de chuvas reinante na área geralmente apresenta estação úmida no inverno ou no verão, sendo o período seco 4 a 8 meses ou mais. Na maioria das regiões tropicais, as geadas são esporádicas, mas na região sul da área de ocorrência dessa espécie, o fenômeno pode acontecer até 50 dias no ano, o que ressalta a plasticidade de condições em que esta planta adapta-se. (FERREIRA, 1979)

O *E. camaldulensis*, devido a sua plasticidade ambiental, é considerado por alguns autores como espécie indicada para áreas críticas, cuja deficiência seja ligada a problemas hídricos ou desgaste do solo, apresentando melhor rendimento que outras espécies sob mesmo sistema de manejo nessas condições. Em geral, são menos retilíneos que o *E. grandis* e *E. saligna*, mas apresentam maior densidade e cerne bem diferenciado. O porte das árvores dessa espécie varia com o grau de aridez da região (BARROS, 1990). Os usos mais comuns são para carvão, dormentes, serraria, mas também são apreciadas para arborização e quebra-vento (LORENZI, 2003).

b) *Eucalyptus citriodora* F. Hook.

Espécie de tronco ereto com casca decídua cinza, branca ou rósea, perenifólia, com porte entre 15 e 30 metros de altura, madeira marrom, dura, copa aberta e muito aromática (LORENZI, 2003). A classificação taxonômica dessa espécie apresenta divergências porém estudos atuais a classificam como *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson (1995).

De ocorrência natural na região central e norte de Queensland, o *E. citriodora* está presente em altitudes variáveis, tolerando períodos secos coincidentes com a época mais quente do ano, porém a precipitação média do local é maior quando comparada às regiões de latitude mais distante do equador, não apresentando geadas na zona natural da espécie. A variabilidade de sítios de ocorrência da espécie, em termos de solo e topografia, é constatada observando o desenvolvimento em solos montanhosos, ocasionalmente rasos e com declive acentuado, que apesar da baixa condição de retenção de umidade, possuem nível de fertilidade satisfatório (BARROS, 1990). Por ser espécie relativamente mais exigente quanto à fertilidade é necessária a adubação com fósforo e potássio, quando estes se encontram em teores críticos no solo. Em solos pobres pode haver tendência a bifurcações decorrentes de deficiências nutricionais, principalmente boro (FERREIRA, 1979). A madeira densa bastante utilizada para construção, poste, dormentes, lenha e carvão (GOLFARI, 1980). A espécie também é apreciada para extração de óleo essencial e arborização, devido ao aroma agradável (LORENZI, 2003).

c) *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden

O *E. grandis*, tem madeira marrom-rosada, o que lhe confere o nome popular de eucalipto-rosa. Casca branca, cinzenta, esverdeada ou salmão, copa aberta e alongada, fuste retilíneo variando entre 20 e 40 metros de altura total é muito confundido com o *E. saligna*, distinguindo-se pela inflorescência e frutos (LORENZI, 2003).

As áreas de ocorrência natural dessa espécie ficam no sudeste da Austrália, regiões central e costeira, onde a precipitação pluviométrica é predominante no verão, não ultrapassando 3 meses secos e com geadas esporádicas nas regiões mais interiores. O *E. grandis* é encontrado, geralmente em baixadas ou parte baixa de vales associado as florestas pluviais, e solos com capacidade de armazenamento boa, em solos geralmente férteis, profundos e bem drenados (BARROS, 1990). A madeira é considerada como leve e fácil de ser trabalhada, amplamente utilizada para celulose em muitos Estados do Brasil (GOLFARI, 1980). Quando produzida em regime de ciclo curto é muito utilizada para caixotaria, em contrapartida a madeira oriunda de ciclos longos, é excelente para serraria e laminação (FERREIRA, 1979).

d) *Eucalyptus pellita* F. Muell.

Planta muito rústica com rápido crescimento, apresentando tronco ereto com casca espessa, fibrosa e persistente, de cor cinza ou marrom avermelhada como sua madeira. Seu porte varia de 10 a 30 metros de altura, muito semelhante ao *E. resinifera*, distinguindo-se pelos botões mais curtos e largos (LORENZI, 2003).

As condições de ocorrência natural variam em altitude, do nível do mar até 800 metros, apresentando temperatura e umidade relativamente elevadas, não havendo período de seca severo, a presença de geadas é rara ou inexistente (FERREIRA, 1979). A vegetação original apresenta sub-bosque denso e variado, geralmente nas partes mais baixas de encostas, onde as condições de redução são mais duradouras, com remoção de bases, presença de alumínio trocável e estreita relação Ca:Mg (BARROS, 1980). A madeira é muito utilizada para construção civil e estruturas (FERREIRA, 1979) e também para reflorestamento de áreas degradadas por mineração (LORENZI, 2003).

e) *Eucalyptus saligna* Sm.

Espécie de porte variando entre 20 e 30 metros de altura, com tronco ereto, casca lisa descamante de cor acinzentada ou branco-azulada, ramos abertos formando copa rala. Possui leve aroma e se assemelha ao *E. botryoides*, diferindo principalmente pela casca que para este é rugosa e fibrosa (LORENZI, 2003). Existem autores que consideram como subespécie *Eucalyptus saligna* subsp. *botryoides* (Sm.) (Passioura & Assh, 1993).

A espécie é naturalmente encontrada na região litorânea e nos vales das cadeias montanhosas próximas ao litoral, em altitudes variando do nível do mar até 1000 metros. A precipitação pluviométrica é uniformemente distribuída ou concentrada no verão, com estação seca de até 4 meses, e podendo apresentar geadas leves (FERREIRA, 1979), o que pode sujeitar a maior exigência nutricional, em alguns ecótipos dessa espécie, principalmente potássio em

função do potencial osmótico interno (BARROS, 1980). A madeira é utilizada para diversos usos como laminação, móveis, estruturas, postes, caixotaria, celulose e carvão. Semelhante ao *E. grandis* em aspectos botânicos, ecológicos e silviculturais (LORENZI, 2003; FERREIRA, 1979).

f) *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake ou *Eucalyptus orophila* L.D.Pryor (1995).

Árvores de grande porte e rápido crescimento, possuidoras de tronco ereto e cilíndrico, casca grossa com fissuras longitudinais de cor cinza-escuro e copa alongada (LORENZI, 2003)

A ocorrência natural dessa espécie situa-se nas ilhas ao leste do arquipélago indonésio, o que lhe conferiu o nome popular de eucalipto-do-timor. Geralmente em áreas com alta precipitação concentrada no verão e período seco máximo de 4 meses, com geadas apenas nas cotas de mais elevadas (FERREIRA, 1979), apesar de sua origem tropical, tolera o clima subtropical seco da região sudeste do país (LORENZI, 2003). Madeira muito utilizada para celulose, serraria, painéis (GOLFARI, 1980) e paisagismo devido sua arquitetura esguia (LORENZI, 2003).

g) *Eucalyptus clöeziana* F. Muell.

Espécie rústica e de rápido crescimento, madeira de densidade alta muito utilizada no sudeste do Brasil. As árvores apresentam tronco ereto, porte bem variado podendo alcançar de 30 a 40 metros de altura, casca persistente, com pequenos sulcos, cor marrom escura. Possui copa densa e alongada (LORENZI, 2003)

Ocorre na Austrália de forma descontínua, em pequenos fragmentos (FERREIRA, 1979 e 1990) suporta geadas leves, juntamente com o *E. citriodora*, apresenta contraste em condições de ocorrência, com ecótipos distintos, e alturas variáveis, de acordo com a fertilidade do solo, mas principalmente pelas condições hídricas, ocorrendo em solos mais rasos, porém com fertilidade relativamente alta, até solos profundos e mais lixiviados (BARROS, 1990). Utilizada para serraria, poste, dormente, carvão, painéis (GOLFARI, 1980).

Os dados referentes à altitude, regime de chuvas, tolerância a geadas, deficiência e excesso de água, foram compilados e estão apresentados na Tabela 1, e serão discutidos no item 2.4. (Comportamento das Espécies de Eucalipto nas Diferentes Condições de Sítio).

### **2.3.2. Potencial sócio-econômico no país**

As florestas plantadas têm se mostrado uma opção de uso das terras pela relativa facilidade de manejo dos plantios homogêneos aliadas à tecnologia silvicultural e de exploração, mas principalmente pela multiplicidade de usos.

As florestas naturais, até meados da década de 60 constituíam a base do suprimento de madeira do setor florestal. A partir da instituição do Código Florestal Brasileiro, em 1965, a nova política florestal e da criação do IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal) o setor de florestas plantadas expandiu exponencialmente os investimentos em plantios comerciais de larga escala por todo país (PEREIRA et al., 2008).

A concessão dos benefícios fiscais associadas aos investimentos privados, promulgada pela Lei 5106 de 1966, proporcionou um crescimento significativo em área plantada com eucalipto, passando de 400 mil hectares nesta época, para 6 milhões em 1994 (MACHADO,

2008). Esses programas de incentivos favoreceram a formação de mão-de-obra especializada, milhares de empregos diretos e indiretos, desenvolvimento de tecnologias e produtos derivados da madeira.

A partir da suspensão dos incentivos fiscais ao reflorestamento, a tecnologia aplicada à produção de florestas teve um avanço expressivo diante da necessidade das empresas em implementar programas de incentivo a linhas de pesquisa de produtividade e incremento, capazes de minimizar os custos inerentes à formação dessas florestas (BULHÕES et al., 1995).

Os produtos oriundos de florestas plantadas de eucalipto, normalmente descritos por levantamentos estatísticos (FAO, IBGE, ABRAF, BRACELPA, ...), compreendem celulose e papel, madeira em tora, madeira serrada, derivados da madeira (chapas de fibras, de partículas), lenha, carvão, e atualmente mercado de carbono. O mercado de carbono apesar de ser incipiente no Brasil, apresenta grande oportunidade para o destaque do setor de florestal plantadas através da compensação de carbono por meio do mecanismo de desenvolvimento limpo-MDL (JACOVINE et al., 2008), porém poucos projetos nesse setor foram aprovados devido à dificuldade de empresas aderirem a alguns critérios (ABRAF, 2008). Algumas espécies, como o *Eucalyptus citriodora*, podem ser utilizadas para fabricação de produtos de limpeza e aromatizantes de sauna (LORENZI, 2008). Em se tratando de produtos de florestas plantadas, o Brasil figura como o maior exportador mundial de compensados de pinus e de celulose de fibra de eucalipto, ocupando o sétimo lugar entre os países com os maiores plantios florestais. O segmento de celulose e papel é o maior contribuinte nas exportações brasileiras que juntos totalizam mais de 80% das exportações do setor (ABRAF, 2008).

A área territorial brasileira compreende 851,5 milhões de hectares, sendo 477,7 milhões hectares de cobertura florestal. As plantações florestais, ocupando 0,7% do território nacional, somam 5,56 milhões de hectares, sendo 3,75 milhões com eucalipto, 1,8 milhões com pinus e aproximadamente 370 mil de outras espécies. (ABRAF, 2008; SBS, 2007)

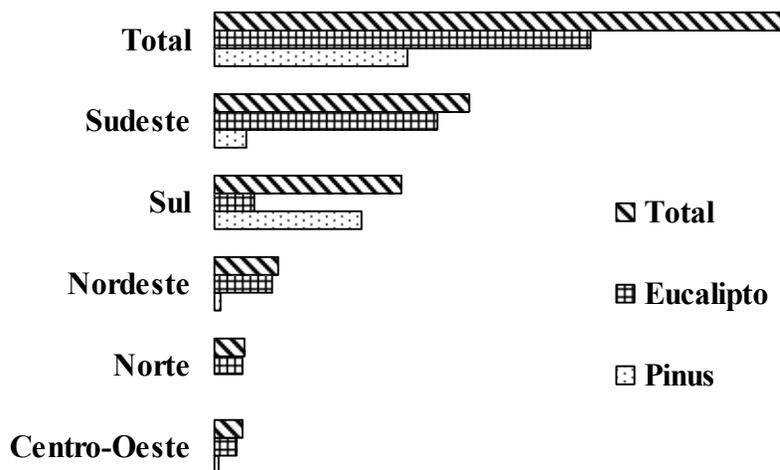
O setor florestal tem participação significativa no Produto Interno Bruto Nacional, contribuindo com 3,5% do PIB nacional, ou seja, US\$ 37,3 bilhões. As exportações de madeira serrada, compensados e produtos de maior valor agregado representaram cerca de US\$ 3 bilhões; de móveis US\$ 1 bilhão e de ferro gusa a carvão vegetal US\$ 1,6 bilhão em 2006 (SBS, 2007).

A cadeia produtiva do setor florestal em 2006 foi responsável por cerca de 6,9 milhões de empregos, o setor de florestas plantadas (primário e transformação industrial), contribuiu com 4,33 milhões destes. Os valores para a produção de madeira em tora de florestas plantadas para uso industrial no Brasil, foram estimados na ordem de 156,2 milhões de metros cúbicos, sendo 103,3 milhões oriundas de madeira de eucalipto. (SBS, 2007)

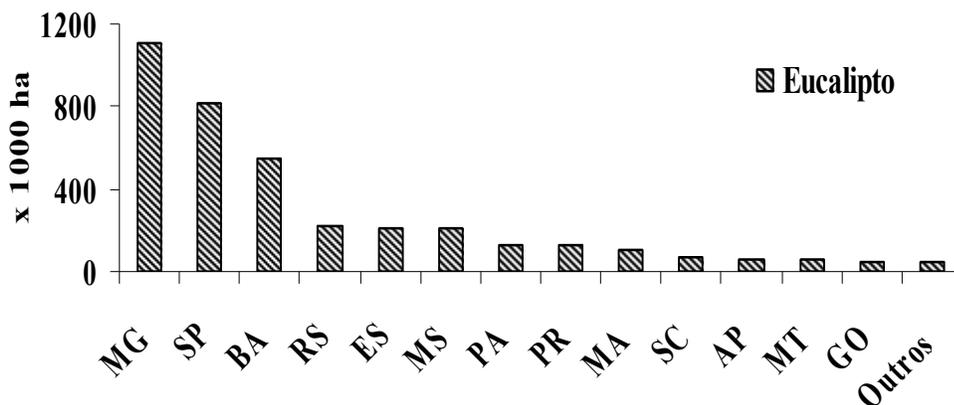
O incentivo aos plantios florestais como alternativa de uso do solo, deve ser considerado por favorecer a diminuição do êxodo de áreas rurais, bem como a geração de renda e desenvolvimento para essas regiões. No Brasil a produção e o consumo de carvão vegetal para fins energéticos também possui destaque dentro do setor, uma vez que existe uma tendência em substituir a matéria-prima de florestas nativas por madeira oriunda de plantios florestais homogêneos, principalmente de eucalipto devido ao rápido ganho de biomassa possibilitando a colheita em menos tempo.

De acordo com anuário estatístico da ABRAF 2008 (ano base 2007), a distribuição das áreas de florestas plantadas com espécies de eucalipto no Brasil, encontra-se 56% na região sudeste, sendo 28% em Minas Gerais, 22% em São Paulo e 6% no Espírito Santo (Figura 1 e 2).

Outro estado com contribuição significativa é a Bahia com 15%, os demais estados somados compreendem os 29% restantes, totalizando um valor de 3.751.867 ha, de florestas plantadas de eucalipto para os diversos fins.



**Figura 1.** Participação do Eucalipto e Pinus no total de florestas plantadas no país (Fonte: ABRAF, 2008)



**Figura 2.** Distribuição dos povoamentos de eucalipto no Brasil (Fonte: ABRAF, 2008)

### 2.3.3. Condicionantes econômicos, genéticos e de manejo do povoamento

O melhoramento genético nas florestas plantadas, decorrentes dos trabalhos de pesquisa, tem sido responsável pelo aumento do incremento volumétrico. O uso de clones nas florestas de eucaliptos associado a um bom manejo florestal, proporciona a ampliação dos ganhos de produtividade no setor. Em 1990, a produtividade média anual dos plantios de eucalipto era de

aproximadamente de 26 m<sup>3</sup>/ha, passando para 41 m<sup>3</sup>/ha em 2006 (SBS, 2007), sendo que existem plantios de eucaliptos bem adaptados, que com uso de boa tecnologia que atingem rendimentos próximos a 60 m<sup>3</sup>/ha.ano (DOSSA et al., 2002). Atualmente a implantação de povoamentos clonais tem sido preferencial, mediante testes de adaptação, devido à uniformidade do crescimento, maior incremento volumétrico e homogeneidade da madeira. Variedades, procedências e hibridismo, não serão relatados como objeto deste estudo, uma vez que o controle das variáveis que influenciam na produtividade, sob o ponto de vista genético necessita de outro tipo de análise, através de ferramentas estatísticas e conhecimento específico.

Diversos autores sugerem que espécies arbóreas exóticas têm mostrado maior probabilidade de êxito em relação à resistência natural a insetos e microorganismos. A evolução conjunta das plantas e de seus predadores, na região de origem, poderia explicar a maior chance de que esses “inimigos” naturais passem de caráter endêmico à epidêmico em plantações artificiais (KAGEYAMA, 1990)

Alguns condicionantes da produção florestal como ocorrência de pragas, patógenos, incêndios, entre outras adversidades, não serão aqui detalhados devido à diversidade de situações em que estão sujeitos a acontecer. O controle preventivo das perdas por esses eventos, através de monitoramento adequado, é recomendado durante todo o desenvolvimento da cultura.

BARROS (1990) destaca que a avaliação do potencial de desenvolvimento de uma determinada espécie, em determinado sítio dependerá da qualidade do sítio e das características da espécie em questão, bem como das técnicas de preparo do solo, espaçamento e manejo do povoamento. Os projetos de implantação de povoamentos de eucalipto devem considerar a viabilidade técnico-econômica, uma vez que empregam volume de capital e tem um longo período de retorno. Dessa forma, a escolha de áreas com potencial para exploração florestal, vai também depender diretamente da análise da rentabilidade do transporte da madeira e da remuneração do mercado consumidor.

#### **2.3.4. Operações realizadas na atividade florestal**

A atividade de produção florestal compreende diversas etapas a serem realizadas do plantio até a colheita, e são classificadas primariamente em implantação, manejo e exploração florestal. Alguns aspectos relevantes para o entendimento da influência do ambiente no planejamento destas atividades serão detalhados a seguir, por serem passíveis de adaptação quando à forma de realização de acordo com as adversidades apresentadas em cada terreno, sendo fundamentais para condução adequada destas práticas.

##### **a) Implantação de povoamentos**

A implantação florestal compreende diversas práticas silviculturais, que englobam desde o preparo do solo (limpeza da área e coveamento), controle de formigas, definição do espaçamento e da adubação, dos tratos e manutenção, até o estabelecimento do povoamento no segundo ou terceiro ano após o plantio (PAIVA et al., 2008). O termo implantação refere-se ao primeiro plantio de floresta homogênea em cobertura vegetal primitiva, ou anteriormente utilizada com fins não florestais, em diversas condições de topografia, solo, altitude e clima.

As informações contidas nesse trabalho, com relevância para implantação de povoamentos, remetem-se fundamentalmente, à escolha da área e de plantio, utilização de máquinas e possíveis correções necessárias para a nutrição das plantas.

As atividades pertinentes ao processo de implantação consistem em preparo do solo, coveamento, distribuição de corretivos e fertilizantes e plantio, que podem ser realizadas ou não de forma mecanizada, de acordo com a mão-de-obra, rendimento e tecnologias disponíveis. A etapa de preparo do terreno objetiva diminuir a resistência do solo, propiciando melhor exploração do volume de solo pela árvore aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes (WICHERT, 2005). A subsolagem pode ser feita, se a presença de camadas adensadas indicar problemas ao desenvolvimento das raízes, sendo necessária a avaliação econômica para averiguar as possibilidades da utilização dessa prática em reflorestamentos de grande escala. As principais máquinas utilizadas nesses processos são tratores agrícolas de discos (grades e arados) e subsoladores. O plantio pode ser feito com plantadeira tracionada por trator sobre o sulco do subsolador ou em covas (SIMÕES FILHO et al., 1980). Anteriormente ao plantio é realizado o coveamento, em geral com dimensões 0,3m x 0,3m x 0,3m, em intervalos de espaçamento variável de acordo com o destino da produção, podendo também ser feitos através de sulcos, contra o declive. O plantio propriamente dito e a adubação são realizados durante o período chuvoso dispensando, na maioria das vezes, o uso de irrigação. Existem equipamentos adaptados para realizar o sulco e a adubação de forma favorável ao desenvolvimento das plantas, com rendimento satisfatório e eficiência no uso das máquinas e da mão-de-obra empregada (SANCHES et al., 1995).

O preparo prévio do solo, através de roçada, queima ou herbicidas, é fundamental para o acesso de máquinas e pessoas, além de facilitar o processo de plantio e adubação. O uso de produtos químicos no controle da vegetação rasteiras, como glifosato (FONSECA et al., 2007), e da limpeza através de queimada deve ser evitado, uma vez que prejudica de forma geral a fauna do solo prejudicando em longo prazo a sustentabilidade da produção florestal (WICHERT, 2005), sendo preferencial o uso de foice e/ou roçadeira para a limpeza e manutenção do terreno. O cultivo mínimo tem sido utilizado por algumas empresas na implantação e principalmente na reforma de povoamentos, contribuindo de forma positiva para a ciclagem de nutrientes, manutenção da umidade do solo, além de minimizar as perdas por erosão (SANCHES et al., 1995).

Uma vez constatado a ocorrência de formigas cortadeiras e cupins de raiz, na área de plantio é necessário cuidados para evitar perdas significativas de produtividade. Este é feito anteriormente e durante o desenvolvimento do eucalipto, sendo mais intenso nos primeiros anos. O caso de ataque por cupins deverá ser acompanhado por técnico especialista e ser feito antes do plantio através do uso de solução cupinicida e fosfato monoamônio (FONSECA et al., 2007).

A caracterização dos solos e o caminhamento na área são importantes para o mapeamento do uso do terreno, pois fornecem informações sobre a estruturação física do solo, adensamento, pedregosidade, susceptibilidade à erosão além de servir de subsídio para as decisões práticas consideradas anteriormente.

## b) Manejo de florestas plantadas

A madeira oriunda das florestas plantadas é principalmente utilizada para produção industrial de celulose e papel e para fins energéticos, com ciclo de corte entre 5 a 7 anos de idade, em um regime que permite até 3 rotações sucessivas e econômicas, com reformas aos 21 anos. No caso de manejo de florestas com produção de madeira para serraria e laminação a rotação pode chegar até 25 ou 30 anos.

O espaçamento é influenciado pelos fatores disponibilidade de água, luz e nutrientes, uma vez que este é condicionante da competição entre as plantas. Generalizando, quanto menor a capacidade de suporte da área em relação a esses fatores maior deve ser o espaçamento e menor a densidade de plantio. No entanto, cada situação deverá ser estudada cuidadosamente para a escolha do espaçamento adequado, pois o comportamento das espécies também é diferente quanto a esta variável. STAPE (1989) relata altas taxas de mortalidade e dominância para o *E. saligna* em espaçamentos menores, mesmo em solos profundos, férteis e sem déficit hídrico enquanto que o *E. grandis* suporta melhor, em tais condições, um menor espaçamento.

A produção florestal busca sempre a eficiência na utilização dos recursos ambientais, o que implica a adoção de técnicas silviculturais para garantir a qualidade do povoamento de acordo com a finalidade de uso da madeira. Para isso, as práticas de manejo em plantações de eucalipto compreendem desrama dos galhos, quando o objetivo é melhor qualidade para serraria e a adoção de sistemas de corte raso com rebrota (talhadia simples), ou desbaste seletivo com rebrota. O desenvolvimento do eucalipto é constituído de incremento expressivo em fitomassa durante a fase juvenil. O crescimento da copa diminui gradativamente com a idade, enquanto que a massa do fuste continua aumentando de forma exponencial. Segundo POGGIANI (1980) a rapidez do crescimento inicial associada com a elevada densidade arbórea (5400 árvores/ha), para o *E. grandis* cortado aos 2,5 anos de idade, produz 99 toneladas de matéria seca, porém é necessário, diante deste regime intensivo de exploração, investimento considerável de capital com fertilizantes e práticas de manejo. A realização de desbastes seletivos depende do espaçamento inicial, desenvolvimento do povoamento e da finalidade da produção, buscando maiores incrementos no diâmetro das árvores remanescentes e usos mais nobres da madeira. Em plantios destinados à celulose e carvão, normalmente não se adota práticas de desbaste e desrama, uma vez que estes prezam incremento em biomassa e não em qualidade, e o espaçamento adotado, em geral, é menor que o utilizado para serraria, postes, extração de óleos essencial.

O processo de desrama é realizado até o 3º ano do plantio, visando a produção de madeira sem nós e com melhor qualidade, principalmente para serraria. Algumas espécies de eucalipto apresentam desrama natural, não sendo necessária a realização desta prática (FONSECA, 2007).

A maioria das empresas no Brasil realiza a exploração da madeira através de cortes rasos sucessivos. A grande variação das condições ecológicas e edafoclimáticas de cada região provocam comportamentos diferenciados de regeneração (RIBEIRO et al., 1987), portanto torna-se necessário o tratamento da brotação, eliminando os brotos secundários e de qualidade inferior (GOLFARI, 1980). Práticas como adubação e limpeza em torno das cepas podem ser realizadas a fim de aumentar o percentual de regeneração e vigor dos brotos após o corte (RIBEIRO et al., 1987). A umidade do solo é condicionante para o sucesso do desenvolvimento das brotações, o que reforça a opção de abandono dos resíduos culturais no talhão, de forma a diminuir a perda de água do solo.

### **c) Colheita florestal**

Em empresas florestais, o custo da atividade de exploração dos plantios é sem dúvida o mais dispendioso, quando comparado com as demais etapas da produção. Por essa razão é necessário planejamento adequado para o corte, arraste e transporte do material produzido, levando em consideração as adversidades do terreno, que influi no rendimento do maquinário utilizado.

Os sistemas de colheita florestal são definidos como conjunto de atividades integradas que viabilizam o fluxo da madeira evitando pontos de estrangulamento e permitindo o máximo rendimento dos equipamentos utilizados (MACHADO, 2008). A escolha do sistema específico para cada situação, depende de fatores como, declividade, tipo de solo, rendimento do povoamento, uso final da madeira, equipamentos e recursos disponíveis.

Existem no mercado diversas máquinas específicas para cada etapa da colheita florestal. As fases da colheita são divididas em derrubada, desgalhamento, traçamento, descascamento, extração, carregamento e descarregamento. A combinação de equipamentos, máquinas e tratores agrícolas adaptados, deve ser planejada de forma cuidadosa otimizar o rendimento das máquinas e mão-de-obra empregada. Em geral quanto maior o grau de mecanização, maiores ganhos em produtividade são alcançados, porém devem ser consideradas as variáveis do terreno para permitir essa relação. A utilização qualquer equipamento depende de estudos econômicos, assistência técnica do fornecedor e treinamento dos operadores, além da infra-estrutura mecânica especializada e manutenção preventiva.

Os tratores utilizados nas operações de colheita florestal são pesados, com alta potência e velocidade de deslocamento, porém o tráfego intenso de máquinas na área de plantio pode causar a compactação do solo, conseqüentemente maior escoamento superficial e erosão, além de danificas as cepas. Os principais equipamentos e máquinas utilizadas no processo de colheita florestal, segundo MACHADO (2008) são: motosserra, ‘Feller-buncher, Harvester’ (derrubada, desgalhamento e traçamento), tratores adaptados com guinchos ou caçambas, ‘Forwarders, Skidders’ ou até cabos aéreos (baldeio), gruas hidráulicas ou também ‘Forwarders’ (carregamento). O descascamento, quando realizado em campo, pode ser feito pelo ‘Harvester’ ou equipamentos utilizados no processamento, enquanto que na indústria é feito através de tambores rotativos.

## **2.4. Comportamento das Espécies de Eucalipto nas Diferentes Condições de Sítio**

É fato conhecido que, a maioria dos eucaliptos possui características comuns, como a não tolerância à competição por luz, possibilidade de opções de variedades genéticas através de cruzamentos inter e intra-específicos para diferentes condições edafoclimáticas, alta variabilidade natural das espécies em função da zona de ocorrência. Segundo FERREIRA (1979) essas características são fundamentais na escolha da espécie correta e procedência das sementes, que juntamente com a produção de mudas, técnicas adequadas de implantação e manejo das florestas, condicionam o estabelecimento de florestas produtivas.

Dentro de uma mesma região climática, porém com diferenças topográficas podem ocorrer o aparecimento de ecótipos (SPURR & BARNES, 1980, citado por BARROS, 1990), que apresentam diferentes exigências nutricionais e hídricas. Estas observações podem explicar alguns casos em que não aconteçam as respostas esperadas, contradizendo a sentença que há

semelhança no comportamento da espécie quando implantada em condições climáticas similares. No entanto, a introdução de espécies exóticas de rápido crescimento, mesmo que o local de origem apresente as mesmas características climáticas da área de destino, dificilmente apresentará também as mesmas características edáficas (POGGIANI, 1980) e mesmo as espécies florestais pouco exigentes nutricionalmente, poderão apresentar deficiências que devem ser sanadas com adição de fertilizantes minerais.

A variabilidade ecológica entre as diferentes regiões fisiográficas brasileiras é marcante, e para fins de avaliação de um ambiente é necessária a segmentação de parâmetros específicos da paisagem para compreender as diversas interações existentes (BARROS, 1990).

A **Tabela 1** reúne diversas características ambientais das áreas de origem e ocorrência das espécies consideradas neste estudo, bem como a tolerância aos diversos fatores condicionantes do desenvolvimento, que adiante servirão como base para as análises e recomendações, uma vez que a adequação espécie x sítio é fundamental para produtividade dos plantios comerciais. Os dados utilizados como base para construção da tabela foram adaptados de diversas publicações, respeitando a amplitude de variação adotada pelos autores.

FERREIRA (1989) destaca que as espécies introduzidas, em condições ambientais similares às da área de ocorrência natural, podem apresentar superioridade produtiva em relação às espécies nativas. A escolha da espécie a ser introduzida, tendo em vista o propósito de uso, vai depender diretamente da qualidade do sítio e seus aspectos climáticos, uma vez que vão interferir na atividade vegetativa das plantas, pois esta é em grande parte dependente da disponibilidade de água e translocação de nutrientes. Segundo FERREIRA (1981) quando uma espécie possui ampla área de distribuição na região de origem, existe a probabilidade que esta se adapte melhor aos diferentes tipos de precipitação.

O aspecto geral da vegetação original reflete as condições de solo e clima de um local, desconsiderando as possíveis interferências antrópicas, por isso funciona como bom indicador, da possível reação da espécie a ser implantada sob tais condições.

A **Tabela 2** diferencia as espécies em relação ao regime de chuvas, formação florestal original e drenagem do solo, sendo possível inferir algumas considerações sobre a adaptação da espécie ao ambiente de destino. Tratando-se da exigência em qualidade de sítio, o *E. grandis* entre as demais espécies, destaca-se por necessitar de chuvas uniformemente distribuídas, solos com boa drenagem em local natural de ocorrência de florestas pluviais tropicais ou subtropicais. Em contrapartida, o *E. citriodora* e *E. camaldulensis* apresentam uma maior tolerância aos períodos secos de verão, à variação das tipologias originais de vegetação, sendo o primeiro mais adaptado aos solos bem drenados e o segundo, a ambientes mal drenados.

**Tabela 1.** Espécies de eucalipto, características fisiográficas e aspectos comportamentais.

Espécies	Características Fisiográficas			Aspectos Comportamentais		
	Temperatura (C°)máx,mín	Precipitação Anual (mm)	Altitude (m)	Déficit Hídrico	Deficiência de Oxigênio	Geadas
<i>E. grandis</i>	32 a 3 (1, 6)	1000 a 3500 (1, 5)	0 a 1250 (1, 2, 7)	Moderada, até 3 ms (1, 2, 4)	Pouco tolerante (3)	Sensível a moderada (1, 2, 8)
<i>E. saligna</i>	33 a 2 (1, 6)	800 a 1800 (1, 6, 7)	0 a 300 (1)	Moderada, até 3 ms (1, 4)	Pouco tolerante (3, 6, 7)	Tolerante (1)
<i>E. urophylla</i>	30 a 8 (1, 7)	1000 a 1500 (1)	300 a 3000 (1, 2, 7)	Moderada, Até 4 ms (1, 2, 4, 7)	Sensível (3)	Sensível (1)
<i>E. pellita</i>	33 a 12 (6, 7)	900 a 2400 (7)	0 a 800 (7)	Sensível a secas severas (7)	Moderado a tolerante (3, 7)	Pouco tolerante (7, 8)
<i>E.camaldulensis</i>	40 a -3 (6, 7)	250 a 625 (5, 7)	20 a 700 (2, 7)	Tolerante, 4 a 8 ms (2, 3, 7)	Tolerante (3, 5)	Suporta geada leve (2, 7)
<i>E. citriodora</i>	35 a 5 (7)	625 a 1000 (7)	70 a 1000 (2, 7)	Tolerante, 5 a 7 ms (2, 7)	Sensível (3, 6)	Sensível, Suporta geada leve (2, 7, 8)
<i>E. clöziana</i>	29 a 8 (7)	1000 a 1600 (7)	60 a 900 (7)	Sensível a Moderada, Até 4 ms (7)	Sensível (3)	Sensível, Suporta geada leve (7, 8)

Fonte: 1- STAPE, 1989; 2- CARNEIRO et al., 2006; 3- GOLFARI, 1980; 4- FLORENCE, 1981, CITADO POR LIMA, 1993; 5- BOLAND et al., 1984, CITADO POR BARROS, 1990; 6- BARROS, 1990; 7- FERREIRA, 1979; 8-FERREIRA, 1990

**Tabela 2:** Espécies e qualidade do sítio (drenagem, formação, chuvas)

Espécies	Formação Florestal Original				Regime de Chuva			Drenagem	
	Pluvial Tropical/ Subtropical	Tropical Cadu- cifólia	Cerradão/ Campo- Cerrado	Campos -Gerais	Uni- forme	V.úmido/ I. seco	V.seco/ I.úmido.	Lenta ou imped	Boa drenag.
<i>E. grandis</i>	X				X				X
<i>E. saligna</i>	X	X			X	X			X
<i>E.pellita</i>		X				X		X	
<i>E. urophylla</i>		X	X	X		X			X
<i>E.camaldulensis</i>			X	X		X	X	X	
<i>E.citriodora</i>		X	X	X			X		X
<i>E. clöziana</i>	X	X	X			X			X

Fonte: FERREIRA, 1990; IBGE, 1991; GOLFARI, 1980; BARROS, 1990 adaptados.

## **2.5. Fatores Ambientais Condicionantes da Produtividade dos Plantios de Eucalipto**

A implantação de povoamentos de eucalipto geralmente demanda áreas extensas, que na maioria das vezes acarreta alguma limitação quanto à qualidade do sítio. Analisando a produção de diversas áreas da região sudeste do Brasil, BARROS (1990) correlaciona a existência de grandes maciços de eucaliptos com o potencial biológico de produção, sendo dependente da água disponível e fertilidade natural dos solos.

Os levantamentos pedológicos detalhados ou semidetalhados reúnem diversas informações sobre as características do solo (físicas, químicas e morfológicas), vegetação original, geologia, relevo, que apresentam relativa estabilidade constituindo um importante grupo de indicadores para a interpretação do comportamento do solo diante às modificações decorrentes do tipo de utilização que se faça. Diversos autores no Brasil utilizam como fonte básica de dados, em suas metodologias de classificação do potencial produtivo das terras para fins silviculturais, o levantamento de solos (GONÇALVES, 1988).

A compreensão do grau de influência das características edáficas sobre o desenvolvimento das diferentes espécies de eucalipto é fundamental para o sucesso do plantio, possibilitando a adequação da espécie de acordo com a capacidade produtiva do sítio. Além da interação dos fatores ecológicos, o potencial de crescimento dos povoamentos é aliado aos condicionantes econômicos da produção (GOLFARI, 1980).

A definição da área mais apta à implantação de plantios de eucalipto, como destacado anteriormente, implica na interpretação dos fatores ambientais limitantes e no nível em que se expressam em determinado local. A seguir são detalhados os parâmetros para avaliação do sítio e sua relação com o desenvolvimento do eucalipto.

### **a) Profundidade efetiva**

As culturas perenes, principalmente as florestais, apresentam sistema radicular profundo, explorando um grande volume de solo em busca de estabilidade estrutural, água e nutrientes. A profundidade útil do solo influi diretamente na avaliação da capacidade do sítio em garantir o pleno desenvolvimento da cultura, além de condicionar outras propriedades como, capacidade de retenção de água, oxigenação das raízes, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização. O crescimento do eucalipto pode ser limitado, mesmo em regiões com pluviosidade satisfatória, uma vez que solos rasos limitam o crescimento radicular, além de estarem frequentemente associados a relevos declivosos. Os solos extremamente arenosos, por outro lado, também podem apresentar problemas ao desenvolvimento de plantios, devido à acentuada pobreza em nutrientes, baixa capacidade de retenção causando estresse hídrico e pela falta de suporte estrutural para as árvores. Portanto a escolha da área para se implantar espécies arbóreas para produção vai depender primordialmente da capacidade do solo em oferecer as condições adequadas às necessidades da cultura, justificando sempre que possível a realização das análises pertinentes às características físicas e químicas em profundidade compatível com o sistema radicular da cultura que se pretende introduzir.

## **b) Fertilidade do solo**

A fertilidade do solo é definida através do balanço das concentrações dos elementos na solução do solo, as reações entre eles e as características ambientais que condicionam as relações solo-planta-atmosfera interferindo diretamente na dinâmica de absorção pela planta, tais como água, sistema radicular deficiente e a presença de camadas adensadas em superfície, por causar limitações à drenagem e ao crescimento das raízes pivotantes (FILHO et al., 1990). Dessa forma regiões com boa pluviosidade, solos com capacidade de retenção de cátions e água, aliado a sistemas de manejo mais conservadores e plantas com sistema radicular profundo são tão importantes para a nutrição vegetal quanto a adição de elementos minerais no solo através da adubação.

A presença de água no solo, condições de pH e poder tampão, bem como a matéria orgânica influenciam o transporte e disponibilidade dos nutrientes na solução do solo. Baixos teores de pH normalmente condicionam a alta atividade de alumínio e de alguns micronutrientes (manganês e ferro), e baixa disponibilidade de outros como fósforo, causando menor eficiência da fertilização mineral adicionada (BARROS, 1990). Nesses plantios, a produtividade satisfatória depende da correção do alumínio trocável no solo e da adição de fertilizantes minerais.

O eucalipto, quando comparado com culturas agrícolas, em termos de fertilidade do solo é menos exigente, apresentando diferentes mecanismos de adaptação.

Alguns estudos citados por BARROS (1990), procuram explicar o comportamento do eucalipto em relação ao alumínio em excesso no solo, através da capacidade de manter a translocação de fósforo e cálcio (FOY, 1974), exclusão de Al do metabolismo celular (HUMPHREYS & TRUMAN, 1972), redução da atividade do alumínio pela complexação por ácidos orgânicos (MULLETTE et al., 1974). Existem controvérsias sobre a influência do Al trocável no solo, nos mecanismos de absorção de nitrogênio pelo eucalipto e na forma em que está disponível na solução do solo, porém a falta de estudos não permite atribuir conclusões definitivas. A preferência da forma de absorção do nitrogênio, amoniacal ou nitrato, é dependente das condições gerais do ambiente.

Como exemplo dessas considerações, os solos do cerrado geralmente com elevada acidez e distrofismo, espera-se que a forma amoniacal seja mais significativa para a nutrição de algumas espécies de eucalipto, economizando energia devido à incorporação imediata desse elemento a compostos metabólicos (BARROS, 1990). Outra hipótese, de acordo com os estudos de VALE et al. (1984) e BASSIONI (1973), citados por BARROS (1990), é que a presença do alumínio tende a aumentar a absorção de nitrato devido à redução no potencial negativo da raiz.

As reações metabólicas que envolvem o nitrogênio, também condicionam a absorção de fósforo, uma vez que a conexão destes é de fundamental importância para a síntese de proteínas, enzimas e conseqüente desenvolvimento da planta.

A dinâmica da movimentação de fósforo no solo é diferenciada dos demais elementos fundamentais, devido à baixa mobilidade deste mesmo quando aplicado de forma solúvel, sendo intimamente dependente das condições de textura, pH e matéria orgânica. A deficiência de fósforo na maioria dos solos cultiváveis no Brasil justifica a adição de fertilizantes fosfatos (de baixa ou alta solubilidade) para suprir as necessidades das culturas (NOVAIS et al., 2007).

As necessidades em bases como cálcio e magnésio pelo eucalipto, são bem inferiores quando comparada com culturas agrícolas, apresentando de modo geral uma relação ótima em torno de 4:1, respectivamente (BARROS, 1990). A realização de calagem prévia ao plantio

quando necessária, além de reduzir o alumínio trocável, aumentar os valores de pH, proporciona a adição desses elementos no solo. O cálcio tem papel fundamental na formação de tecidos, apresentando pouca mobilidade dentro da planta, de acordo com desenvolvimento da floresta sua deficiência é observada nas gemas e ramos mais jovens (STAPE, 1989). O magnésio é essencial principalmente para a produção de clorofila. A necessidade de adição desses elementos pode ser minimizada ou até nula, se deixados no talhão, resíduos da colheita (galhos, folhagem e cascas).

O potássio, importante para controle osmótico e estabilidade da parede celular, é elemento que se apresenta deficiente em algumas condições ambientais, com alta pluviosidade, textura arenosa, declive acentuado que facilitam sua lixiviação. A maioria dos plantios brasileiros conta com adição de potássio em fórmulas compostas, podendo ou não ser repetida em determinadas épocas, de acordo com susceptibilidade à perda deste, como relatado anteriormente. Porém as respostas à aplicação de potássio são relativamente menores, quando compara com o efeito da adição de fósforo. A demanda deste elemento para os eucaliptos, de forma geral, aumenta com a idade e a exaustão deste no solo, podendo causar problemas críticos no futuro (BARROS, 1990), se não prevenidos com a adição de potássio mineral adequada.

Estudos do efeito dos teores de enxofre sobre a produtividade do eucalipto são escassos, apesar de ser um macronutriente muito importante, principalmente pelas interações com nitrogênio e fósforo fundamentais para atividade metabólica da planta. Provavelmente a pouca atenção dada a este elemento advém da presença dele em diversos tipos de fertilizantes nitrogenados e fosfatados. A restrição no crescimento do eucalipto devido à deficiência de enxofre no solo tem sido observada quando existe adição de elevadas quantidades de nitrogênio e fósforo, evidenciando a importância do equilíbrio entre esses elementos.

Algumas condições ambientais relativas à precipitação, características do solo e da própria espécie (variedade, clone), podem induzir a deficiência de micronutrientes, (principalmente boro e zinco), ou elevação dos teores apresentando toxidez às plantas (ferro e manganês). Os estudos em função da deficiência de cobre e molibdênio são escassos, alguns exemplos foram citados por BARROS (1990) sobre sintomas de deficiência de cobre em *E.saligna*, porém estes são casos isolados, sendo possível predizer que os teores presentes em solos tropicais devem ser suficientes para suprir as necessidades do eucalipto. O molibdênio é essencial para a formação de enzimas utilizadas na assimilação de nitrogênio, porém é muito difícil sua análise e aparentemente pouco limitante ao crescimento do eucalipto.

### **c) Água disponível (relação com a drenagem do solo) e geadas**

A água apresenta diversos papéis fundamentais para a existência de qualquer organismo da superfície terrestre, tanto como transportador de nutrientes, como equilíbrio térmico, e manutenção fisiológica do metabolismo celular. A drenagem do perfil é diretamente dependente da porosidade do solo, densidade aparente, coesão, textura e da presença de impedimentos de ordem física. O excesso de água no solo implica diretamente na deficiência de oxigênio, ocasionando limitações drásticas no desenvolvimento dos povoamentos. Algumas espécies apresentam certa tolerância, podendo ou não corresponder à produtividade esperada, já que a presença de água no solo induz reações físico-químicas que podem levar à toxidade do eucalipto, principalmente por ferro e manganês na forma reduzida (BARROS, 1990).

Embora existam diversos mitos, no que diz respeito à relação de espécies de eucalipto e o consumo de água dos sistemas, existem estudos que esclarecem algumas razões dessa

generalização, sugerindo que os eucaliptos não diferem tanto de outras espécies florestais quanto a esse aspecto. Em termos de consumo de água, quando comparados os plantios florestais com agrícolas, há eficiência de utilização significativamente superior nas florestas plantadas. Uma das hipóteses é de que plantas com sistema radicular profundo absorvem água de camadas superficiais, quando há água disponível ou de camadas mais profundas quando há deficiência desta em superfície. (SANS, 1985, citado por BARROS, 1990)

A generalização do consumo de água por espécies de eucalipto, tem sido amplamente discutida entre pesquisadores e alguns resultados vêm aparecendo para esclarecer essas questões. Algumas espécies como, *E. regnans*, *E. marginata*, *E. obliqua* apresentam pouca tolerância às condições de estresse hídrico, e podem influenciar no deflúvio das bacias hidrográficas (LIMA, 1993), enquanto que espécies como *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, entre outros, apresentam um consumo de água mais conservador nos meses secos, o que em parte explica o sucesso destas em climas tropicais e subtropicais. Em regiões de clima temperado são comumente utilizados o *E. dunnii* e *E. viminalis*, não apresentando relevância para este estudo, uma vez que o desenvolvimento destas espécies nas condições climáticas reinantes no país não é satisfatório e pouco estudado.

De forma geral, as procedências de regiões com chuvas predominantes no verão e o inverno é seco, sem geadas, tem seu crescimento reduzido em função da seca invernal, enquanto que as espécies que requerem chuvas predominantes invernais e verões secos possuem geralmente, dois períodos de inatividade provocados pelo frio do inverno e pela seca do verão (FERREIRA, 1990). Sendo assim a disponibilidade de água no solo e os diferentes mecanismos fisiológicos que regulam a abertura estomática e conseqüentemente, a liberação de difusão do vapor de água para a atmosfera, podem afetar a produtividade do eucalipto. (SOUZA, 2006 citado por CARNEIRO et al., 2008)

#### **e) Relação com a erodibilidade dos solos**

Os processos erosivos que comumente ocorrem nos plantios florestais estão ligados às chuvas, tanto pelo impacto na superfície do solo quanto pelo escoamento superficial. Em ambos os casos, as perdas podem ser minimizadas com a adoção de práticas adequadas de manejo do solo. O equilíbrio entre a coesão e infiltração do solo condiciona a entrada da água no sistema, à exemplo disso solos como os argissolos, definidos por apresentar gradiente textural, possuem pequenas taxas de infiltração tornando-os mais susceptíveis à ação dos agentes erosivos. O trânsito de máquinas bem como à exposição do solo sem proteção da vegetação, por diferentes meios, contribuem para a aceleração desses processos.

Estudos sobre erodibilidade indicam que às perdas por erosão ocorrem durante os primeiros anos de plantio, até o estabelecimento do povoamento, sendo esse quadro revertido após o fechamento das copas e acomodação da superfície do solo (MARTINS et al., 2003). Alguns estudos citados por LIMA (1993) entre eles o de AVOLIO et al. (1980) são interessantes, pois através da medição da vazão e quantificação da perda de solo (equação universal das perdas de solo), os resultados preliminares apresentaram efeito positivo do desenvolvimento de plantações de eucalipto sobre o controle do escoamento superficial e das perdas de solo por erosão. O autor conclui que, dependendo das condições, as plantações de eucalipto podem apresentar efeitos significativos no controle dessas perdas de solos no sistema.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Sistemas de Avaliação da Aptidão das Terras para Fins Florestais

A classificação da capacidade de utilização das terras através de sistemas de avaliação da aptidão leva em conta tanto fatores edafoclimáticos como os tipos de culturas. As classes de aptidão representam um agrupamento de terras cujo conjunto de qualidades e limitações lhe conferem condições semelhantes de utilização.

O S.A.A.T. (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995), por ser o método mais utilizado no Brasil para fins de avaliação da aptidão das terras, será a referência para as modificações propostas nesse trabalho. Já que esse sistema prioriza a produção agrícola, seus critérios tornam-se muito rigorosos à implantação de povoamentos florestais, e serão analisados detalhadamente.

Os fatores limitantes utilizados nesse sistema são: fertilidade, deficiência de água, deficiência de oxigênio, susceptibilidade à erosão, impedimentos à mecanização.

##### a) **Fertilidade:**

A combinação de critérios como, soma e saturação de bases, balanço nutricional, alumínio trocável, condutividade elétrica, determinam os diferentes graus de limitação. Sendo considerado Nulo, para o fator fertilidade, um solo que apresenta  $V\% > 80$ ;  $S > 6$  cmolc por kg de solo; alumínio  $< 0,3$  cmolc por kg de solo; condutividade elétrica  $< 4$  dS  $m^{-1}$  não respondendo significativamente à adubação. Seguindo este raciocínio um solo com grau de limitação Ligeiro, Moderado ou Forte apresentam limitações progressivamente maiores e o grau Muito Forte é definido como extremamente pobre em nutrientes, ou salino, ou sódico e/ou tiomórficos.

##### b) **Deficiência de água:**

A entrada de água no sistema se dá diretamente pela precipitação, portanto um critério para a indicação da presença de água é a classificação da vegetação original. Critérios físicos como profundidade do solo, textura, topografia, presença de sais, também são considerados para a avaliação desse fator.

Dessa forma, solos definidos como de grau Nulo quanto à deficiência de água devem apresentar boa drenagem interna, estar em ambiente com precipitação bem distribuída, livre de estação seca, vegetação de várzeas, campos hidrófilos, sub-tropicais úmidos, baixa concentração de sais solúveis. Em contrapartida, ambientes de caatinga hipoxerófila, 7 a 9 meses secos, baixa precipitação ( $< 500$ mm) e alta concentração de sais solúveis, apresentam um grau de limitação Forte a Muito Forte.

##### c) **Deficiência de oxigênio:**

O critério fundamental para a avaliação do fator oxigênio nesse sistema é a drenagem do solo. Sendo considerados Nulos os solos bem a excessivamente drenados, e Forte a Muito Forte solos mal drenados e sujeitos a inundações frequentes. Portanto um ambiente que apresente má drenagem terá grau Nulo quanto à deficiência de água, porém pode ser restrito pela limitação ao

oxigênio. Projetos de irrigação e drenagem não são previstos como possibilidade de melhoramento neste sistema.

#### e) **Suscetibilidade à erosão**

A susceptibilidade à erosão está intimamente ligada a critérios como classes de declive, textura, e uso atual do solo, que deve ser descrito juntamente com as análises, físicas e químicas, nos levantamentos de solo.

Um solo considerado de grau Nulo, quanto esse fator, deve ser de topografia plana ou praticamente plana (0 a 3%) e apresentar boa permeabilidade, e sem indícios de sulcos ou voçorocas. De forma contrária, impedimentos Fortes a Muito Forte se darão em solos com declive de 20 a 45% ou maior, podendo apresentar sulcos, voçorocas e dispendiosas práticas de controle, podendo ser antieconômica a utilização destes solos para produção.

#### e) **Impedimento à mecanização**

A topografia é um critério intrínseco à realização de operações mecanizadas. Terrenos planos (0-3%) que proporcionam um rendimento (número de horas de trabalho usadas efetivamente) do trator superior a 90%, em declives de 20 a 45%, considerados fortes, o rendimento deste é inferior a 50%, sendo agravado pela presença de pedregosidade, rochiosidade, que normalmente são associadas a essas condições de relevo. Outro fator que limita a mecanização é a má drenagem, pequena profundidade efetiva do solo e presença de sulcos ou voçorocas.

A análise da qualidade das terras no S.A.A.A.T é aplicada a diferentes níveis de manejo, portanto o fator que apresenta maior restrição poderá ser bom, regular ou restrito para determinado nível, já que dependendo da natureza e intensidade da limitação, mais dispendiosas serão as práticas de melhoramento, que implica em conhecimento técnico e investimento de capital.

O quadro-guia, apresentado na **Tabela 3**, é utilizado para orientação da classificação da aptidão e considera os grupos 1, 2, 3 aptos para culturas anuais (lavouras), podendo ou não apresentar restrições a determinado nível tecnológico. Sendo assim, as demais utilizações (agrícola, silvicultural ou pastoris) são viáveis para essas áreas. Em função do grau de limitação para determinado fator ao exceder os limites toleráveis para utilização agrícola será enquadrado como bom, regular ou restrito para pastagem plantada (grupo 4), pastagem natural ou silvicultura (grupo 5). O grupo 6, por considerar uso destinado para áreas de preservação, é enquadrado desta forma por apresentar limitação forte ou muito forte para os fatores avaliados, portanto a utilização dessas terras não é passível de melhoramento ou é inviável economicamente.

A interpretação das condições de campo, através dos parâmetros indicadores, gera uma série de combinações entre fatores limitantes e níveis de manejo correspondentes a classes de aptidão de acordo com os grupos de uso do solo (lavoura, pastagem plantada e natural, silvicultura e área de preservação). A classe de aptidão para um determinado terreno, considera os diferentes níveis tecnológicos, sendo definida em função do grau de limitação mais expressivo de qualquer um dos fatores que influenciam a sua utilização.

**Tabela 3:** Quadro guia para a região tropical úmida (Fonte: Ramalho Filho & Beek, 1995).

Aptidão Agrícola			Graus de limitação para os níveis de manejo A, B e C														
Grupo	Subgrupo	Classe	Fertilidade			Def. H <sub>2</sub> O			Def. O <sub>2</sub>			Erosão			Mecanização		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	1 ABC	Boa	N/L	N/L <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	L/M	L/M	L/M	L	L <sup>1</sup>	N/L <sup>1</sup>	L/M	N/L <sup>1</sup>	N <sup>2</sup>	M	L	N
2	2 abc	Regular	L/M	L <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>	M	M	M	M	L/M <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>	M	L/M <sup>1</sup>	N/L <sup>2</sup>	M/F	M	L
3	3 (abc)	Restrita	M/F	M <sup>1</sup>	L/M <sup>2</sup>	M/F	M/F	M/F	M/F	M <sup>1</sup>	L/M <sup>2</sup>	F	M <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>	F	M/F	M
4	4 P	Boa					M			F <sup>1</sup>			M/F			M/F	
	4 p	Regular					M/F			F <sup>1</sup>			F <sup>1</sup>			F	
	4 (p)	Restrita		F <sup>1</sup>			F			F <sup>1</sup>			MF			F	
5	5 S	Boa					M			L <sup>1</sup>			F <sup>1</sup>			M/F	
	5 s	Regular					M/F			L <sup>1</sup>			F <sup>1</sup>			F	
	5 (s)	Restrita					F			L/M <sup>1</sup>			MF			F	
5	5 N	Boa	M/F			M/F			M/F			F				MF	
	5 n	Regular	F			F			F			F				MF	
	5 (n)	Restrita	MF			MF			F			F				MF	
6	6	Inapta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Os números seguidos de algumas letras indicam os níveis de melhoramento de deficiências apresentadas pelas terras.

### 3.2. Características da Área Utilizada para Validação da Proposta

As áreas utilizadas para a validação do sistema proposto estão sob propriedade da Aracruz Celulose S.A., em municípios do Estado do Espírito Santo. Os perfis selecionados foram descritos e devidamente mapeados, de acordo com a metodologia preconizada pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS), baseado no levantamento publicado pela EMBRAPA (2000). As classes de solo mapeadas e utilizadas para comparação dos sistemas foram: Latossolo Amarelo, Argissolo Amarelo, Espodossolo e Planossolo (EMBRAPA, 2006). As informações abaixo foram compiladas do relatório: “Levantamento generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz Celulose S.A. no Estado do Espírito Santo e no extremo sul do Estado da Bahia e sua aplicação aos plantios de Eucalipto”.

A formação geológica do local confere reserva mineral praticamente nula aos Latossolos e Argissolos, desenvolvidos sobre materiais da Formação Barreiras, podendo em alguns casos apresentar concreções ferruginosas em nível significativo. O relevo compreende basicamente os tabuleiros costeiros com superfície planas recortadas por vales relativamente profundos. A vegetação original predominante é classificada como floresta tropical subperenifólia, com muitas espécies sempre verdes no estrato superior, podendo ser “facultativamente decíduas” em estiagem seca severa. Em geral, a região apresenta estação seca de 2 a 3 meses e com precipitação média anual em torno de 1.000mm. É identificada de acordo com a classificação de Köppen como clima tropical úmido, sob os tipos climáticos Aw e Am, que representam respectivamente, estação chuvosa no verão e seca no inverno e ausência de estação seca pronunciada.

Os Latossolos Amarelos, de forma geral, são acentuadamente a bem drenados apresentando alto grau de intemperismo, com baixa capacidade de troca de cátions e saturação em bases trocáveis. Esta classe de solos possui textura argilosa a média, com horizonte B latossólico, acentuadamente a bem drenado, baixa atividade de argilas e destacam-se dos demais Latossolos pelo maior grau de coesão entre os elementos estruturais e conseqüentemente aumento da densidade aparente e diminuição da permeabilidade. O perfil que representa esta classe, utilizado para a avaliação, situa-se em terço médio de elevação, com declive de 1%, sob pastagem. A pedregosidade e rochosidade estão ausentes e não apresenta erosão aparente.

Os solos classificados como Argissolos Amarelos são fortemente a moderadamente drenados, com textura variando de arenosa a média superficialmente e de média a argilosa subsuperficialmente, apresentando gradiente textural e transição abrupta entre esses horizontes. O perfil que representa essa classe de solo tem erosão laminar ligeira, sem pedregosidade ou rochosidade, com drenagem variando de excessiva a moderadamente drenado, com mosqueado a partir de um metro de profundidade. Está localizado em área de relevo plano (1% de declive), sob cobertura de eucaliptos.

Os Planossolos são relativamente pouco profundos, apresentando textura arenosa a média ou argilosa, com gradiente textural e transição abrupta, com argila de atividade baixa e saturação por bases baixa, e por alumínio alta. A drenagem varia de excessiva a imperfeita em horizontes mais profundos, apresentando mosqueado, estrutura com aspecto de maciça, não apresentando erosão pronunciada, devido ao relevo plano, porém sendo susceptíveis à erosão laminar ligeira. A área avaliada, que corresponde a essa classe de solo, é situada em terço superior de elevação, sem pedregosidade ou rochosidade, em relevo plano (2% de declive), sob cobertura de eucalipto.

Os Espodossolos são caracterizados por apresentar horizonte B espódico, arenoso e com baixa saturação em bases, podendo apresentar horizonte cimentado subsuperficialmente, que dependendo da intensidade e profundidade chega a causar problemas ao desenvolvimento do eucalipto. A permeabilidade desses solos, em geral é rápida superficialmente e lenta nos horizontes mais profundos. A textura arenosa, bem como a variação da drenagem, implica em intensa lixiviação, conferindo a estes solos pouca riqueza de macro e micronutrientes e elevada acidez. O perfil que representa esta classe encontra-se em terço médio, sem pedregosidade ou rochosidade, com declive de 1%, sob pastagem degradada. A vegetação original dessa área, segundo o relatório, é composta por fase campo de restinga e floresta perenifólia e restinga. A área sob estudo, é classificada como fortemente drenada e extremamente arenosa em todo o perfil.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise Crítica dos Sistemas de Avaliação da Aptidão das Terras

A classificação de sítios florestais a partir de características que possam atribuir qualidade e capacidade produtiva pode ser baseada em diversos métodos. As variáveis dendrométricas (diâmetro, altura, idade, ...) e variáveis de sítio (solo, clima, sub-bosque, ...) ou a combinação de ambas, tem sido utilizada por pesquisadores como fonte de dados para desenvolvimento de tais metodologias (HAGGLUND, 1981; citado por GONÇALVES, 1988). As variáveis de sítio são utilizadas em primeira instância, e inspiram o presente trabalho, justamente pela possibilidade de predição do desenvolvimento da cultura, não descartando os métodos diretos de análise da capacidade produtiva, após o estabelecimento do povoamento.

A definição de sítio segundo HUSCH et al. (1982), citado por FINGER et al. (1996) compreende a interação entre fatores climáticos, edáficos, topográficos e a possível alteração antrópica na competição entre os seres vivos favorecendo ou não o desenvolvimento de populações, através de técnicas de preparo do solo, adubação, drenagem, irrigação, entre outras.

Os levantamentos pedológicos, utilizados como base de informação nos sistemas de avaliação da aptidão florestal das terras, são ferramentas de suma importância, pois contém indicação dos limites físicos, variáveis climáticas e se fundamentam em critérios relativamente estáticos, que resumem as principais características ambientais e de formação da paisagem. De posse das informações pertinentes a área e a cultura em questão, é possível definir unidades de manejo com características afins quanto aos fatores limitantes à produtividade florestal e a possível influência desses no comportamento da espécie.

Segundo BARROS (1990) *“um sistema de avaliação de aptidão para eucalipto deve permitir, também o zoneamento das terras em classes de manejo de solos e orientar os usuários na definição de práticas mais adequadas a cada ambiente específico”*.

A setorização de áreas através do zoneamento ecológico de forma a agrupar características ecológicas (climáticas, edáficas, fisiográficas e biológicas) similares, visa orientar a escolha de espécies/procedências mais aptas, de acordo com as especificações tecnológicas requeridas (STAPE, 1989), além de facilitar recomendações de práticas de correção do solo e dos tratamentos culturais necessários a um bom desenvolvimento da cultura.

Os sistemas de avaliação da capacidade de uso das terras, quando aplicados em áreas destinadas à produção florestal apresentam diferentes diagnósticos, baseados nos critérios específicos e na prioridade do uso da terra compatível a cada um. Dessa forma, ao analisar a vocação florestal de uma área sob estes sistemas, alguns aspectos são discutíveis. No Sistema de Capacidade de Uso (LEPSCH, 1983), apesar da facilidade de compreensão e da classificação por atributos físicos, pouco afetados por intervenções humanas, a classificação do potencial de uso preza um foco conservacionista em detrimento de variáveis importantes para alcance da produtividade satisfatória, como a fertilidade do solo. As práticas silviculturais de manejo do povoamento e do solo, não são consideradas como viabilidade de melhoramento das restrições, em alguns sistemas. Assim como o S.C.A.A.T. (OLIVEIRA & SOSA, 1995), que considera a capacidade de uso da terra inerente ao risco de impacto decorrente do manejo que se faça, e por

isso exclui a utilização de áreas com declive forte ondulado para uso silvicultural, mesmo com manejo avançado (nível C), por não apresentar rendimento satisfatório das máquinas. A decomposição dos fatores diagnósticos, em detrimento do agrupamento das variáveis em função da natureza da restrição à produtividade, dificulta a avaliação específica sobre o fator limitante e a recomendação de práticas de melhoramento. Em contrapartida, por ser desenvolvido baseado nas características de uma região, permite classificar as terras mais restritas à agricultura como aptas a uso exclusivamente pastoril ou florestal.

O Sistema de Avaliação das Terras para Recuperação Ambiental, possui um caráter regional onde pretende integrar indicadores econômicos, sociais e ambientais na recomendação das áreas com prioridade de intervenção, utilizando como unidade de manejo microbacias hidrográficas e espacializando os dados através de ferramentas de geoprocessamento. A principal desvantagem desse sistema é a extrapolação da aplicação para outras regiões, devido ao ajuste dos critérios e variáveis que condicionam a prioridade de uso e a necessidade de um planejamento integrado para execução.

A maioria dos sistemas da avaliação da aptidão utilizados preza primordialmente a implantação de culturas agrícolas, sendo assim a metodologia de classificação é conduzida neste sentido. A metodologia proposta no S.A.A.A.T. não é diferente, pois adota como referência culturas anuais que são cultivadas sucessivamente em ciclos curtos, dividindo as terras mais “nobres” em subgrupos de acordo com o nível de manejo da lavoura, generalizando as áreas aptas à silvicultura, e reconhecendo apenas o nível tecnológico intermediário (nível B) como viabilidade de melhoramento. A aplicação desse sistema torna-se ineficaz quando a razão do investimento é a produção florestal, principalmente no que diz respeito ao nível de fertilidade e condições topográficas (GONÇALVES, 1988) que afetam diretamente na mecanização, erosão, profundidade do solo e condições de drenagem. Em alusão às considerações anteriores, o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, preconizado por RAMALHO FILHO & BEEK (1995), foi inicialmente conduzido para o cultivo de grãos de acordo com a necessidade da época em que foi desenvolvido, na década de 70.

As áreas classificadas neste sistema como aptas a fins silviculturais, pressupõem um nível de manejo intermediário (nível B) e apresentam limitações que as tornam inviáveis de serem utilizadas com culturas anuais. O fator de maior restrição para a utilização silvicultural, no nível tecnológico adotado para este sistema é a falta de oxigênio, seguida por escassez de água, impedimentos à mecanização, deficiência de fertilidade, e por último a susceptibilidade à erosão.

A incompatibilidade em se adotar este sistema para produção florestal se dá em primeira instância, pelo nível tecnológico considerado no S.A.A.A.T. A maior parte das florestas de produção do país corresponde a plantios em grandes áreas, com alto investimento de capital, que aliado à pesquisa e conhecimento técnico, tanto em melhoramento genético, tecnologia de exploração como em práticas silviculturais de condução dos povoamentos, definem o setor como de alto nível tecnológico, portanto de nível C e não B.

A redefinição dos parâmetros indicadores da capacidade das terras para o cultivo do eucalipto é justificável, devido ao comportamento particular apresentado por espécies do gênero em relação às características do ambiente, e pela importância econômica da cultura para o setor florestal do país.

A avaliação da qualidade de uma área quer seja para fins agrícolas ou florestais, deve ser baseada em uma junção de características e suas interações particulares. A interpretação destas para avaliação da aptidão, consiste em associar o grau de influência do fator avaliado na

qualidade ou comportamento da cultura que se deseja implantar. Sendo assim, os possíveis impedimentos são estimados através da intensidade da variável limitante para o desenvolvimento, quando comparada a uma condição supostamente ideal. Alguns autores, como exemplo GONÇALVES (1988), sugerem o ordenamento dos fatores de maior influência na produtividade, porém não sistematiza a covariação entre eles.

Nenhuma das propriedades do solo possui ação isolada sobre o comportamento da vegetação, mas contribuem de forma diferenciada em diversos aspectos, tais como: crescimento radicular, condições de umidade, disponibilidade de nutrientes. Portanto, é imprescindível a identificação e o agrupamento das variáveis de sítio de acordo com tipo de influência no desenvolvimento da espécie. Visando a adequação de um sistema relativamente simples de utilização para orientar plantios comerciais de eucaliptos, a organização dos parâmetros de avaliação da capacidade de uso do terreno deve ser baseada no tipo de influência do fator atuante e na possibilidade de melhoramento deste.

O sistema alternativo proposto não se trata de uma avaliação específica da adaptação de espécies ou da magnitude das interações causadas pelos diversos fatores na produtividade dos sítios florestais. Ele visa auxiliar a escolha das áreas mais propícias ao desenvolvimento da cultura, de acordo com características relativamente simples de interpretar, sem considerar variáveis genéticas e sócio-econômicas, para as quais cabem empregar outros parâmetros e metodologias. As técnicas de manejo (densidade de plantio, desbastes seletivos etc.), são recomendadas como forma de melhoramento a algumas restrições, porém não serão detalhadas as intervenções dessa natureza, por serem específicas para cada situação.

Dentre os fatores de maior influência na produtividade do eucalipto, inerentes às características do solo, foram considerados como mais relevantes neste trabalho os seguintes: profundidade efetiva, fertilidade, drenagem, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.

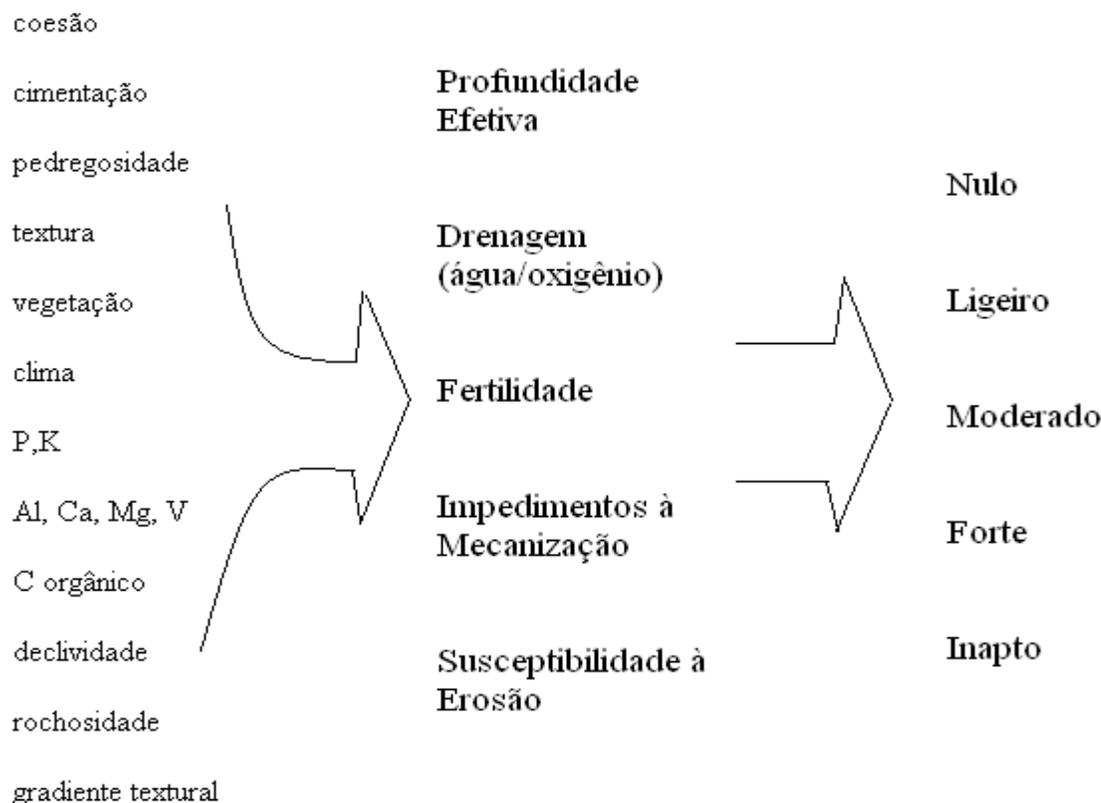
Os fatores citados, bem como a interação deles, serviram de base para a elaboração de uma proposta de avaliação da aptidão das terras para a implantação de povoamentos de eucalipto, os quais serão apresentados e discutidos a seguir.

#### **4.2. Proposta de Parâmetros para Avaliação da Aptidão das Terras para Implantação de Povoamentos de Eucalipto**

O sistema de avaliação da aptidão é fundamentado na interpretação de levantamentos de solos, e este tipo de análise só é justificável se houver possibilidade de planejamento adequado e melhoramento dos fatores limitantes à produção. Sendo assim, ele implica necessariamente em adotar como referência um nível tecnológico avançado, escala de produção comercial e coerência com a legislação existente, correspondente à descrição do nível C (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995). A proposta de definição dos graus de limitação inerente aos fatores de relevância para a produtividade dos sítios florestais, baseia-se em interpretação e re-enquadramento dos fatores considerados nos sistemas de avaliação da aptidão das terras, em função das variáveis limitantes à produtividade do eucalipto, relatadas em diversas publicações.

As interações naturais decorrentes das características do ambiente determinam a capacidade do solo em fornecer os subsídios necessários para o crescimento do povoamento.

Visando facilitar a interpretação dos processos atuantes sobre a produtividade do eucalipto, foram definidos atributos indicadores para cada limitação considerada importante na avaliação da qualidade do sítio.



**Figura 3:** Organograma dos atributos diagnósticos, fatores limitantes e graus de limitação.

A definição de parâmetros que representem a intensidade da restrição de determinado fator na produtividade da cultura em questão, quando representada em classes com amplitude definida, reduz a subjetividade na interpretação das informações e ainda permite a flexibilidade de aplicação do sistema em diferentes condições ambientais.

Visando uma análise aplicada ao desenvolvimento de povoamentos de eucalipto, os critérios sugeridos para a classificação da intensidade dos fatores limitantes à capacidade produtiva do sítio, apresentam uma hierarquia para classificação. Essa hierarquia é justificável uma vez que a possibilidade de melhoramento é dispendiosa e pouco eficiente para determinados fatores, como é o caso de profundidade efetiva e drenagem, enquanto que passível de modificação para outros, através de técnicas de manejo ou investimento de capital, a exceção do parâmetro possuir elevado grau de restrição que o enquadraria como inapto ao cultivo de eucalipto.

A classificação de qualquer área relevante para a preservação ambiental, sob proteção da legislação vigente, é definida como inapta à implantação de povoamentos comerciais de eucalipto.

A seguir são definidos os graus de limitação para cada fator considerado relevante na avaliação da aptidão das terras para implantação de povoamentos de eucalipto:

#### a) **Fator profundidade efetiva**

Uma das formas de definir a limitação solo em relação ao fator de influência na produtividade é através de atributos diagnósticos. O fator profundidade efetiva é avaliado por observações no campo, seqüência de amostragens retiradas com trado ou abertura de trincheiras, na totalidade do perfil considerando: presença de camadas rochosas, coesas, cimentadas, concreções, gradiente textural abrupto, camadas ou horizontes superficiais de textura arenosa, que podem comprometer a sustentação mecânica dos plantios. Geralmente a produtividade dos sítios florestais é condicionada pelas propriedades físicas do solo e diretamente relacionada com a profundidade efetiva, principalmente em solos sujeitos a déficit hídrico (GONÇALVES et. al., 1990). Essas condições justificam uma análise global das características que determinam a estabilidade dos plantios, entre elas a textura do solo. Neste tipo de avaliação observa-se também o grau de hidromorfismo do solo, importante para a compreensão dos processos atuantes na área. Estas análises indicam a espessura máxima que as raízes das plantas podem se desenvolver livremente, servindo como base para interpretação da viabilidade de execução das práticas de preparo do solo e a susceptibilidade deste à erosão (SCHNEIDER et al., 2007).

Por ser um fator de influência nas demais propriedades do solo, consideradas nesse estudo (disponibilidade de água, oxigênio, nutrientes, susceptibilidade à erosão, impedimentos à mecanização) a profundidade efetiva apresenta precedência no diagnóstico das possíveis restrições. As classes de pedregosidade, rochosidade e coesão deverão ser avaliadas de acordo com SANTOS et al. (2005). A caracterização do grau de limitação deste fator para o desenvolvimento de plantios de eucalipto é detalhada a seguir:

**-Nulo:** Profundidade maior que 3m e ausência de impedimentos físicos como rochosidade, pedregosidade, coesão e lençol freático nesta faixa.

**-Ligeiro:** Profundidade entre 2 e 3m e moderadamente coeso ou pedregosidade ou rochosidade abaixo de 2m.

**-Moderado:** Profundidade entre 2 e 3m e presença de rochosidade e/ou pedregosidade no máximo moderada ou moderadamente coeso nos horizontes superficiais e subsuperficiais até 2m.

**-Forte:** Profundidade menor que 2m ou rochoso, pedregoso ou fortemente coeso ou de textura arenosa nos horizontes superficiais e subsuperficiais até 1m.

**-Inapta:** Profundidade efetiva inferior à 1m, em locais de má drenagem e lençol freático alto menor que 2m.

## b) Fator drenagem (Água/ Oxigênio)

Para avaliação expedita da entrada natural de água no sistema, permanência desta no solo, e conseqüente disponibilidade para as plantas, o fator drenagem é baseado no tipo de vegetação original do local, de acordo com manual de classificação da vegetação publicado pelo IBGE (1991) e na drenagem do perfil.

A classificação da vegetação primária é diretamente influenciada pela fertilidade do solo aliada à dinâmica da precipitação local, podendo indicar variações da disponibilidade de nutrientes diante das mesmas condições climáticas. Segundo FERREIRA (1990) o estudo da vegetação poderá fornecer informações importantíssimas sobre o clima e solo das regiões onde não existam registros adequados.

O solo é um sistema que apresenta três fases: sólida (agregados minerais e orgânicos), líquida (solução do solo e água), gasosa (ar). As fases líquida e gasosa ocupam os micro e macroporos do solo, portanto quando diante de um ambiente com má drenagem deduz-se que este apresenta deficiência de oxigênio. A capacidade do solo em manter a água por mais tempo no sistema é intimamente dependente da profundidade efetiva, declividade e da textura. As classes generalizadas de textura e estimativa desta em campo são detalhadas na **Tabela 4**.

**Tabela 4:** Classes generalizadas de textura e possível aferição em campo.

<b>Classe textural</b>	<b>Argila (%)</b>	<b>Sensação ao tato e consistência</b>
Muito argilosa	> 60	Macio, muito plástico e muito pegajoso
Argilosa	35-60	Macio e ligeiramente áspero, plástico e pegajoso
Média	15-35	Moderadamente áspero, plástico e pegajoso*
Arenosa	<15	Áspero, não plástico e não pegajoso

\*A classe textural definida como siltosa (argila <35%, areia <15% e silte >50%), para fins práticos é considerada como de menor relevância no comportamento do solo quanto a retenção de água.

O excesso de água bem como a sua falta são considerados indesejáveis para fins florestais, porém existem possibilidades de melhoramento deste fator. A implantação de espécies mais tolerantes a essas limitações pode ser uma alternativa viável, dependendo da finalidade da produção, do grau de limitação e da legislação ambiental. As classes de solos indicadas como exemplo, baseiam-se no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Os graus de limitação para o fator drenagem são definidos a seguir.

**-Nulo:** Livres de estação seca, normalmente textura média, poroso e permeável (Ex.: Latossolos).

**-Ligeiro:** 3 a 5 meses secos (cerrado), boa permeabilidade e infiltração, textura argilosa ou média (Ex.: Argissolos, Latossolos de ambiente de tabuleiros costeiros).

**-Moderado:** 5 a 7 meses secos (floresta caducifólia) ou permeabilidade lenta, geralmente com lençol freático alto (Ex.: Alguns Cambissolos, Planossolos e alguns solos hidromórficos).

**-Forte:** 7 a 9 meses secos (caatinga), com chuvas irregulares ou lençol freático elevado a maior parte do ano, comum mosqueados (CURI et al., 1993) (Ex.: Solos hidromórficos).

**-Muito Forte:** Caatinga hipoxerófila ou lençol freático alto a maior parte do ano, áreas de depressões ou plana, com solos permanentemente encharcados (Ex.: Gleissolos Húmicos e Organossolos).

### c) Fator fertilidade

O fator fertilidade do solo, entre os demais considerados nesse sistema, é o que apresenta maiores dificuldades para interpretação, justificando uma análise mais detalhada da interação com outros fatores da paisagem, devido ao dinamismo das reações edafoclimáticas e a possibilidade de modificação dos componentes pelo manejo do homem.

A própria coleta de amostras para a avaliação da fertilidade do solo, para culturas que explorem o solo em maior profundidade, como o eucalipto, deve ser feita a profundidade de pelo menos 60 centímetros, recomendando que se divida a amostragem em duas a três seções do solo, para melhor apreciação dos resultados (0-0,2, 0,2-0,4 e 0,4-0,6m, por exemplo). As análises químicas de rotina, comumente realizadas para a definição da concentração dos elementos no solo, e os índices saturação em bases, condutividade elétrica, saturação por alumínio e sódio, baseiam-se nos métodos preconizados pela EMBRAPA (1997). A interpretação dos resultados deve compreender diversos fatores relacionados à riqueza mineral, bem como a dinâmica destes nutrientes na solução do solo condicionando a absorção pelas plantas. A compreensão desses indicadores para o planejamento adequado depende do detalhamento da análise, associado a informações da paisagem, tipo de solo e conhecimento do técnico responsável sobre as inter-relações que regem o fator fertilidade do solo. O estudo da área onde pretende-se implantar o povoamento inclui o levantamento dos possíveis casos de ocorrência e aspectos como deficiência ou excesso de água que favoreçam o surgimento de problemas relacionados aos micronutrientes. Algumas regiões do cerrado, onde os solos são extremamente arenosos e a pluviosidade é baixa, existem casos de deficiência de boro e zinco (BARROS, 1990).

A cultura do eucalipto, de forma geral, é tolerante a níveis baixos de fertilidade do solo (NOVAIS et al., 1982, citado por BARROS, 1990), principalmente quanto ao teor de alumínio trocável no solo, apresentando tolerância a teores considerados altos para a maioria das lavouras agrícolas.

Os teores de sódio (e outros sais solúveis) quando muito altos classificam o solo como impróprio para cultivo, apresentando parâmetro próprio para avaliação como saturação por sódio ( $\text{Na}\% > 15$ ) e condutividade elétrica do extrato de pasta saturada ( $\text{CE} > 15 \text{ dSm}^{-1}$ ).

Entre os indicadores da necessidade de correção do solo para os plantios de eucalipto, fósforo normalmente é o elemento que apresenta mais respostas à adubação mineral (GENTILE et al., 1965; MELLO et al., 1970; BARROS et al., 1981; CROMER et al., 1985 citados por MELO, 1995). Porém a combinação de teores dos demais elementos é fundamental podendo inviabilizar o plantio na área. Alguns autores obtiveram resposta positiva à adubação nitrogenada e potássica, em determinadas condições (HUNTER, 1983; BARROS et al., 1981, citados por MELO, 1995). Portanto a avaliação do grau de limitação para a fertilidade dos solos depende diretamente da concentração dos elementos e das condições de equilíbrio na solução do solo, para

serem absorvidos pelas plantas. As **Tabelas 5 e 6** visam auxiliar a classificação do teor dos elementos no solo em níveis alto, médio e baixo para o cultivo do eucalipto.

**Tabela 5:** Teores de fósforo e potássio em função da textura do solo.

Nível no solo	P (mg kg <sup>-1</sup> )		K (mg kg <sup>-1</sup> )	
	Arenosa	Argilosa	Arenosa	Argilosa
Baixo	<20	<30	<80	<40
Médio	20-40	30-50	80-120	40-80
Alto	>40	>50	>120	>80

**Tabela 6:** Complexo sortivo e indicadores da fertilidade natural do solo.

Nível no Solo	Complexo Sortivo (cmolc kg <sup>-1</sup> )			Indicadores da Fertilidade	
	Al <sup>+++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	V (%)	Corg.(g kg <sup>-1</sup> )
Baixo	<1	<1	<0,5	<30	<10
Médio	1-3	1-3	0,5-1	30-50	10-20
Alto	>3	>3	>1	>50	>20

Os parâmetros utilizados para avaliação desse fator são: concentração de cálcio, magnésio, potássio, bem como o índice saturação por bases (V%), teores de fósforo, alumínio e carbono orgânico. As unidades utilizadas estão de acordo com o Sistema Internacional de unidades (SI).

**-Nulo:** V% > 80, sendo Ca+Mg > 6 cmolc por kg de solo (kg<sup>-1</sup>); K > 80 mg kg<sup>-1</sup>; P > 30 mg kg<sup>-1</sup>; Corg. > 20 g kg<sup>-1</sup>.

**-Ligeiro:** 50 < V% < 80; 3 < Ca+Mg < 6 cmolc por kg de solo; 40 < K < 80 mg kg<sup>-1</sup>; 10 < P < 30 mg kg<sup>-1</sup>; 10 < Corg. < 20 g kg<sup>-1</sup>.

**-Moderado:** 30 < V% < 50; Ca+Mg < 3 cmolc por kg de solo; K < 40 mg kg<sup>-1</sup>; P < 10 mg kg<sup>-1</sup>; Corg. < 10 g kg<sup>-1</sup>.

**-Forte:** V% < 30 ou valor maior se a textura é arenosa; idem moderado para os parâmetros de teores de Ca, Mg, K, P, e Corg.;

**-Muito Forte:** Na% > 15 e solos salinos, sódicos, ou tiomórficos.

#### e) Fator mecanização

A declividade do terreno, drenagem, textura apresentam direta influência no rendimento das máquinas utilizadas nos processos de implantação e exploração, sendo utilizados como indicadores na avaliação deste fator, bem como à presença de impedimentos físicos quanto a rochividade, pedregosidade e erosão em estágio avançado (voçorocas). A intensidade em que estas características se expressam pode inviabilizar o tráfego de máquinas motoras, parcial ou totalmente.

O estudo de LIMA (1998) citado por MACHADO (2008) indicou como declividade limite, para estabilidade e dirigibilidade para “Feller-buncher e Skidder”, os valores de 23% e 33% respectivamente. Os impedimentos dessa natureza levam a adoção de sistemas alternativos de colheita, podendo ou não ser viável economicamente. As características inerentes ao tipo de solo que afetam diretamente o rendimento dos tratores são: teor de umidade, declividade, profundidade e presença de rochas na superfície.

Quando comparado o plantio de eucalipto com culturas agrícolas anuais, a passagem de máquinas no talhão é feita de forma esporádica e possui alternativas ao uso, que podem ser viáveis ou não, dependendo da disponibilidade de mão-de-obra, regime de exploração adotado e impedimentos físicos do sítio.

As classes de declividade consideradas, em função do desgaste das máquinas, são detalhadas na **Tabela 7**, e os graus de limitação considerados para a implantação do eucalipto são apresentados a seguir.

**-Nulo:** Plano a suave ondulado (0 a 8%); não apresentam impedimentos físicos ao emprego de máquinas em qualquer época do ano (90% do rendimento de máquinas).

**-Ligeiro:** Declividade entre 8 e 20%; permitem máquinas quase todo ano, não apresentando impedimento físico significativo quanto à pedregosidade, profundidade, textura ou atividade da argila, e rendimento das máquinas de 75 a 90%.

**-Moderado:** Declividade de 20 a 45%; apresentando algum dos impedimentos físicos citados e/ou indícios de erosão, prejudicando o rendimento de máquinas em até 50%.

**-Forte:** Declive superior a 45% e inferior a 75%; apresentando sulcos e/ou voçorocas ou forte grau de impedimento físico, não permitindo a utilização de máquinas.

**-Muito Forte:** Declive íngreme, superior a 75%; não é passível de utilização de máquinas.

**Tabela 7:** Classes de declividade e rendimento das máquinas.

<b>Classes de declividade</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>Graus*</b>	<b>Rendimento de máquinas (%)**</b>
Plano	3	<1,7	> 90
Suave ondulado	3 - 8	1,7-4,6	75 - 90
Ondulado	8 - 20	4,6 – 11,3	50 - 75
Forte ondulado	20 - 45	11,3- 24,5	<50
Extremamente ondulado	45 - 75	24,5- 36,8	Não permite
Escarpado	>75	>36,8	Não permite

\* Conversão de graus para porcentagem: (tangente do grau x 100)

\*\* Número de horas de trabalho usadas efetivamente (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995)

#### f) **Fator erosão**

As plantações florestais industriais, em sua maioria, constituem de áreas extensas que necessitam de algum tipo de preparo do solo anterior ao plantio, o que normalmente é feito de forma mecanizada. O período decorrente do plantio até o estabelecimento das plantas, onde o

solo encontra-se praticamente desprotegido da ação do sol, água e ventos, e o regime de corte raso amplamente adotado, são responsáveis por perdas de solo por erosão que podem comprometer a qualidade da água e da manutenção da produtividade do sítio (LIMA, 1993). Sendo assim, o delineamento dos talhões (talhonamento), espaçamento, posicionamento das linhas de plantio e outras técnicas silviculturais, bem como alternativas de preparo inicial do solo, reforma de plantios e sistemas de exploração devem ser direcionados para diminuição das perdas por erosão. Além dessas etapas, o planejamento adequado do uso da terra envolve outras bases de conservação da paisagem como, proteção de matas ciliares, cultura em nível e terraceamento quando necessário.

Os indicadores utilizados para a avaliação da susceptibilidade do solo à erosão compreendem principalmente a textura e declividade (já detalhados nas **Tabelas 4 e 7**), além da presença de indícios de erosão (laminar, sulcos ou voçorocas).

O fator erosão, por estar diretamente relacionado ao sistema de manejo adotado e a cobertura do solo, é considerado nesse sistema como fator relevante para a produtividade, porém antecedido pelos demais fatores citados, uma vez que a cultura do eucalipto após o estabelecimento do plantio, influi positivamente no aporte de matéria orgânica e em proteção do impacto da chuva. Quando comparado com os sistemas tradicionais utilizados na lavoura agrícola e pastagem, as perdas por erosão em plantios de eucalipto são bem menores (DECHEN et al., 1981; RUFINO et al., 1985; NUNES FILHO et al., 1990; MARGOLIS et al., 1991; SILVA et al., 1992; BONO et al., 1996; HERNANI et al., 1997, 1999; citados por MARTINS et al., 2003).

Os graus de limitação considerados são:

**-Nulo:** De plano a ligeiramente ondulado (0 a 20%), solo profundo e de boa permeabilidade, ausência de indícios de erosão hídrica ou eólica, sem gradiente textural ou camadas impermeáveis em profundidade.

**-Ligeiro:** Declividade entre 20 e 45%, solo profundo e ausência de horizonte B textural com transição abrupta, e sem indícios de erosão hídrica ou eólica.

**-Moderado:** Declividade entre 20 e 45%, podendo apresentar indícios de erosão laminar ou erosão eólica, com horizonte B textural caracterizado por gradiente ou transição abrupta ou textura arenosa nos horizontes superficiais.

**-Forte:** Declividade superior a 45% e inferior a 75%, apresentando erosão laminar, sulcos e/ou voçorocas.

**-Muito Forte:** Declive superior a 75%, solos rasos e com afloramento de rocha.

### 4.3. Classificação dos Grupos de Aptidão para Implantação de Eucalipto

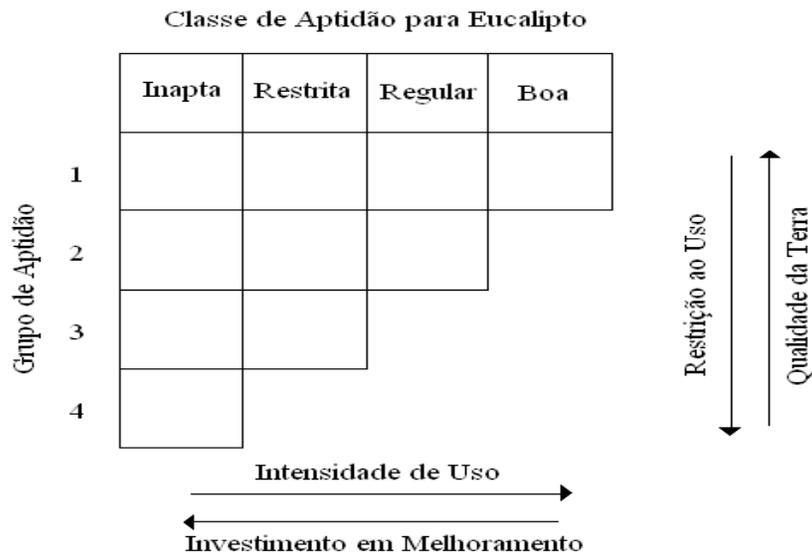
O processo de classificação dos sítios florestais, que visa determinar o potencial produtivo quanto à possibilidade de resposta à alteração de algum fator que apresente limitação, é fundamentado em três fases, segundo BARROS (1990):

- “- Identificação e delimitação dos ambientes ou sítios;*
- Estimativa das limitações ecológicas de cada sítio;*
- Viabilidade de redução das limitações ao desenvolvimento do eucalipto.”*

O mesmo autor cita que a primeira etapa consiste em percorrer a área para identificação dos diferentes padrões fisiográficos, e pontuar os possíveis locais de amostragem de solo, com observação do relevo e da drenagem. Nesta fase o auxílio de mapas ou imagens é importante para a alocação dos diferentes talhões, informações de estradas, delimitação de impedimentos ao uso e posterior mapeamento das classes de aptidão.

A interpretação e organização dos dados obtidos pelas análises, de acordo com a metodologia citada para cada fator de restrição, são realizadas em função de cada sítio. Deve-se buscar o enquadramento das variáveis de acordo com os graus de limitação do quadro-guia proposto e a recomendação das práticas de manejo a serem adotadas em cada uma das situações do terreno.

A **Figura 4** pretende auxiliar a interpretação da viabilidade de utilização do terreno em função da classe e grupo de aptidão e dos investimentos em melhoramento da qualidade da terra para implantação de eucaliptos. Os grupos de aptidão sob esse sistema são ordenados crescentemente conforme aumenta a restrição quanto à utilização da terra.



**Figura 4:** Diagrama interpretativo da viabilidade de utilização das terras em função da aptidão.

A estimativa das restrições ao desenvolvimento do eucalipto é baseada no grau de influência do fator limitante, representado pelas classes de nulo a muito forte, definidas anteriormente. O enquadramento destes de acordo com o quadro-guia proposto (**Tabela 8**), permite classificar a qualidade do terreno com aptidão: boa, regular, restrita ou inapta, e nos grupos 1, 2, 3 ou 4, respectivamente. As diferentes combinações dos fatores de restrição pertinentes a cada terreno são comparadas com os limites apresentados no quadro-guia. Assim o grupo 1 (Aptidão Boa para implantação de eucalipto) engloba os solos com restrição nula quanto à profundidade efetiva, podendo ou não apresentar limitação até no máximo ligeira para drenagem e fertilidade, mecanização e erosão. As áreas classificadas como inaptas para a

introdução do eucalipto apresentam impedimentos quanto à legislação, ou grau forte de limitação para qualquer um dos fatores limitantes considerados.

**Tabela 8:** Quadro - guia proposto para avaliação da aptidão das terras para implantação de plantios de eucalipto.

Aptidão das Terras			Graus de limitação para implantação do eucalipto				
Grupo	Subgrupo	Classe	P.Efetiva	Drenagem	Fertilidade	Mecaniz.	Erosão
1	E	Boa	Nulo	Ligeiro	Ligeiro	Ligeiro	Ligeiro
2	e	Regular	Ligeiro	Moderado <sub>1</sub>	Moderado <sub>2</sub>	Lig./Mod. <sub>2,3</sub>	Lig./Mod. <sub>2,3</sub>
3	(e)	Restrita	Moderado	Mod./Forte <sub>1</sub>	Forte <sub>2,3</sub>	Moderado <sub>2,3</sub>	Moderado <sub>2,3</sub>
4	-	Inapta	-	-	-	-	-

1: Uso de espécies tolerantes

2: Técnicas de manejo e regime de exploração

3: Alto investimento de capital e insumos

A definição dos grupos de aptidão das terras para o cultivo de eucalipto é baseada principalmente na origem da limitação, influenciando diretamente na viabilidade de melhoramento desta. De forma geral, as práticas de melhoramento dos diferentes fatores compreendem a utilização de espécies mais adaptadas à condição limitante, a adoção de técnicas de manejo e exploração do povoamento e preparo do solo e ao emprego de capital.

As terras pertencentes ao grupo 1, consideradas Boas – *E*, para implantação de eucalipto, não apresentam restrição alguma quanto à profundidade efetiva do solo, deficiência até ligeira para drenagem, fertilidade, mecanização e erosão, que são corrigidas com simples práticas de manejo e adubação de manutenção.

O grupo 2 é definido como regular - *e*, pois apresenta limitação Ligeira para profundidade efetiva, e pode ter restrição até Moderada para drenagem e fertilidade e Ligeira/Moderada para os demais fatores, sendo necessário planejamento cuidadoso quanto ao preparo do solo e regime de exploração, escolha de espécies adequadas e/ou elevado investimento de capital para possibilitar a exploração.

As limitações apresentadas pelas terras enquadradas no grupo 3, como restritas para o cultivo de eucalipto - (*e*), são consideradas fortes, porém sob manejo adequado ainda são passíveis de utilização para fins florestais. A escolha da espécie mais adequada, o sistema de manejo e o investimento de tecnologia e capital merecem planejamento criterioso para viabilizar a utilização desta área. A profundidade efetiva sendo classificada como moderada implica na redução do trânsito de máquinas, possivelmente por ser pedregoso ou saturado, causando certa instabilidade do terreno. Sistemas alternativos de exploração, bem como desbastes seletivos e rotações mais longas, podem ser utilizados viabilizando economicamente a colheita da madeira. A adoção de cultivo mínimo, adubação pesada em cova, utilização de espécies tolerantes e práticas de conservação dos solos são normalmente recomendadas para as terras pertencentes a esse grupo.

As áreas que apresentam graus mais limitantes que os considerados para o grupo 3, são classificadas como grupo 4 e definidas como inaptas à implantação de plantios comerciais de

eucalipto, por serem extremamente difícil de manejar diante à tecnologia disponível, ou por impedimentos de natureza legal. Vale ressaltar que qualquer um dos fatores de influência que possua grau de limitação suficiente definido por este grupo, mesmo fora da ordenação diagnóstica, determina a classificação do terreno como Inapta.

#### 4.4. Viabilidade de Melhoramento dos Fatores Limitantes

A possibilidade de melhoramento dos fatores que representam limitações de uso se dá em função da intensidade da restrição e da natureza das práticas a serem adotadas sendo representada por índices (subscritos) de 1 a 3 acompanhados do grau de limitação para cada fator.

A restrição quanto à profundidade efetiva, dependendo do grau e natureza da limitação, não é passível de melhoramento sendo responsável em primeira instância pela definição do grupo de aptidão e não é acompanhado de índice algum por essa razão. Em caso de restrição ligeira por camadas adensadas, compactadas e/ou coesas existe a possibilidade da realização de subsolagem para romper essas camadas e permitir o aproveitamento de água e nutrientes, estabilidade e consequentemente o desenvolvimento do sistema radicular da planta.

A subsolagem na linha de plantio para desestruturção de camadas compactadas subsuperficiais, permite até certo ponto a ampliação do volume de solo possível de ser explorado pelas raízes, condicionando também a infiltração da água no perfil. Alguns estudos relatados por FINGER et al., 1996 indicam os possíveis efeitos positivos da realização dessa prática. A viabilidade econômica é dependente de outras características do terreno, como topografia, erodibilidade e por isso merece uma avaliação cautelosa.

O fator drenagem, intimamente ligado com as características da paisagem, é avaliado em seqüência pelo fato de também ser considerado como restrição possível de inviabilizar o uso florestal da área, uma vez que os projetos de drenagem e irrigação geralmente não são viáveis economicamente nas grandes áreas de produção comercial. Uma forma de minimizar a influência do fator na produtividade do talhão, dependendo da intensidade que se manifeste, é a utilização de espécies tolerantes ao excesso ou falta de água no sistema. De acordo com as informações sintetizadas nas **Tabelas 1 e 2** o comportamento das diferentes espécies é condicionado pela condição climática existente, entre outros fatores, e deve ser considerado como orientação da expectativa de resposta da espécie às condições fisiográficas do sítio.

A utilização do índice 1, acompanhando o grau de limitação indica que a possibilidade de melhoramento implica na utilização de espécies tolerantes, e somente é aplicado aos casos de restrições por drenagem que englobam deficiência de água ou oxigênio no sistema.

As possíveis restrições quanto à fertilidade, erosão e mecanização, quando classificadas como grau de limitação ligeiro, acompanhadas do índice 2, podem ser sanadas por práticas de manejo, preparo do solo e adequação do regime de exploração.

As práticas comuns ao processo de produção florestal que condicionam a dinâmica de ciclagem de nutrientes e a produtividade, englobam o preparo da área (implantação ou reforma), a adubação mineral, densidade de plantio, seleção do material genético e exploração (BARROS, 1990).

O investimento elevado de capital e insumos, caracterizado pelo índice 3, é relativo aos indicadores de fertilidade, mecanização e erosão, em casos que estes apresentem limitações tais que necessitem de adubação pesada no plantio e/ou tecnologia de maquinário para a colheita da madeira, não dispensando as considerações de manejo descritas pelo índice 2. Em casos severos

de perdas por erosão em áreas de declive acentuado podem ser construídos terraços, porém esta prática é pouco utilizada em plantios florestais, sendo mais difundido o plantio em curvas de nível visando minimizar essas perdas.

A viabilidade da implantação do eucalipto, sob estas condições deve ser criteriosamente avaliada em conjunto com outros fatores não sistematizados como potencial econômico de mercado, demanda de produtos internos e de exportação, desenvolvimento regional.

A possibilidade de manejo da deficiência de água através de irrigação em campo, não é considerada neste sistema, por ser uma prática antieconômica em escala comercial, apresentando pouca resposta em função do investimento de capital. Estudos nesse âmbito foram realizados por REIS (2006) com alguns híbridos de eucalipto em campo, porém em escala experimental. Existem alguns estudos que utilizam polímeros de acrilamida (gel adsorvente), como forma a reduzir os efeitos do déficit hídrico sobre as mudas recém transplantadas, auxiliando a retenção de água no solo. Os possíveis efeitos dessa prática devem ser cautelosamente estudados quanto a viabilidade econômica e as respostas esperadas nas condições do local, podendo não apresentar resultados satisfatórios (BUZETTO et. al., 2002).

Como retratado anteriormente, o agrupamento das restrições em fatores limitantes, pretende facilitar a recomendação de práticas de melhoramento, como adubação, utilização de máquinas no preparo do solo e colheita da madeira, além de orientar a escolha da espécie adequada às condições do sítio. Algumas considerações sobre práticas de melhoramento quanto ao manejo e adubação são descritas a seguir.

Os solos intemperizados, comuns aos trópicos, apresentam baixa reserva de nutrientes na forma de minerais primários, o que diminui a capacidade produtiva do sítio, em função do consumo elevado de nutrientes a cada ciclo de exploração. Uma alternativa para o manejo adequado é a fertilização bem planejada com eficiência na absorção de nutrientes pelas plantas e menores custos de insumos, aliada a práticas de conservação do solo que contribuam para ciclagem de nutrientes.

Antes da realização do plantio é feita a limpeza do terreno, primeiramente para facilitar os processos, mas também para eliminação da mata-competição, que deve ser controlada até o estabelecimento das mudas. O abandono da folhagem é interessante, pois protege o solo da ação das gotas de chuva, além de contribuir como aporte de matéria orgânica beneficiando algumas propriedades químicas e físicas do solo. O uso de solução fosfato monoamônio (MAP) antes do plantio, mergulhando o torrão ou tubete, é utilizado para estimular o crescimento radicular (FONSECA, 2007), fornecendo nitrogênio e fósforo solúvel.

As possíveis limitações quanto à fertilidade do solo, a partir do grau moderado, necessitam de cuidados que deverão ser avaliados detalhadamente para otimizar a aplicação de nutriente mineral de forma a dar condições ao desenvolvimento do eucalipto. As características e quantidade de adubos a aplicar dependerão da fertilidade natural do solo, das reações decorrentes da adição de elementos minerais e das características do solo, da eficiência dos fertilizantes e de fatores de ordem econômica (GONÇALVES, 1995).

Os macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S), necessários em maior quantidade para o metabolismo vegetal, são comumente adquiridos na forma de fertilizantes minerais em diferentes concentrações e solubilidades. A escolha do produto e quantidade a ser aplicada depende de conhecimento técnico especializado. O ensaio de adaptação da espécie é sempre recomendado antes do plantio em grandes talhões.

As espécies de eucalipto, de forma geral apresentam tolerância a níveis considerados altos de alumínio, porém por ocupar os mesmo sítios de troca que Ca, Mg, K em determinada condição de pH (abaixo de 5,0; THOMAS & HARGROVE, 1984 citado por BARROS, 1990), podendo levar à escassez destes para as plantas. Por esse motivo a aplicação de calcário na implantação do eucalipto, também é realizada para suprir a quantidade de cálcio e magnésio necessária ao desenvolvimento da cultura. O calcário dolomítico é preferencialmente utilizado, pois fornece ao solo ambos os elementos, podendo ser distribuído a lanço em área total ou aplicado em faixas sobre as linhas de plantio, não necessitando de incorporação e nem de alto poder de neutralização (GONÇALVES, 1995). Eventualmente a aplicação de calcário pode também corrigir a toxidez por manganês e/ou ferro solúveis (BARROS, 1990), devido à relação direta da disponibilidade destes e pH do solo. Os estudos realizados por GONÇALVES (1995), indicam faixas de dosagens de corretivos e adubos de acordo com o nível de fertilidade do solo. Essas dosagens sugeridas são na ordem de 1,5 a 2,5 toneladas de calcário dolomítico por hectare, para solos de baixa a média fertilidade.

O potássio, fósforo e nitrogênio são adicionados em fórmulas compostas (N-P-K) de acordo com o nível do elemento no solo, que pode ser interpretado em faixas de variação baixa, média e alta. A análise química para teores de nitrogênio não é realizada rotineiramente e apresenta dificuldade para interpretação devido à falta de parâmetros de referência e da complexidade da dinâmica deste elemento no solo. Sendo assim, a interpretação da disponibilidade de nitrogênio para as plantas é feita baseada em indicadores como fauna do solo, aporte de biomassa, teor de matéria orgânica, cor do solo.

Como ressaltado anteriormente, a definição de um nível de fertilidade, implica na avaliação global da dinâmica dos processos, balanço nutricional e quantidade exportada com a exploração a espécie.

A fertilização específica para o fornecimento de enxofre é rara e pouco estudada, uma vez que este elemento está presente em fertilizantes nitrogenados e fosfatados, podendo estar presente também em corretivos, porém em menor quantidade.

A adição de fósforo deve ser feita no ato do plantio, devido à baixa mobilidade e as condições relativas à adsorção no solo, podendo utilizar fonte solúvel localizada no fundo da cova, juntamente com fosfato de menor solubilidade propiciando um efeito residual da aplicação.

As deficiências por micronutrientes que ocasionalmente ocorrem em povoamentos de eucalipto são intrínsecas às características próprias da espécie, variedade, clone em relação a condições específicas do sítio, como nos solos do cerrado (baixa pluviosidade, extremamente arenosos) que algumas espécies apresentam deficiência de boro e zinco (BARROS, 1990).

Em função destas peculiaridades, a avaliação de disponibilidade de micronutrientes no sistema proposto não sistematiza a concentração ideal destes para o pleno desenvolvimento do eucalipto, uma vez que as situações que proporcionam retorno econômico à adição de micronutrientes são particulares e necessitam de método específico para avaliação. A fertilização de micronutrientes requer experiência do técnico uma vez que a relação teor do nutriente e produtividade apresenta faixa estreita de variação entre disponibilidade ideal e toxidez. No entanto algumas considerações sobre a aplicação de boro e zinco são relatadas nesse estudo.

A adição de boro deve acontecer ao fim do período chuvoso, nos primeiros anos do plantio, na forma de ácido bórico, bórax ou similares. Alguns fertilizantes compostos contêm este elemento, que é necessário em pequenas quantidades para as plantas. Apesar de não serem calculados as concentrações de micronutrientes na análise química de rotina, pela relativa falta de

parâmetros para calibração e das pequenas quantidades necessárias ao desenvolvimento das plantas, é sabido que a deficiência destes, em alguns casos, pode comprometer a produção. A aplicação de zinco pode ser feita na forma de sulfato, óxido ou quelato, porém a resposta à fertilização nem sempre é satisfatória, dependendo do teor de umidade do solo e da espécie ou procedência utilizada (BALLONI, 1980, citado por BARROS 1990). O estoque de ferro e manganês presente na maioria dos solos tropicais é satisfatório para suprir a necessidade do eucalipto desses micronutrientes, podendo em alguns casos apresentar restrições não quanto a deficiência mas sim a toxicidade causada por eles (BARROS, 1990). A aplicação de cobre e molibdênio em plantios de eucalipto não tem demonstrado vantagem econômica, por não apresentar diferenças significativas no crescimento das plantas (DEFELIPO et al., 1979; SIF, 1980, citados por BARROS, 1990).

O estudo de POGGIANI (1980) mostra que a maior quantidade de fitomassa é representada pelos fustes, enquanto que a maior quantidade de nutrientes está contida nas folhas e, em seguida, nos componentes: casca > galhos > lenho do tronco. As folhas representam cerca de 15% da fitomassa total mas contém quase 50% dos nutrientes da fitomassa arbórea. Deve ser destacado que a casca contém grande quantidade de cálcio. Resultados semelhantes também foram observados por SANTANA et al. (2002). Estes fatos devem ser considerados para fins de manejo, se a avaliação da aptidão das terras apontar limitações ligeiras quanto à fertilidade natural, recomendando o abandono dos resíduos (cascas e folhas, se o objetivo do plantio não for para óleos essenciais) no local de plantio, permitindo redução parcial dos gastos com fertilizantes minerais, além de favorecer a proteção do solo, sua estrutura, entre outras propriedades, devido ao aporte de material orgânico. Este tipo de prática deve ser adotada, visando manutenção da fertilidade no solo em qualquer situação, porém não descarta a aplicação de fertilizantes minerais, principalmente de fósforo, uma vez que a dinâmica no solo é de lenta disponibilidade para as raízes, mesmo quando aplicado em fórmulas de alta solubilidade.

A adubação de plantio, baseada na análise química do solo, pelos métodos preconizados pela EMBRAPA-CNPQ (1997), é aplicada lateralmente ou ao fundo da cova ou sulco, de acordo com os teores existentes no solo. Essa adubação é feita a fim de promover o desenvolvimento inicial das mudas, podendo ou não ser complementada com coberturas adicionais conforme as limitações do terreno em questão e a demanda nutricional das plantas (GONÇALVES, 1995). Condições de alta precipitação, solos com pouca capacidade de retenção de nutrientes, recomenda-se a adubação parcelada, principalmente de potássio, devido a facilidade de lixiviação proporcionada. A composição da fórmula aplicada no plantio, em geral, consiste de 20 a 40% das doses de adubos nitrogenados e potássicos e dosagem integral da fonte fosfatada, que pode ser em parte de pouca solubilidade proporcionando um maior efeito residual. Em solos argilosos há casos em que a fonte fosfatada também é aplicada em parcelas, em conjunto com o N e K (GONÇALVES, 1995).

Os micronutrientes podem ser adicionados no ato do plantio, em fórmulas compostas de NPK, variando de 0,3 a 0,5% de boro e zinco, ou aplicando cerca de dez gramas de “fritas” (silicato que contém micronutrientes com liberação lenta) por planta, como descrito por GONÇALVES (1995).

Alguns aspectos relacionados à mecanização dos processos de produção florestal são comentados a seguir, por apresentarem viabilidade de adequação às circunstâncias do local.

É comum a utilização de máquinas em plantios comerciais no Brasil, seja no preparo do solo ou na colheita florestal, porém o excesso de máquinas na área de plantio pode acarretar em efeitos negativos para o solo, e conseqüentemente para o desenvolvimento das árvores.

Uma opção de manejo utilizada para minimizar o tráfego de máquinas na área de plantio é o sistema de cultivo mínimo, no entanto em casos severos algumas medidas como aração profunda, gradagem e subsolagem são adotadas para reduzir os efeitos da compactação no solo. Os efeitos dessa prática no rompimento de camadas com baixa permeabilidade são mais evidentes nos solos de textura argilosa, reduzindo a resistência mecânica do solo e proporcionando maiores incrementos em altura (CAVICHIOLO et al., 2003). Existem estudos que utilizam para na abertura da cova de plantio um tipo de broca de metal impulsionada por motosserra (RAMOS, 2007).

O terreno que apresentar restrições à mecanização, dependendo da intensidade da limitação, pode ser utilizado mediante sistemas alternativos de exploração, substituindo parcialmente o emprego de máquinas. Em áreas com grau de mecanização regular a restrito, a motosserra pode ser utilizada, juntamente ou não de machado (sistema misto) nas operações de corte, desgalhamento e traçamento. O carregamento, extração e baldeio, pode ser feito com guas, cabos aéreos, guinchos e tratores agrícolas adaptados. A utilização dos tratores de esteira em vez de rodados de pneus diminui a compactação do solo, por permitir melhor distribuição do peso da máquina. Nos sistemas mais modernos, em terrenos sem severas restrições à mecanização, são amplamente utilizados tratores florestais como “Harvester, Feller-buncher, Forwarder e Skidder” (MACHADO, 2008). Sistemas de exploração através de cortes seletivos, por operadores capacitados, diminuem os impactos da atividade de colheita sobre a própria floresta, erosão e propriedades do solo.

A presença de rochas e fatores edafo-climáticos como precipitação, temperatura, textura, densidade do solo, também devem ser considerados no planejamento adequado do sistema de colheita e na abertura de ramais na floresta a fim de evitar baixos rendimentos, riscos operacionais e compactação do solo.

#### **4.5. Validação da Proposta em Levantamento de Solos na Aracruz**

As considerações finais, a respeito da adequação de parâmetros para a avaliação da aptidão das terras para florestas de produção, serão baseadas na comparação entre a classificação da aptidão das terras como preconizada por RAMALHO FILHO & BEEK (1995) e a proposta neste trabalho, aplicadas em perfis de solos selecionados a partir do levantamento de solos da Aracruz Celulose S.A. (EMBRAPA, 2000).

A escolha deste levantamento como base para a validação do sistema proposto para eucalipto seguiu o princípio da finalidade de uso da terra para atividade florestal, embora nem todos os sítios utilizados para a classificação apresentassem cobertura de eucalipto na época em que o relatório foi realizado. A seleção dos perfis utilizados objetivou abranger solos com características e classes de solo distintas, como base para avaliação do potencial de uso da terra, perante aos fatores de limitação encontrados. A **Tabela 9** apresenta as informações pertinentes a cada perfil avaliado.

As **Tabelas 10** e **11** apontam a classificação da aptidão de cada área sob o sistema preconizado por RAMALHO FILHO & BEEK (1995) e pelos parâmetros do sistema proposto para o eucalipto, respectivamente.

**Tabela 9:** Alguns atributos descritivos dos perfis selecionados para avaliação da aptidão.

Horizonte		Granulometria		Complexo Sortivo					Indicadores			
Simb.	Prof cm	Areia gkg <sup>-1</sup>	Argila gkg <sup>-1</sup>	Ca cmolc kg <sup>-1</sup>	Mg cmolc kg <sup>-1</sup>	Al cmolc kg <sup>-1</sup>	K mg kg <sup>-1</sup>	P mg kg <sup>-1</sup>	V %	T cmolc kg <sup>-1</sup>	pH	Corg gkg <sup>-1</sup>
<b>Perfil 1: Aracruz 06 – Latossolo Amarelo</b>												
<b>A1p</b>	0-6	660	270	2,4	0,3	0	54,6	2	60	4,8	5,1	10,9
<b>AB</b>	6-25	640	310	2,3	0,2	0	19,5	2	63	4,1	5,5	9,1
<b>BA</b>	25-41	620	310	1,6	0,1	0	19,5	2	69	2,6	5,9	6,1
<b>Bw1</b>	41-72	620	320	0,9	0,2	0	23,4	2	60	2,0	5,2	3,7
<b>Perfil 2: São Mateus 2 – Argissolo Amarelo</b>												
<b>A1p</b>	0-10	830	100	0,5	-	0,3	11,7	463	30	2,0	4,9	5,8
<b>A2p</b>	10-22	840	120	0,3	-	0,3	7,8	6	13	3,0	4,7	3,0
<b>E1</b>	22-31	850	80	0,2	-	0,3	3,9	2	13	1,5	4,6	2,2
<b>E2</b>	31-45	840	90	0,2	-	0,3	3,9	2	15	1,3	4,5	1,2
<b>AB</b>	45-58	690	230	0,6	-	0,7	7,8	1	26	2,7	4,8	3,3
<b>BA</b>	58-74	580	340	0,8	-	0,5	7,8	1	32	3,4	4,9	3,3
<b>Bt1</b>	74-105	510	420	0,8	0,2	0,5	3,9	<1	31	3,6	5,0	3,2
<b>Perfil 3: São Mateus 4 – Planossolo</b>												
<b>A1p</b>	0-12	830	90	1,9	0,7	0,1	58,5	120	68	4,1	5,2	10,5
<b>A2p</b>	12-36	840	70	1,8	0,5	0,1	19,5	5	44	5,4	4,7	9,4
<b>E1</b>	36-49	790	40	0,1	-	0,3	7,8	1	22	0,9	4,2	2,0
<b>E2</b>	49-68	850	60	0,1	-	0,1	7,8	1	25	0,8	4,9	1,7
<b>2Bt1</b>	68-87	680	220	0,5	-	0,3	11,7	1	23	2,6	4,5	1,1
<b>Perfil 4: Aracruz 8 – Espodossolo</b>												
<b>A1p</b>	0-6	940	30	2,0	0,3	0,2	15,6	395	41	5,9	4,5	8,1
<b>A2p</b>	6-13	900	40	3,8	0,6	0,2	19,5	12	43	10,4	4,7	17,2
<b>A3p</b>	13-27	940	30	2,0	0,2	0,2	11,7	77	44	5,9	4,6	6,8
<b>E1</b>	27-62	940	20	0,1	-	0,0	7,8	11	33	0,6	4,3	1,4
<b>E2</b>	62-90	970	10	0,1	-	0,0	7,8	4	20	0,5	4,5	1,4

**Tabela 10:** Classificação da Aptidão pelo S.A.A.A.T.

Aptidão	Fertilidade			Def. H <sub>2</sub> O			Def. O <sub>2</sub>			Erosão			Mecanização		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<b>Perfil 1: Aracruz 06 – Latossolo Amarelo</b>															
<b>1aBC</b>	L	N/L	N <sup>1</sup>	N/L	N/L	N/L	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	a	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<b>Perfil 2: São Mateus 2 – Argissolo Amarelo</b>															
<b>3(c)</b>	F	M/F <sup>1</sup>	L/M <sup>2</sup>	N/L	N/L	N/L	N	N	N	L	L	L	L	L	L
	5n	4p	3(c)	A	B	C	A	B	C	A	B	c	A	B	c
<b>Perfil 3: São Mateus 4 – Planossolo</b>															
<b>3 (abc)</b>	M/F	M <sup>1</sup>	L/M <sup>2</sup>	L/M	L/M	L/M	N/L	N/L	N/L	N/L	N/L	N/L	L	L	L
	(a)	(b)	(c)	A	B	C	A	B	C	A	B	c	A	B	c
<b>Perfil 4: Aracruz 8 – Espodossolo</b>															
<b>4p</b>	F	M/F <sup>1</sup>	M <sup>2</sup>	M	M	M	N/L	N/L	N/L	L	L	L	L	L	L
	5n	4p	-	a	b	c	A	B	C	A	B	c	A	B	c

**Tabela 11:** Classificação da Aptidão pelo método proposto para eucalipto.

<b>Aptidão</b>	<b>P. Efetiva</b>	<b>Drenagem</b>	<b>Fertilidade</b>	<b>Mecanização</b>	<b>Erosão</b>
<b>Perfil 1: Aracruz 06 – Latossolo Amarelo</b>					
<b>1 E</b>	N	N/L	N/L <sub>2,3</sub>	N	N
<b>Perfil 2: São Mateus 2 – Argissolo Amarelo</b>					
<b>2 e</b>	N	N/L	M <sub>2,3</sub>	L	L
<b>Perfil 3: São Mateus 4 – Planossolo</b>					
<b>2 e</b>	N/L	L <sub>1</sub>	M <sub>2,3</sub>	L	N/L
<b>Perfil 4: Aracruz 8 – Espodossolo</b>					
<b>4 - Inapta</b>	<b>F</b>	M <sub>1</sub>	F <sub>2,3</sub>	M	L

Os graus de limitação pertinentes a cada fator avaliado, permitiram o enquadramento dos perfis em quatro (4) grupos de aptidão distintos, sendo três (3) solos aptos para o eucalipto, desde que empregadas técnicas adequadas, e viáveis economicamente, de acordo com as condições particulares da região.

A classificação do nível de influência da variável na produtividade, quando diferente de nulo, indica a possibilidade de melhoramento dos fatores limitantes, minimizando a possível deficiência ao desenvolvimento do plantio.

As áreas utilizadas para avaliação desse sistema, de forma geral, apresentam como fatores mais restritivos a fertilidade natural do solo e aspectos relacionados ao comportamento da água no sistema (drenagem) e, no perfil de Espodossolo, a profundidade efetiva. A recomendação baseada na classificação proposta para o eucalipto é descrita a seguir para os diferentes grupos.

**-Grupo 1 E:** A área enquadrada neste grupo, classificada como Boa para a implantação de eucalipto, possui profundidade efetiva suficiente para permitir o crescimento do sistema radicular do eucalipto, não apresentando restrições significativas para erosão e mecanização. O grau limitante para drenagem e fertilidade é considerado de baixa influência, classificando a terra como aptidão boa para plantios de eucalipto. A adubação de plantio, principalmente potássio e fósforo em profundidade, e de manutenção comum às práticas de implantação, é recomendada para garantir a e a suficiência nutricional durante o desenvolvimento do povoamento. O abandono de resíduos, como casca e restos da copa, pode aumentar os teores de matéria orgânica e nutrientes no solo, bem como a proteção da superfície do solo, evitando perdas por erosão até o estabelecimento do plantio.

**-Grupo 2 e:** As terras classificadas como Regular para a implantação de eucaliptos, apresentam limitações mais restritivas quanto à fertilidade e no perfil 3 também à drenagem e erosão e a textura superficial arenosa. Nesse caso é interessante a utilização de espécies relativamente mais rústicas, como o *Eucalyptus camaldulensis*, que tolera piores condições de drenagem. A erosão e mecanização dessa área necessitam de cuidados e planejamento prévio pelo fato de existirem indícios de erosão laminar ligeira associado à variação da drenagem de excessiva a moderada ou imperfeita e maiores riscos de erosão eólica no perfil 3. Podem-se considerar regimes de manejo menos intensivos, e sistemas de exploração menos mecanizados.

**-Grupo 4 Inapta:** Essa área apresenta graus de limitação para alguns fatores, que a classificam como Inapta para o cultivo de eucalipto. A sua utilização comercial é extremamente dependente da tolerância da espécie introduzida aliada a altos investimentos de capital e cuidados especiais de manejo, que, em geral, inviabilizam a implantação do eucalipto. O solo, por ser extremamente arenoso, fortemente drenado e com pouca capacidade de retenção apresenta limitações severas quando a capacidade de suporte mecânico do plantio e a disponibilidade de água e de nutrientes na solução do solo, além de diminuir o rendimento das máquinas e ser susceptível a erosão, especialmente eólica.

Para Espodosolos com menor espessura de camadas ou horizontes de textura arenosa, o abandono dos resíduos da colheita, a diminuição do regime de exploração e da densidade do plantio são práticas recomendadas para melhorar os teores de matéria orgânica e diminuir a exportação de nutrientes do solo, já que o nível de fertilidade é baixo. A adubação deve ser parcelada, e se possível aplicada em profundidade para induzir o crescimento pivotante da raiz, permitindo maior estabilidade estrutural e exploração de volume de solo. A espécie mais indicada para implantação é o *Eucalyptus citriodora*, por apresentar certa plasticidade ambiental, tolerância ao déficit hídrico e adaptar-se a solos bem drenados.

A comparação entre os dois sistemas mostra que, no S.A.A.A.T. (Tabela 10) todos os solos teriam aptidão para plantio de eucalipto, uma vez que o grupo 5 está abaixo do grupo 4 em intensidade de uso e exigências de qualidade das terras. Portanto, terras com alguma aptidão para pastagem plantada (P), teriam conceitualmente aptidão para silvicultura (S).

O uso das terras descrito no levantamento dos solos da Aracruz, sob a ótica do sistema proposto apontou a subutilização de uma das terras com aptidão boa para plantio de eucalipto, apresentando poucas limitações quanto aos fatores drenagem e fertilidade, possíveis de serem minimizadas com adequadas técnicas de manejo, adubação de plantio e escolha da espécie. As terras consideradas com aptidão Regular, na época em que o relatório foi realizado, encontravam-se sob cobertura de plantio de eucalipto, justificando a destinação prevista pelo sistema proposto. A área que foi considerada Inapta para a silvicultura apresentou uso do solo classificado como pastagem degradada. Essa análise é importante, pois revela a aplicabilidade do sistema proposto para finalidade florestal das terras, em detrimento do sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras, sob o qual a classificação da área é considerada apta para silvicultura e pastagem plantada.

A associação de metodologias que possam atribuir parâmetros para a qualificação das terras para fins florestais, de forma a integrar aspectos dendrométricos na estimativa da produtividade, econômicos para avaliação do potencial da região, além das variáveis de sítio, podem aperfeiçoar o sistema proposto. A existência de correlação positiva entre os parâmetros dendrométricos e propriedades dos solos, na produtividade dos povoamentos de eucalipto, foram evidenciadas em alguns estudos como em CORREA NETO et al., 2007, através da análise de solos em topossequência e mensuração de parcelas para obter informações quanto à densidade de plantio, distribuição diamétrica nas diferentes condições da paisagem.

Os zoneamentos ecológicos econômicos para atividade florestal, a exemplo dos estudos realizados por GOLFARI (1980), são ferramentas político-administrativas de suma importância, uma vez que integram diferentes metodologias na delimitação de regiões aptas a implantação de florestas para produção, direcionando os investimentos necessários de acordo com a produtividade esperada, otimizando a rentabilidade dos povoamentos e auxiliando a alocação dos pólos florestais.

## 5. CONCLUSÕES

O sistema de avaliação da aptidão florestal das terras, além de orientar a escolha de áreas para plantios futuros, serve de base para planejamento das atividades necessárias em cada unidade de trabalho, permitindo uma adaptação de espécies e técnicas de manejo de acordo com as condições particulares de cada local.

Embora existam diversos métodos de avaliação da aptidão das terras, até o presente momento nenhum objetivou diretamente, e nem de forma eficiente a recomendação de técnicas e tecnologias investidas em plantios de produção de eucaliptos.

A utilização de parâmetros determinantes da produção do eucalipto e relevantes para seu manejo, em sistemas de alto nível tecnológico, permitiu uma melhor avaliação da aptidão dos solos, bem como propor técnicas de melhoramento das limitações das terras proporcionando uma classificação mais adequada que aquela obtida usando o S.A.A.A.T.

As pesquisas para obtenção de dados sobre o comportamento das espécies, em função da intensidade de uso do solo ao longo dos ciclos de produção em conjunto com a utilização de metodologia adequada para compreender a integração dos fatores fisiográficos e edáficos e o reflexo na produtividade dos povoamentos de eucaliptos, podem aperfeiçoar o sistema proposto.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF, **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2007**. Brasília, 2008. 90 p.

BULHÕES, O. C. de A.; CERQUEIRA, C. C.; ALBENY, M. M.; FILHO, S. J. O Planejamento e Critérios Adotados pela Companhia Vale do Rio Doce para Identificação de Clones de *E. grandis* para Serraria. **ANAIS: Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria**, São Paulo, SP; Abril, 1995; 42-49 p.

BARROS, N. F. de. E NOVAIS, R.F. **Relações Solo-Eucalipto**. Editora folha de Viçosa. Viçosa, 1990. 330p.

BRASIL. **LEI Nº 4.771/65**, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>, acessado em: 03 de dezembro de 2008.

BRASIL. **LEI Nº 6.938/81**, de 31 de agosto de 1965. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>, acessado em: 03 de dezembro de 2008.

BRASIL. **LEI Nº 5106/66**, de 2 de setembro de 1966. Dispõe sobre os incentivos concedidos a empreendimentos florestais. Disponível em: <http://www.lei.adv.br/5106-66.htm>, acessado em: 03 de dezembro de 2008.

BRASIL. **LEI Nº 7.803/89**, de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs. 6.535, de 15 de junho de 1978, de 15 de junho de 1978 e 7.511, de 7 de julho de 1986. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>, acessado em: 03 de dezembro de 2008.

BRASIL. **Medida provisória nº 2.166-67**, de 24 agosto de 2001. Altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>, acessado em: 03 de dezembro de 2008.

BRASIL. **Decreto nº 5.976** de 30 de novembro de 2006. Regulamenta os arts. 12, parte final, 15, 16, 19, 20 e 21 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, o art. 4º, inciso III, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>, acessado em: 03 de dezembro de 2008.

BRASIL. **Decreto nº 1.922/96** de 5 de junho de 1996, de 18 de julho de 1989. Dispõe sobre o reconhecimento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>, acessado em: 03 de dezembro de 2008.

BRASIL. **Decreto nº 99.274** de 6 de junho de 1990. Dispõe sobre o reconhecimento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>, acessado em 03 de dezembro de 2008.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente Resolução nº 302**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>, acessado em 16 de dezembro de 2008.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente resolução nº 303**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>, acessado em 16 de dezembro de 2008.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. **Avaliação de polímero adsorvente à base de acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio.** Circular Técnica IPEF, n. 195, abril de 2002

CARNEIRO, M. A.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; COMUNELLO, É.; Aptidão da Bacia do rio Dourados para o cultivo de algumas espécies de Eucaliptos; **Floresta**, Curitiba,PR, v.36,n.3, set./dez., 2006

CARNEIRO, R. L. de C.; RIBEIRO, A.; HUAMAN, C. A. M. y; LEITE, F. P.; SEDIYAMA, G. C.; BASTOS, N. F. de. Consumo de Água em Plantios de Eucalipto: Parte 1 Determinação da Condutância Estomática em Tratamentos Irrigado e Não-Irrigado. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.1, p.1-10, 2008

CAVICHILLO, S. R.; DEDECEK, R. A.; GAVA, J. L. **Avaliação do efeito do sistema de preparo em solos de diferentes texturas, da sua resistência mecânica e da produtividade da rebrota de *Eucalyptus saligna*.** Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.47, p.83-98, jul/dez, 2003

CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo.** Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 90p.

CORREA NETO, T. A.; ANJOS, L. H. C. dos; PEREIRA, M. G.; AMORIM, H. B.; JACCOUD, C F. de S. Atributos edafoambientais e parâmetros dendrométricos de plantio de eucalipto em uma topossequência no campus da UFRRJ, Seropédica (RJ). **Ciência Florestal**. Santa Maria-RS, v. 17, n.1, p.43-51, jan/mar, 2007.

DOSSA, D., SILVA, H. D. da, BELLOTE, A. F. J., RODIGHIERI, H. R. **Produção e Rentabilidade do Eucaliptos em Empresas Florestais**, Comunicado técnico nº83. Embrapa Florestas/ MAPA. Colombo, 2002. 4p.

EMBRAPA. **Si: Uso obrigatório do Sistema Internacional de Unidades em resultados de análises químicas fertilidade e nutrição vegetal.** Disponível em: [www.cnph.embrapa.br/public/folders/obrigatorio.pdf](http://www.cnph.embrapa.br/public/folders/obrigatorio.pdf), acessado em: 5 de dezembro de 2008.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS)

EMBRAPA, **Levantamento generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz Celulose S.A. no Estado do Espírito Santo e no extremo sul do Estado da Bahia e sua aplicação aos plantios de eucalipto.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 2000. 111p. (EMBRAPA-CNPS, Boletim de Pesquisa, 1)

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2º ed. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERREIRA, M.; **Escolha de espécies arbóreas para formação de maciços florestais.** Janeiro, 1990 (documentos florestais, Piracicaba (7), p.1-15)

FERREIRA, M.; **Escolha de Espécies de Eucalipto.** Maio, 1979. 17p. (IPEF/ Circular técnica, 47)

FERREIRA, M.; **A situação florestal brasileira e o papel da silvicultura intensiva.** Setembro, 1989. 9p. (documentos florestais, Piracicaba (2), p. 1-9)

FERREIRA, C. A.; COUTO, H. T. Z. do. **A Influência de variáveis ambientais no crescimento de espécies / procedências de Eucalyptus Spp nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo.** Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.3, p.9-35, dez.1981.

SIMÕES FILHO, W.; REZENDE, G. C. de; MENDES, C. J.; CASTRO, P. F. de. **Efeitos de Diversos Métodos de Preparo de Solo Sobre o Desenvolvimento de *Eucalyptus Grandis* Hill (Ex. Maiden) Plantado em Solos com Camadas de Impedimento.** IPEF, Circular Técnica nº 90. Fevereiro, 1980. 8p.

FINGER, C. A. G.; SHUMACHER, M. V.; SCHNEIDER, P. R.; HOPPE, J. M. Efeito da Camada de Impedimento no Solo sobre o Crescimento de *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden. **Ciência Florestal.**v.6.n.1. p.137-145. Santa Maria, 1996.

FONSECA, S. M. da; ALFENAS, A. C.; ALFENAS, R. F.; BARROS, N. F. de; LEITE, F. P. **Cultura de eucalipto em áreas montanhosas.** Viçosa: SIF, 2007. 43p.

GONÇALVES, J. L. de M. **Interpretação de levantamento de solo para fins silviculturais.** ESALQ, Piracicaba, SP. IPEF, n.39 p.65-72, ago., 1988.

GONÇALVES, J. L. de M. **Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Típicas da Mata Atlântica.** ESALQ, Documentos Florestais Piracicaba (15): 1 –23, 1995.

GONÇALVES, J. L. de M.; DEMATTÊ, J. L. I.; COUTO, H. T. Z. do. **Relações entre a produtividade dos sítios florestais *Eucalyptus Grandis* e *Eucalyptus saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no estado de São Paulo.** IPEF, n.43/44, p. 24-39, jan/dez, 1990.

GOLFARI, L.; MOOSMAYER, H. **Manual de reflorestamento do Estado do Rio de Janeiro.** IBDF, 1980. 380p.

IBGE, 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal/** VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, L. R.; LIMA, J. C. A. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 124p.

JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; RIBEIRO, S. C.; SILVA, R. F. da; PAIXÃO, F. A. Seqüestro de carbono em povoamentos florestais de eucalipto e a geração de créditos de carbono. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte, v.29, n.242, p. 98-113, jan./fev. 2008

KAGEYAMA, P. Y.; **Plantações de Essências Nativas Florestas de Proteção e Reflorestamentos Mistos;** ESALQ, Piracicaba, SP. Janeiro, 1990 (documentos florestais (8), p. 1-9).

LIMA, W. de P.; **Impacto Ambiental do Eucalipto;** Edusp, 1993. 300 p.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação das Terras no Sistema de Capacidade de Uso. 4 aproximação. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 176 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas.** Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003. 263-291p.

MACHADO, C. C. **Colheita florestal.** 2. ed. atual. e ampl. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2008. 501p.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; FONSECA, S.; MARQUES, J. J. G. S. M. Perdas de Solo e Água por Erosão Hídrica em Sistemas Florestais na Região de Aracruz (ES) **R. Bras. Ci. Solo.** 27:395-403, 2003

MELO, V. de F.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de; FONTES, M. P. F. e COSTA, L. M. da. **Balanço nutricional, eficiência de utilização e Avaliação da fertilidade do solo em p, k, ca e mg em Plantios de eucalipto no Rio Grande do Sul.** IPEF n.48/49, p.8-17, jan./dez.,1995

OLIVEIRA, J. B. de; SOSA, S. M. B. **Sistema de clasificación de la aptitud agroecológica de la tierra (S.C.A.A.T.) para la región oriental del Paraguay** (1a aproximación). Assunción, Paraguay: UNA.FCA.CIF.GTZ, 1995. 77p.

PAIVA, H. N.; SILVA, A. R.; SILVA, L. L. Implantação da cultura do eucalipto. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 29, n. 23-31, jan./fev., 2008.

PEREIRA, L. C. **Aptidão Agrícola das Terras e Sensibilidade Ambiental: Proposta Metodológica**. 135 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola, na área de Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) Universidade Estadual de Campinas, SP, Março, 2002

PEREIRA, J. M. M.; SANTOS, G. P. Aspectos socioeconômicos do setor florestal brasileiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.29, n.242, p.7-13, jan./fev. 2008

POGGIANI, F.; **Florestas para Fins Energéticos e Ciclagem de Nutrientes**. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.1, n.2, 1 -11p., Jul.1980.

PRYOR, L. D. **Aspectos da cultura do eucalipto no Brasil**. IPEF n.2/3, p.53-59, 1971. (Palestra proferida na Academia Brasileira de Ciências - Rio de Janeiro - em 29/10/1971 sob o patrocínio da Cia. Vale do Rio Doce, que autorizou sua publicação.)

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.

RAMOS, J. G. de Â; DIAS, H. C. T. Escoamento superficial de água de chuva no cultivo do eucalipto. **ANAIS: I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico**, Taubaté, SP. IPABHi, nov. 2007 p. 363-365.

REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F.; FONTAM, I.da C. I.; MONTE, M. A.; GOMES, A. N.; OLIVEIRA, C. H. R. de. Crescimento de Raízes e da Parte Aérea de Clones de Híbridos de *Eucalyptus Grandis X Eucalyptus Urophylla* e de *Eucalyptus Camaldulensis X Eucalyptus Spp* Submetidos a Dois Regimes de Irrigação no Campo. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.921-931, 2006

RIBEIRO, F. de A.; MACEDO, P. R. de O.; MENDES, C. J.; FILHO, W. S. **Projeto: "Segunda rotação de eucaliptos"** Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.4, n.11, p.23 – 29, Jun.1987.

SANCHES, O. A.; YONEZAWA, J. T.; ZEN, S. Evolução do cultivo mínimo em reflorestamento na Cia. Suzano de Papel e Celulose. **ANAIS: 1º Seminário sobre Cultivo Mínimo do Solo em Florestas**. Curitiba, PR. 1995 140-147p.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Eficiência de Utilização de Nutrientes e Sustentabilidade da Produção em Procedências de *Eucalyptus Grandis* e *Eucalyptus Saligna* em Sítios Florestais do Estado de São Paulo **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.4, p.447-457, 2002

SANTOS, R. F.; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5º ed. revista e ampliada. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SBCS, **Fertilidade do solo** Viçosa, MG 1017p. (eds. NOVAIS, R. F.; ALVAERZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L.)

SBS, **Fatos e números do Brasil florestal**. São Paulo, SP. Dezembro, 2007. 110p.

SCHNEIDER, P.; GLASSON, E.; KLAMT, E. **Classificação da aptidão agrícola das Terras: um sistema alternativo**. Agrolivros. Guaíba, 2007. 72p.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H.; **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APGII**. 2 ed.; Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

STAPE, J. L.; BALLONI, E. A.; FILHO, J. Z.; **Planejamento Técnico**. ESALQ. Série Técnica IPEF, Piracicaba v.6 n.18 p. 1 – 43, fev. 1989.

UNESCO, 2008. **Legislação Ambiental Básica**. Consultoria Jurídica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 350 p.

WADT, P. G. S.; OLIVEIRO, L. C.; OLIVEIRA, T. K.; CAVALCANTE, L.M. **Sistema da Avaliação das Terras para Recuperação Ambiental: Uma metodologia de Planejamento Ambiental**. Acre, 2004. 41p.( EMBRAPA/documentos 87)

WICHERT, M. C. P. **Erosão hídrica e desenvolvimento inicial do *Eucalyptus grandis* em um Argissolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes métodos de preparo do solo no Vale do Paraíba-SP**. 84p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005.

- <http://www.tropicos.org>, acessado em: 27 de novembro de 2008.

- <http://apps.kew.org/wcsp/qsearch>, acessado em: 27 de novembro de 2008.