ISSN 0000-0000 | 1 JANEIRO 2018 | 1



FLORESTAS ENERGÉTICAS

Manual de Plantio de Florestas Energéticas Descentralizadas

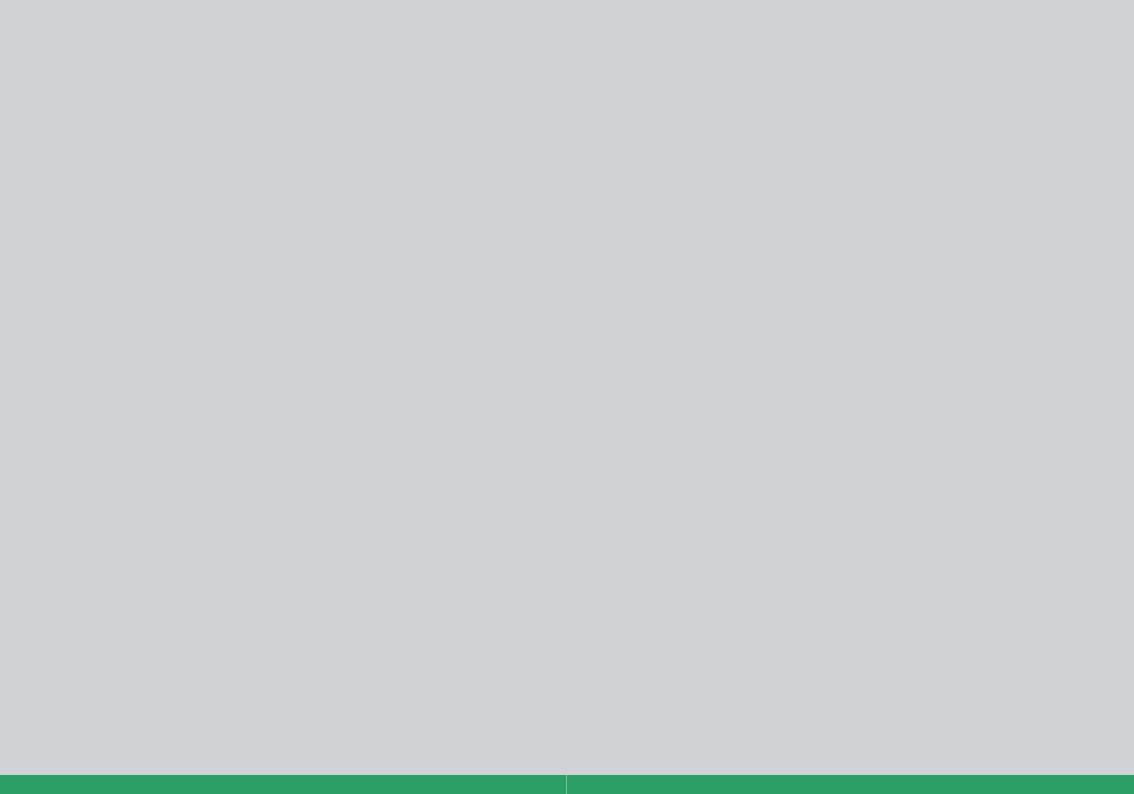


Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás Av. Presidente Tancredo Neves, 6731 - Parque Tecnológico Itaipi Edifício das Àguas, sala 11 | 85867-970 - Caixa Postal 2126 Foz do Iguaçu - Paraná - Brasil +55 (45) 3576-7166

www.cibiogas.org | cibiogas@cibiogas.org







Referências bibliográficas

BELLOTE, A.F.J. NEVES, E.J.M. Calagem e adubação em espécies florestais plantadas na propriedade rural. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 6p. (Embrapa Florestas. Circular Técnico, 54).

LIPPEL. Fábrica de Pellets e Produto Final. 2017. Disponível em : http://www.lippel.com.br/br/categorias/unidades-de-producao/unidades-de-producao/usina-de-combustivel-solido/fabrica-de-pellets-199.html.

CIBiogás Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás

Documentos Técnicos 1

MANUAL DE PLANTIO DE FLORESTAS ENERGÉTICAS DESCENTRALIZADAS

CIBiogás Foz do Iguaçu, PR 2018 Essa publicação está disponível para download em versão eletrônica em https://biblioteca.cibiogas.org

Exemplares impressos podem ser adquiridos entrando em contato com: CIBiogás – Centro Internacional de Energias Renováveis Av. Presidente Tancredo Neves, 6731 Edifício das Águas, sala 11 Foz do Iguaçu - Paraná - Brasil cibiogas@cibiogas.org - +55 45 3576.7166

Comitê local de publicações:

Diretor-Presidente: Rodrigo Regis de Almeida Galvão Diretor de Desenvolvimento Tecnológico: Rafael Hernando de Aguiar Gonzalez Diretor Administrativo Financeiro: João Firmino Neto

Bruno Yoshio Terao Iara Bethania Rial Rosa Jessica Yuki de Lima Mito Leidiane Ferronato Mariani Tamara Soares

1º Edição

Membros:

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em partes, constitui violação da lei de direitos autorais.

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) CIBiogás – ER

Sbalqueiro, Larissa (Org).

Florestas Energéticas – Manual de Plantio de Florestas Energéticas Descentralizadas. Foz do Iguaçu: CIBiogás, 2018.

28 p. – (Documentos Técnicos - 1 / CIBiogás)

1. Florestas energéticas. 2. Manejo silvicultural. 3. Biomassa florestal. 4. Terras de vocação florestal

©CIBiogás 2013

• Maravalha: A maravalha é produzida a partir de restos de madeira de descarte. O processamento ocorre por meio de raspadores e possui diversos tamanhos. Este material é utilizado em fornalhas nas indústrias ou em pequenas propriedades rurais para aquecimento animal. Também é utilizado para fazer cama de animais.



Figura 13 - Maravalha.

• Pellet: São produzidas a partir do processamento da madeira com baio teor e umidade, por isso aumenta sua eficiência de combustão. É utilizada em escala industrial e em alguns processos residenciais. O custo de produção desse material é mais elevado, deste modo sua utilização é mais baixa que as demais formas de aproveitamento.



Figura 14 - Pellet de madeira. Fonte: Lippel, 2017.

4. Aproveitamento energético da biomassa florestal

O aproveitamento energético da biomassa florestal na região Oeste do Paraná é voltado ao suprimento de energia térmica. De acordo com o cenário regional, os usos mais fortes são para atendimento as demandas agropecuárias, seja para secagem de grãos, quanto para aquecimento de animais.

O uso da madeira para essas finalidades, podem ser realizadas em madeira em tora, metro, ou processada em forma de cavaco, maravalha e pellet, sendo este último menos usado na região, conforme a seguir:

• Cavaco: o cavaco é produzido a partir da colheita da madeira de florestas destinadas a esta finalidade. O processamento ocorre pela trituração em picadores de facas e martelos e possui granulometria variável entre 5 a 45 mm. Sua aplicação é voltada ao uso em caldeiras industriais de grande e pequeno porte. É a forma de utilização mais utilizada na região oeste.



Figura 12 - Cavaco.

Apresentação

O Manual de Plantio de Florestas Energéticas faz parte de uma série de documentos técnicos publicados pelo Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás (CIBiogás) com o objetivo de difundir conhecimento sobre fontes renováveis de energia e sustentabilidade no setor energético.

Esse documento apresenta os resultados de um projeto realizado em parceria com Itaipu Binacional e o com apoio da Fundação Parque Tecnológico Itaipu, da Cooperativa C.Vale, da Embrapa Florestas, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Palotina e da Universidade Estadual do Centro-Oeste/Paraná. O objetivo é desenvolver uma metodologia de plantio de florestas especificamente com a finalidade de utilizá-las como fonte de energia térmica, no caso, lenha.

O projeto foi executado na região oeste do Paraná e foi iniciado em 2012. Dessa forma, 4 anos depois, é apresentada a primeira publicação com resultados dessa iniciativa, tendo foco a bacia hidrográfica do cór- rego Ajuricaba, localizada em Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

Espera-se que essa publicação seja de grande valia para o setor energético, por propor um meio de aumentar a produção de uma fonte de energia renovável muito importante para o Oeste do Paraná. Da mesma forma, espera-se que tenha grande aplicação no agronegócio, que na região é altamente dependente da biomassa florestal como fonte de energia para os processos produtivos de suínos, aves, leite e grãos, como soja e milho.

Autores

Aline Scarpetta

Engenheira Ambiental CIBiogás

Felipe Souza Marques

Engenheiro Ambiental, Mestre CIBiogás

Giordano Marques Corradi

Engenheiro Florestal CIBiogás

João Carlos Christmann Zank

Engenheiro Eletricista CIBiogás

Larissa Caroline Sbalqueiro Engenheira Ambiental

CIBiogás

Leonardo Lins Pereira

Engenheiro Ambiental, Mestre CIBiogás Marcos Luiz de Paula Souza

Engenheiro Agrônomo, Doutor Terra Consultoria Agronômica e Planejamento Ambiental Ltda

Rafael Hernando de Aguiar González

Engenheiro Ambiental CIBiogás

Rodrigo Regis de Almeida Galvão

Engenheiro Eletricista, Mestre CIBiogás

Thiago Henrique de Aguiar Gonzalez

Engenheiro Agrônomo CIBiogás

Desenvolvedores

















to, o biofertilizante deve ser aplicado a cada 6 meses a partir desta data, seguindo as mesmas recomendações de dosagens.

Para biofertilizantes líquidos, pode ser utilizado o espalhador de biofertilizante com trator traciona do, trafegando na linha de plantio, em média 30 mil litros/ha de biofertilizante. Em se tratando de biofertilizante sólido, poderá ser utilizado calcariadeira também na linha de plantio, ou manual, com sistema de pá, com disposição média de 700 gramas por planta. A Figura 11 apresenta a adubação com trator tracionado e espalhador.



Figura 11 - Aplicação de biofertilizante com tanque espalhador.

3.2.2 Replantio

O replantio é realizado acima de 5% de mortalidade das mudas do plantio. Deve ocorrer entre os 15 dias posteriores ao plantio, para evitar improdutividade. Se a causa da mortalidade das mudas de plantio for praga, deve-se ser controlada antes do replantio. Se for doença, deve-se fazer o plantio um pouco mais distante da cova afetada. Utiliza-se plantadeira manual, com rendimento médio é de 2 homens hora/ha.

3.3 Práticas Culturais e de Proteção

3.3.1 Irrigação

A irrigação pode ocorrer no plantio e replantio, caso ocorram em épocas secas ou em período de estiagem. O volume recomendado é acima de 3 L de água por planta. A irrigação é feita com carreta pipa tracionada por trator. O rendimento médio é de 2 homens hora/ha e 8 horas máquina/há.

3.3.2 Controle de plantas daninhas

Recomenda-se o controle até as plantas atingirem 3 metros de altura, ou 12 meses de plantio. Nos primeiros 60 dias de plantio, o ideal é realizar capina em linha, 50 cm de cada lado da planta.

O tipo de capina pode ser manual, mecânica ou química:

- Manual: com enxada na linha de plantio. Rendimento médio de 4 homens/hora/ha;
- **Mecanizado:** com roçadeira costal, mão de obra especializada. Rendimento médio de 2 homens hora/ha.
- Químico: produtos pré-emergentes, para controlar o banco de sementes das plantas daninhas depositadas sobre o solo, sendo os utilizados no meio florestal o isoxaflutole e o oxyfluorfen. O Isoxaflutol (Fordor) é aplicado na dose de 200 g/ha, com o rendimento médio de 6 horas homem/ha.

3.3.3 Controle de formigas

Depois do plantio, caso tenham sido combatidas ou não, as formigas retornam devido ao cheiro do eucalipto. Então os cuidados devem ser retomados, seguindo as mesmas recomendações de aplicação.

3.3.4 Adubação de manutenção

A adubação de manutenção deve ocorrer após 45 dias do plantio. Para manter bom desenvolvimen-

Sumário

1. Introdução	9
2. Identificação das áreas pela vocação florestal das terras	1
2.1 Estrutura do sistema	
2.1.1 Classe de vocação florestal	13
2.1.2 Subclasses	12
2.1.3 Unidade de vocação florestal	12
2.1.4 Principais características das terras e os fatores e graus de limitação	12
3. Planejamento florestal da propriedade	1!
3.1 Preparo da área para plantio	15
3.1.1 Limpeza da área de plantio	15
3.1.2 Combate a formigas	16
3.1.3 Análise de solo	16
3.1.4 Preparo do solo para plantio	17
3.1.5 Subsolagem na linha de plantio	19
3.1.6 Seleção de mudas e viveiro florestal	
3.2 Plantio	
3.2.1 Plantio da área	
3.2.2 Replantio	
3.3 Práticas culturais e de proteção	
3.3.1 Irrigação	
3.3.2 Controle de plantas daninhas	22
3.3.3 Controle de formigas	22
3.3.4 Adubação de manutenção	22
4. Aproveitamento energético da biomassa florestal	24



3.1.6 Seleção de Mudas e Viveiro Florestal

Identificar os viveiros florestais que possuam procedência e sejam certificados. As mudas devem possuir tamanho mínimo de 20 cm de altura para que consigam se estabilizar no campo após o plantio. As mudas devem ser produzidas em saquinhos plásticos, bandeja de isopor ou tubetes, sendo o último mais utilizado.

3.2 Plantio

3.2.1 Plantio na área

Pode ser realizado de forma manual e ou semimecanizada. Em plantios pequenos e adensados, a recomendação é utilizar o sistema manual, de baixo custo, bom rendimento e manuseio. O rendimento médio para plantio adensado pode ser estimado em 6 homens/ha. As Figuras 9 e 10 apresentam a plantadeira manual e o plantio.



Figura 9 - Plantadeira manual.



Figura 10 - Plantio com plantadeira manual.

As necessidades nutricionais das plantas, em alguns casos não são supridas somente com biofertilizante. A Tabela 3 apresenta as recomendações para áreas cuja densidade de plantio é de 3333 árvores/ha. A Figura 8 ilustra a adubação de cobertura.

Tabela 4: Recomendação de adubação com base nos teores de K e P do solo.

NÍVEIS CRÍTICOS		DOSES DE NUTRIENTES (Kg/HA)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
В	В	30	120	60	
В	M/A	30	120	45	
М	В	30	90	60	
М	M/A	30	90	45	
А	В	30	60	60	
А	M/A	30	60	30	

B - Baixo; M - Médio; A - Alto

Fonte: Bellote e Neves (2001).



Figura 8 - Adubação de cobertura.

1. Introdução

O Projeto Florestas Energéticas desenvolvido na bacia hidrográfica do Paraná III, partiu de um novo conceito de produção de biomassa florestal, utilizando metodologias de terras de vovação florestal - TVF, manejo e fomento, que integradas, contribuem para alcançar a sustentabilidade das demandas locais e regionais por energia térmica.

A definição do escopo do projeto pautou-se na seleção de áreas com restrições ao uso intensivo, para proporcionar a utilização de terras marginais e improdutivas a lavoura, aproveitar o biofertilizante proveniente das atividades pecuárias, aproveitamento de mão de obra familiar para garantir a sustentabilidade e a preservação do homem no campo, devido a renda extra oriunda de uma nova

atividade econômica, silvicultura. Os princípios de aplicação de biofertilizante atendem à elevada demanda de nutrientes das florestas, aumenta a capacidade de suporte das terras, diminui os riscos ambientais e reduz os custos de implantação e manejo.

O conceito de florestas energéticas adotado implica na utilização de um conjunto de metodologias de manejo, não tradicionais, que utilizam clones de rápido crescimento, pequenas áreas de plantio, plantio adensado (superior a 3.300 árvores por hectare), ciclo curto (de 2 a 4 anos), biofertilização orgânica, utilização de equipamentos e insumos da rotina do pequeno produtor e mão de obra familiar, com intuito de estabelecer modelos de sistemas de manejos alter-

nativos que pudessem garantir a qualidade e quantidade no fornecimento de lenha utilizando-se das áreas com vocação florestal de cooperados ou integrados agroindustriais, compatibilizando os interesses relacionados ao custo da terra, o aproveitamento da propriedade, a diversificação da renda e a preservação dos recursos naturais.

O modelo proposto foi implantado na Bacia do Córrego Ajuricaba - com influencia de solos derivados de rochas eruptivas - no Municipio de Marechal Cândido Rondon, em cinco áreas distintas, de produtores rurais, denominadas no projeto por unidades de demonstração florestal, com acompanhamento mensal no período de quatro anos de estudo. Esses plantios proporcionariam uma série de conhecimento sobre produção de eucalipto em pequenas propriedades rurais, com foco na utilização como

energia térmica, bem como do sistema de manejo adequado para alcançar a produtividade máxima de acordo com as classes de vocação florestal. Sendo assim, de acordo com a experiência adquirida ao longo dos 4 anos nas unidades de demonstração, foi possível descrever as atividades de manejo mais importantes e que remetem ao sucesso da floresta.

3.1.5 Subsolagem na linha de plantio

A subsolagem é realizada na linha de plantio para favorecer o crescimento radicular da planta. O subsolador é o maquinário utilizado para a subsolagem e o nível de profundidade na faixa varia entre 40-60 cm. Caso não tenha subsolador, pode ser usado pé de pato em substituição, sendo um equipamento disponível na propriedade.

Este procedimento é desenvolvimento de maneira conjunta com a adubação de cobertura com a finalidade de incorporar o adubo na linha de plantio. A Figura 7 apresenta a subsolagem do solo.



Figura 7 - Subsolador.

3.1.5.1 Adubação de Cobertura

A disponibilização de biofertilizante deve se basear nos teores de fósforo e potássio, conforme Tabela 2. A adubação deve compreender a área inteira de forma homogenia.

Tabela 3: Interpretação dos teores de P e K no solo.

TEORES NO	INTERPRETAÇÃO			
SOLO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	
P (mg/dm³)	≤3	>3 <7	≥7	
K (mmol ⁺⁺ /dm³)	≤5	>5 <1,5	≥1,5	

Fonte: Bellote e Neves (2001).

A Figura 5 apresenta a atividade de gradagem do solo.



Figura 5 - Gradagem do solo.

3.1.4.2 Calagem do solo

É uma atividade complementar, desenvolvida em algns casos e com base nas análises de solo. O objetivo é elevar os teores de cálcio e magnésio. Deve ser realizada com no mínimo 45 dias do plantio e ocorre por meio da disponibilidade de calcário na superficie do solo. É realizado com calcariadeira, ou por processo manual, com utilização de pá para disponibilização do cálcario no solo. A disponibilidade não deve ultrapassar 4 ton/ha. A Figura 6 apresenta a aplicação de calcário do solo.



Figura 6 - Calagem do solo.

2. Identificação das áreas pela vocação florestal das terras

2.1 Estrutura do Sistem

A classificação considera um conjunto de critérios diagnósticos atribuídos ao solo e ao relevo para o clima considerado e reflete o desvio entre o modelo hipotético de um solo padrão e as limitações mais fortes para a produção sustentada.

Para a interpretação é requisito um diagnóstico com as informações dos atributos selecionados de cada unidade mapeada, que ordenados permitam que se avalie os desvios, os defeitos e as qualidades, e consequentemente as limitações das terras.

A classificação tem apenas três níveis categóricos:

- A classe define o grau de limitação ao uso florestal da terra (I a IV);
 A subclasse indica a condição
- edafológica (fator de limitação) mais limitante;

• A Unidade - especifica o(s) atribu to(s) diagnóstico de maior limitação ao uso.

2.1.1 Classe de Vocação Florestal

As classes de vocação das terras compreendem:

- I Classe Especial sem limitações para uso florestal, com potencial alto para uso intensivo. O uso florestal é eventual por decisão do proprietário devido à posição da gleba na propriedade, ou outras razões. Cooperativas, assim como produtores usam para a produção de lenha, como garantia estratégica.
- II Classe Boa possui limitações ligeiras para produção sustentada de lenha. Têm limitações moderadas a forte para o uso intensivo e ligeiro a moderada para pastagem.
- III Classe Regular com limitações moderadas para uso florestal

e fortes para uso intensivo é geralmente usada com pastagens, geralmente degradadas pela erosão ou pelo manejo.

IV - Classe Restrita – tem limitações fortes para uso florestal e muito fortes para os demais usos. Muito utilizadas para reserva legal das propriedades quando ocorrem associadas com solos que permitem a utilização florestal, são parcialmente aproveitadas. Quando a limitação é a profundidade em relevo pouco movimentado tem potencial para uso com pastagem.

V - Classe Inapta - tem pelo menos uma limitação muito forte, ou várias limitações fortes que impedem seu uso florestal para produção de energia de forma econômica.

2.1.2 Subclasses

Qualificam a classe através dos seis fatores de limitação, essenciais no manejo e na produtividade da floresta. É representada por duas letras, sendo a primeira maiúscula.

- Pr profundidade efetiva;
- Ad água disponível;

- Dr drenagem interna;
- Fe fertilidade do solo;
- PD pedregosidade;
- Re declividade e uniformidade.

Quando ocorre mais de uma subclasse, são separadas por vírgula, ex. III Pr, Fe, que indica uma Classe de vocação III (regular) com limitações de profundidade e de deficiência de fertilidade.

2.1.3 Unidade de Vocação Florestal

Especifica a intensidade do grau de limitação do fator de limitação que pode afetar o desenvolvimento florestal. São utilizados os seguintes graus:

- 1 Nulo;
- 2 Ligeiro;
- 3 Moderado;
- 4 Forte;
- 5 Muito forte.

2.1.4 Principais características das terras e os fatores e graus de limitação

As principais características dos fatores encontram se Tabela 1 e 2.

Para a coleta das análises, recomenda-se a utilização de trados. As amostras devem ser enviadas a laboratórios certificados para análise. As Figuras 3 e 4 apresentam a coleta de solo com a utilização de trado.



Figura 3 - Coleta de solos com trado.



Figura 4 - Amostra do solo.

3.1.4 Preparo do solo para o plantio

3.1.4.1 Gradagem do solo

Consiste no revolvimento das camadas superficiais do solo para reduzir a compactação, incorporar corretivos e fertilizantes, aumentar a permeabilidade e o armazenamento do ar com o aumento dos espaços porosos. Esse processo é importante pois facilita o crescimento e desenvolvimento das raízes das plantas. A gradagem pode ser feita entre feita nas seguintes profundidades:

- 15 20 cm para solos pouco compactados
- 25 40 cm para solos com compactação elevada.

As Figuras 1 e 2 apresentam respectivamente a campina química manual e mecanizada.



Figura 1 - Capina química manual.

3.1.2 Combate a Formigas

As formigas cortadeiras atacam intensamente as plantas principalmente na fase de plantio. O combate às formigas pode ser:

- a) Inicial: realizado em toda a área a ser plantada, após 20 dias da limpeza da área;
- b) Repasse: realizado 40 dias após o combate inicial para eliminar os formigueiros reincidentes;
- c)Monitoramento: realizado durante todo o período de formação e maturação da floresta para evitar o desenvolvimento de novos olheiros.

Indica-se utilizar 10 gramas de isca por metro quadrado com distância de 10 a 15 cm ao lado do carreiro.



Figura 2 - Capina química mecanizada.

3.1.3 Análise de Solo

A coleta de solos deve ser realizada antes do preparo da área para conhecer as composições dos micros e macronutrientes do solo e granulometria.

As coletas devem ser realizadas em superfície 0-20 cm e em profundidade 40-60 cm. A coleta consiste em:

- Dividir a área em 4 parcelas iguais;
- Identificar o centro das parcelas;
- Coletar uma amostra em profundidade apenas no centro da parcela:
- Coletar uma amostra superficial composta, no centro da parcela e uma em cada uma das 4 parcelas, totalizando 5 coletas.

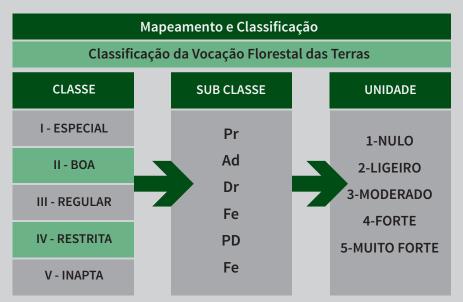


Tabela 1 - Vocação Florestal das Terras.

	Grau de limitação				
Fatores de limitação	1. Nulo	2. Ligeiro	3. Moderado	4. Forte	5. Muito forte
Pr Profundidade efetiva	Muito profundo > 2m	Profundo 1 a 2m	Moderada 0,5 a 1m	Raso 0,25 a 0,5m	Muito raso < 0,25m
Ad Água disponível	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa
Dr Drenagem interna	DB boa	DE excessiva	DM moderada	IDI imperfeita	MD mal drenado
Classes e uniformidade do relevo	A (0-3%) u, d1, d2 B (3-8%) u, d1, d2 C (8-15%) u	B (3-8%) d2 C (8-15%) d1	D (15-20%) u	D (15-20%) d1, d2 E (20-45%) u	E (20-45%) d1, d2 F (>45%)
PD Pedregosidade	Nulo PD0	Ligeiro PD1	Moderado PD2	Forte PD3	Muito forte PD4
Fe Fertilidade	Muito alta T>8; V%>70; T>6; V%>70; M%=0	Alta T>8;V%>50-70 M%<10	Média T>6; V%<35; M%<50; T<4; V%>50	Baixa T>4; V%<35; M%<50; T<4; V%>50	Muito baixa T>4; V%<35; M%<50

Tabela 2 - Fatores e Graus de Limitação ao Uso Florestal



3. Planejamento florestal da propriedade

Inicia-se pela visita na área para verificar alguns parâmetros que devem ser considerados no momento do planejamento de plantio, considerando o sistema de manejo compreendido em: espaçamento 3 x 1, clone I144 e adubação dupla. Deve-se prestar atenção em dois parâmetros que podem representar o fracasso do plantio, devido às características de degradabilidade da área ao longo dos anos:

- Paisagem: consiste na identificação do relevo e da pedregosidade do terreno, vinculados ao risco de inundação e acúmulos de água no plantio;
- **Solo:** identificação dos perfis do solo, níveis de profundidade, textura e permeabilidade. Estão relacionados com o desenvolvimento da raiz do eucalipto. A permeabilidade é importante para identificar o deslocamento de água e nutrientes pelo solo.

3.1 Preparo da Área para Plantio

O preparo das terras deve se ajustar às características do relevo, vegetação e uso atual da área. No sistema de manejo do solo, os equipamentos e o grau de mecanização devem levar em conta as características de cada solo, clima e topografia.

3.1.1 Limpeza da área de plantio

A vegetação arbustiva acima de 50 cm de altura deve ser eliminada por capina química mecanizada ou manual. Deve ser realizada entre 15 e 25 dias antecedentes ao plantio. Para a capina química utiliza-se o o roudup para plantios adensados. A aplicação pode ocorrer de maneira manual com aplicador costal ou mecanizada com trator acoplado ao tanque. Indica-se 2,5 Kg/ha do roudup.