

INFORME AGROPECUARIO

ISSN: 0100-3364

Uma publicação trimestral
da Empresa de Pesquisa
Agropecuária de Minas Gerais



v.18 - 186 - 1997

A Cultura do Eucalipto II



Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG, UFPA, UPMG, UFV



TRATOR FLORESTAL CATERPILLAR. FAZ TUDO COM UMA MÃO NAS COSTAS.

SKIDDER 525, um projeto inovador em trator para o mercado florestal. A Caterpillar sempre mostrou muita garra na colheita florestal. Agora está mostrando ainda mais inteligência. O Skidder 525 tem um novo sistema de controle de pressão na garra que, uma vez fechada, mantém a pressão mesmo com movimentos de acomodação da carga, evitando a perda de toras pelo caminho. Ao mesmo tempo, a bomba hidráulica só funciona quando solicitada, reservando mais potência de arraste para as toras e aumentando a produtividade do equipamento. Com 4 marchas e bloqueio de diferencial, o Skidder 525 tem maior capacidade de tração, inclusive em solo solto, aumentando a vida útil dos pneus. A maior distância entre os eixos e a oscilação do eixo dianteiro conferem estabilidade e suavidade de operação. A cabine tem um design arrojado, é mais segura e confortável, o que facilita a operação. Na colheita florestal, o único trator que vai resolver todos os seus problemas é o Skidder 525. Com uma mão nas costas. E o que é mais importante: a Caterpillar oferece o melhor suporte ao produto do mercado, através da sua rede de revendedores distribuída por todo o Brasil.

CATERPILLAR[®]

O QUE MINAS ESTÁ FAZENDO PELO MEIO AMBIENTE

O ano de 1996 foi um marco importante na implementação, em Minas Gerais, de políticas públicas de gestão ambiental capazes de catalizar e induzir ações setoriais ou estratégias que promovam uma consistente política de desenvolvimento sustentável.

Os esforços da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD concentraram-se nessa direção e na busca de um modelo gerencial moderno e ágil para os seus órgãos vinculados - Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM/Departamento de Recursos Hídricos - DRH e Instituto Estadual de Florestal - IEF - a fim de dar respostas mais eficientes às questões relativas à proteção da qualidade de vida no Estado.

Como resultado deste trabalho, Minas fecha o ano como o único Estado brasileiro a ter amplo domínio das ações ambientais em seu território - após receber em ato pioneiro, delegação neste sentido do Ministério do Meio Ambiente - MMA, e com o respaldo do Banco Mundial que classificou o Programa de Conservação e Desenvolvimento Florestal do Estado - PROFLORESTAS como o melhor empreendimento setorial da América Latina, e destaca seus investimentos em Unidades de Conservação.

POLÍTICA CONSISTENTE

O Pacto Federativo de Gestão Descentralizada e Compartilhada da Política Ambiental em Minas Gerais assinado com o Governo Federal, através do MMA, confere a Minas competência legal para gerir suas questões ambientais, reservando ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA ações de apoio e suporte nos momentos em que interesses da União ou de outro Estado da Federação estejam envolvidos.

“O Pacto - destaca o secretário do Meio Ambiente, José Carlos Carvalho - é uma prova importante do nível de confiança do Ministério na competência ambiental de Minas e uma prova de que estamos no caminho certo na área ambiental. Na verdade, nosso Estado, desde a década de 60, vem-se aparelhando legal e institucionalmente para assumir suas responsabilidades quanto ao meio ambiente e este esforço foi, agora, reconhecido pelo Governador Federal”.

Outras medidas importantes destacadas pelo secretário foram “a criação do Grupo Coordenador da Fiscalização Ambiental Integrada - GCFAI e a promulgação da Lei da Pesca, instrumentos de altíssimo alcance para os objetivos do Sistema de Meio Ambiente do Estado”.

Do GCFAI fazem parte a SEMAD, o IEF, o DRH, a FEAM, o IBAMA/MG, a Polícia Militar de Minas Gerais - PMMG e a Secretaria de Segurança Pública, unindo esforços e articulando-se no sentido de melhorar as ações preventivas e punitivas de fiscalização ambiental e de dar-lhes maior amplitude.

A nova Lei da Pesca vai permitir a criação de incentivos à aqüicultura e a organização da atividade no Estado, que ocupa posição de destaque no cenário nacional no que diz respeito a rios e grandes represas que podem se tornar importantes fontes de proteína animal à população carente.

Registramos, ainda, neste ano, a reformulação do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM, o fortalecimento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH e a Reforma Administrativa da FEAM, IEF e DRH que vão resultar em maior eficiência e eficácia das ações ambientais em nosso Estado - lembrou o secretário José Carlos Carvalho.

PROTEÇÃO AMBIENTAL

A SEMAD estabeleceu como



Secretário José Carlos, da Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

prioridade maior da gestão ambiental, no Estado, as ações que visam à proteção das águas em razão dos reflexos positivos diretos entre disponibilidade deste recurso para dessedentação e higiene da população e saúde pública.

Inserem-se nesta preocupação a assinatura de seis convênios que já estão garantindo a elaboração dos Planos Diretores das principais bacias hidrográficas mineiras - entre elas a do Paraíba do Sul, do Jequitinhonha, do São Francisco e do Rio Verde - e a recomposição das matas ciliares destes rios e de outros como o Doce, Mucuri e das Velhas.

“Além disso, elaboramos o Programa Estadual de Saneamento Ambiental, lançado pelo Governador Eduardo Azeredo na Semana da Água, que vai permitir a médio e curto prazos reverter a situação calamitosa do nosso Estado no que se refere a tratamento de esgotos e lixo

- disse o secretário”.

O Programa engloba três subcomponentes que visam: a recuperação e preservação de mananciais de água de abastecimento público (“Mãe d’Água); o tratamento de efluentes domésticos com reciclagem de nutrientes para aproveitamento agrícola (tratamento de esgotos) e a disposição adequada de resíduos sólidos urbanos (tratamento de lixo).

Espera-se, assim, livrar os rios mineiros, progressivamente, da poluição dos esgotos, devolvendo os cursos d’água, limpos, à prática de esportes, ao lazer e a um aproveitamento mais nobre.

Outro destaque no setor ambiental foi a criação do ICMS Ecológico, que possibilitou melhorar substancialmente as condições de vida das populações dos diferentes municípios mineiros em cujo território existem unidades de conservação: APA’s, parques, estações ecológicas e reservas biológicas.

Municípios como Marliéria e São Gonçalo do Rio Preto multiplicaram mais de dez vezes sua quota de ICMS, graças aos Parques Florestais Estaduais que abrigam: o do Rio Doce e o do Rio Preto, respectivamente.

REALIZAÇÕES SETORIAIS

Além das atividades de rotina, como fiscalizações, monitoramento e processo de licenciamento, a FEAM assinou e realizou em 1996 vários projetos de destaque e concretizou parcerias importantes com o objetivo de racionalizar os trabalhos na área ambiental, visando a melhoria da qualidade de vida do mineiro.

Como Secretaria Executiva, a FEAM realizou todos os trabalhos de apoio logístico, técnico e jurídico necessários, que subsidiaram o COPAM em todas as suas reuniões e decisões:

- fiscalização: 814;
- autuações: 271 Autos de Infrações Lavrados;
- laudos técnicos em atendimento à Promotoria Pública: 170;
- pareceres técnicos: 828;
- pareceres jurídicos: 693;
- atendimentos e apoio ambiental aos municípios: 399;
- estudos de impacto ambiental analisados: 73;

- audiências públicas realizadas: 5;
- participações em cursos e seminários: 44;
- cursos e seminários ministrados: 32;
- projetos e trabalhos diversos realizados: 233.

FLORESTAS E ÁGUA

A legislação florestal do Estado, estabelecida pela Lei 10.561 e Decreto

reservas, pesquisa em biodiversidade de monitoramento da cobertura vegetal do Estado, educação ambiental e prevenção de incêndios florestais.

De acordo com o novo marco institucional, o IEF vem, desde 1991/92, fortalecendo-se no sentido de racionalizar e adequar o controle e a fiscalização sobre a exploração florestal e o desmatamento. Estes objetivos estão consubstanciados no PMDI e quantificados nas metas fixadas no PPAG.

No corrente exercício, conclui-se a implementação do PROFLORESTAL, programa desenvolvido com o apoio do BIRD e considerado como modelo de intervenção do Estado e no apoio e promoção ao desenvolvimento sustentado dos recursos florestais. Com um nível de atendimento de 80% das metas fixadas, o PROFLORESTAS propiciou ao IEF as condições financeiras e operacionais indispensáveis ao seu fortalecimento institucional, habilitando-o a desempenhar com mais sucesso suas atribuições adicionais, decorrentes da nova concepção de administração florestal preconizada pela legislação vigente.

O DRH, da SEMAD, como órgão gestor de Recursos Hídricos do Estado, efetuou as seguintes ações em 1996: coordenação do Grupo Técnico Assessoria - GTA ao CERH e coordenação do grupo de análise dos documentos apresentados pelo GTA (Água e Meio Ambiente, Termo de Referência do Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias do Leste, Análise visando a implantação do PLANVALE; coordenação dos Grupos de trabalhos criados pelo CERH/MG - (GT - Política de Recursos Hídricos, que elaborou a minuta do Plano Estadual de Recursos Hídricos e GT - Gestão de Recursos Hídricos, que elaborou a minuta da portaria sobre outorgas de águas subterrâneas e superficiais); elaboração de proposta do estado de Minas Gerais, em conjunto com a SUDENOR, EMATER, COPASA, FEAM e CODEVASF como contribuição ao Programa de Desenvolvimento de Recursos Hídricos para o semi-árido brasileiro- Proágua, que atenderá 86 municípios do semi-árido em Minas Gerais. O projeto terá a duração de quatro anos, a partir de 1997, e conta com recursos da ordem de R\$ 230 milhões, oriundos do Banco Mundial para o Estado de Minas Gerais e em apoio às ações do Consórcio Intermunicipal da Bacia do Rio Paraopeba - CIBAPAR.

"O Pacto é uma prova importante do nível de confiança do Ministério na competência ambiental de Minas e uma prova de que estamos no caminho certo na área ambiental".

33.944, marcou uma nova abordagem da questão ambiental no Estado: partindo de uma concepção anteriormente voltada para a produção florestal, houve o estabelecimento de ações que privilegiam o desenvolvimento sustentado dos recursos da biomassa.

Esta abordagem resultou, para o IEF, numa ênfase maior às atividades voltadas para a busca do equilíbrio entre a oferta e procura de madeira, dentro de um quadro de evidente escassez de matéria-prima para atender à intensa demanda dos segmentos industriais dependentes de carvão e da área rural, grande consumidora de lenha.

Experimentaram também especial atenção às atividades conservacionistas: implantação e administração de parques e

REVISTA BIMESTRALISSN: 0100.3364
INPI: 1231/0650500**COMISSÃO EDITORIAL**Guy Torres
Reginaldo Amaral
Marcelo Franco
Alberto Marcatti
Luthero Rios Alvarenga
Emílio Elias Moucherek Filho
Cláudio Amílcar Soares Chaves
Samuel Guimarães Vargas**EDITOR**

Samuel Guimarães Vargas

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Marlene A. R. Goniide

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Germi Porto Santos

AUTORIA DOS ARTIGOS

Benedito Rocha Vital, Francisco Alves Ferreira, Francisco de Paula Neto, José de Castro e Silva, José Gabriel de Lelles, José Lívio Goniide, José Mauro Gomes, Júlio César L. Neves, Laércio Couto, Nairam F. de Barros, Osvaldo Ferreira Valente, Paulo Fernando Trugilho, Reinaldo Herrero Ponce, Roberto F. de Novais, José Luis dos Santos Rufino.

REVISÃO

Linguística e gráfica: Marlene Antonieta Ribeiro Goniide, Rosely A. R. Battista Pereira e Teresa Cristina Pessoa Brandão, Normalização Bibliográfica: Fátima Rocha Gomes e Maria Lúcia de Melo.

PRODUÇÃO E ARTEComposição: Dulce de Melo Oliveira, Maria Alice Vieira, Maria de Fátima Ferreira e Rosângela Maria Mota Ennes, Diagramação, Capa e Arte-Final: Fênix Page
Fotos da Capa: Laércio Couto**IMPRESSÃO****EDITORA LITTERA MACIEL LTDA****PUBLICIDADE**Décio Corrêa - Reg. Prof.: 859 DRT/MG
Assessoria de Comunicação e Publicações
Av. Amazonas, 115 - CEP 30.180-902 - Belo Horizonte - MG
Fone: PABX(031) 273 3544 e 274-8194
Fax: (031) 273 3884

Copyright © - EPAMIG - 1977

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios, sem autorização escrita do editor. Todos os direitos são reservados à EPAMIG.

Informe Agropecuário - v.3, n.25 - (jan. 1977)
Belo Horizonte: EPAMIG, 1977

v.ii.

Bimestral

Cont. de Informe Agropecuário: Conjuntura e Estatística, -v.1,
n.1 - (abr. 1975)
issn 0100-33641. Agropecuária - Periódico. 2. Agricultura - Aspecto Econômico -
Periódico. I. EPAMIG
CDS630.5

ASSINATURAS: SETA/EPAMIG

CGC(MF) 17.138.140/0001-23 - Insc. Est.: 062.150146.004 Av.
Amazonas, 115 - 6o andar - Caixa Postal 515 - Fone: (031) 273-
3544 - Ramais 137/149 - Telex: 31.3906 EDMG - Fax: (031) 273
3884 - CEP 30180-902 Belo Horizonte, MG, Brasil

MADEIRA DE EUCALIPTO: NOVAS PERSPECTIVAS DE USOS

Existe, atualmente, uma tendência muito forte de que empresas produtoras de madeira de diversas espécies de *Eucalyptus* invistam na utilização dessa matéria-prima para fins diversificados, além dos usos mais tradicionais, como madeira para a fabricação de carvão vegetal, celulose, papel e lenha para usos variados. A adoção de uma ou outra opção tecnológica que permita, de forma integrada, produzir e colocar no mercado produtos finais de maiores valores agregados, é meta a ser cumprida a curto e médio prazos. O eucalipto ainda não participa ativamente da indústria de madeira serrada e da indústria de laminados e compensados. Há crenças bastante arraigadas de que o eucalipto racha demasiadamente durante o processo de transformação e processamento, além de sofrer deformações posteriores no produto final. Essas dificuldades realmente existem, porém não são maiores que as apresentadas pela maioria das madeiras de outras essências. Para sanar essas dificuldades, faz-se necessário investir em pesquisas de campo e laboratório no que diz respeito a espécies, procedências, progênies, clones ou indivíduos com características silviculturais e tecnológicas adequadas, no sentido de que a madeira produzida possa ser utilizada para fins mais diversificados.

No Brasil, estima-se que a produção anual de madeira serrada de eucalipto deva situar-se em torno de 80 mil metros cúbicos, o que representa cerca de 0,44% da produção nacional. As causas prováveis de tão baixa participação são: falta de informação, tabus em relação à madeira e, até agora, abundante disponibilidade de outras espécies florestais. Atualmente, as indústrias do setor estão com suas atenções voltadas para essa opção, que, se ainda incipiente no Brasil, é praticada com sucesso em vários países, como a Austrália, África do Sul, Chile, Nova Zelândia, Uruguai e Argentina.

A importância sócio-econômica do eucalipto somente para a produção de celulose e papel, no Brasil, é confirmada pelas estatísticas do setor que, no ano de 1993, apresentou um faturamento de 5,3 bilhões de dólares, recolheu imposto da ordem de 594 milhões de dólares e foi responsável por 113 mil empregos diretos. O valor das exportações desses produtos alcançou a cifra de 718 milhões de dólares.

O eucalipto não deve ser encarado apenas como um componente no fornecimento de matéria-prima para os setores da indústria e da construção civil. O aproveitamento de florestas de rápido crescimento na produção de madeira serrada é fundamental para a diminuição das concentrações de CO₂ na atmosfera, pois o gás absorvido e contido na madeira é imobilizado durante toda a existência dela, sendo tanto mais efetivo, quanto mais duradoura for a peça de madeira. Assim sendo, enquanto a madeira existe na forma de móveis, objetos, construções e componentes para edificações, a atmosfera terrestre estará com menos concentração de CO₂, o principal responsável pelo efeito estufa. Desta forma, o uso de produto florestal como madeira sólida, além dos benefícios econômicos e sociais, gera também conseqüências positivas para o meio ambiente.

Guy Torres
Presidente

Nesta Edição

Dando seqüência e complementando o assunto sobre Cultura do Eucalipto, esta segunda edição do Informe Agropecuário discorre sobre fertilização, regeneração e inventário florestal, além de trazer à comunidade florestal e à sociedade novos enfoques relativos às possibilidades de usos múltiplos dessa essência, além de uma ampla consideração sobre aspectos tecnológicos, que envolvem a madeira do eucalipto e perspectivas de sua utilização em setores da indústria florestal, ainda com pouca demanda em nossa economia.

São abordadas também as enfermidades que acometem esta cultura, as várias possibilidades e alternativas de usos da madeira de eucalipto na construção civil, tanto no meio rural quanto urbano, os tabus e a resistência quanto ao uso da madeira de eucalipto e problemas que ocorrem em sua secagem e desdobro para serraria, bem como são fornecidas soluções de manejo para sanar tais inconvenientes. Aspectos relacionados à produção de polpa celulósica a partir do eucalipto e fabricação de carvão vegetal também são mencionados.

29.04.97

SUMÁRIO

892	Enfermidades do Eucalipto no Brasil - Francisco Alves Ferreira	05
893	Considerações sobre Inventário e Amostragem Florestal - Francisco de Paula Neto	20
894	Utilização de Madeira de Eucalipto para Produção de Celulose e Papel - José Lívio Gomide	24
895	Madeira de Eucalipto como Opção Energética - Estudo de Casos - Osvaldo Ferreira Valente	27
896	Eucalipto: Uso Alternativo da Madeira - Reinaldo Herrero Ponce	48
897	Variação Dimensional e Uso da Madeira de Eucalyptus - Benedito Rocha Vital, Paulo Fernando Trugilho	53
898	Problemas e Solução sobre Rachaduras de Topo de Madeira de Eucalyptus spp. nas Fases de Desdobro e Secagem - José Gabriel de Lelles, José de Castro e Silva	58
899	Nutrição e Adubação de Eucalipto - Nairam F. de Barros, Júlio César L. Neves, Roberto F. de Novais	66
900	Regeneração de Povoamento de Eucalipto - Laércio Couto, José Mauro Gomes	72

Os nomes comerciais apresentados nesta revista são citados apenas para conveniênci do leitor, não havendo preferências, por parte da EPAMIG, por este ou aquele produto comercial. A citação de termos técnicos seguiu a nomenclatura proposta pelos autores de cada artigo.

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v. 18	n. 186	p. 1 - 72	1996
----------------------	----------------	-------	--------	-----------	------

ENFERMIDADES DO EUCALIPTO NO BRASIL

Francisco Alves Ferreira¹

DOENÇAS EM VIVEIROS DE EUCALIPTO

Tipos de manejo de viveiro e ocorrência de doenças

O número e a frequência das doenças de causas parasitárias em viveiros de eucalipto estão correlacionados, na maioria das vezes, com o tempo de permanência das mudas nos viveiros e com o tipo de manejo empregado. A partir do tempo básico de 150 dias de permanência das mudas no viveiro, o número de doenças aumenta consideravelmente, em especial as do tipo mancha de folha e queima ou morte de parte aérea. Algumas dessas doenças são comuns no campo, enquanto outras são causadas por patógenos fracos, e praticamente só ocorrem nas condições de mudas "passadas" em viveiros, estressadas pelos insuficientes regimes hídrico e nutricional que lhes são impostos. A frequência da doença tombamento de mudas é elevada no manejo por sementeiras, baixa no manejo de semeadura-direta com recipientes no chão (Fig. 1) e praticamente inexistente no manejo de semeadura-direta com recipientes suspensos (Figs. 2, 3 e 5). Assim, não é de se estranhar ver nos textos brasileiros citação de muito poucas doenças em viveiros de eucalipto, contra uma grande diversidade que é geralmente citada para diversos países de áreas quente-úmidas, cuja eucaliptocultura, dispõe de baixo nível tecnológico, o que faz com que mudas passadas permaneçam até por mais de ano em viveiros manejados por sementeiras e recipientes no chão.

No Brasil, até 1971, os viveiros de eucalipto eram manejados por sementeiras. Até então, perdas pela doença tombamento de mudas (Fig. 7) eram frequentes e afetavam o alcance de metas em termos de área a ser reflorestada por empresas florestais. A partir de 1971, adotou-se o manejo de semeadura-direta em recipientes no chão e verificou-se grande redução de incidência da doença (Fig. 1). Após 1984, as empresas com melhor tecnologia de viveiros passaram ao manejo de semeadura-direta em recipientes suspensos. Esse tipo de manejo de viveiro permite produzir mudas no chamado regime de higiene, tornando o manejo de semeadura-direta excludente de patógenos de solo causadores do tombamento de mudas (Fig. 2).

Sintomatologia do tombamento de mudas e disseminação de patógenos

No Brasil, a maior preocupação com doenças em viveiros de eucalipto está relacionada com a doença tombamento de mudas. Os comentários que virão a seguir sobre sintomatologia e disseminação dos patógenos dessa doença terão por base o manejo de semeadura-direta em recipientes no chão (Fig. 1), que até hoje é ainda usado por alguns produtores.

O tombamento de mudas em pré-emergência, ou seja, a mortalidade de sementes por patógenos, ocorre no estágio de semeadura ou pré-emergência (Fig. 1) e é confundido com a má-germinação das sementes. O tombamento de mudas típico, ou seja, o prostar de hastes em decorrência de lesão no coleto (Fig. 7), ocorre somente

no estágio de pré-desbaste (Fig. 1), quando as mudas são muito novas, em geral, com menos de 30 dias de idade. Nesse estágio, as plântulas são muito sensíveis à dessecação e necessitam de irrigações frequentes, causadoras de umidade elevada no substrato, o que favorece muito a doença. A lesão no coleto é estrangulante, levemente marrom-úmida, com ou sem esporulação branco-cristalina. Se sem esporulação, a lesão é confundível com aquela de assamento do coleto, causada por temperatura excessivamente elevada na superfície do substrato. As hastes de plantas prostradas e mortas no estágio de pré-desbaste decompõem-se em poucos dias. A partir do estágio de pós-desbaste (Fig. 1), a lesão basal anela a haste e a muda murcha e morre, permanecendo em pé (Fig. 8). A maturação das mudas, que ocorre a partir do estágio de pós-desbaste, é percebida pela formação ascendente de casca amarronzada a partir do coleto. Essa área basal com casca madura condiciona a ocorrência de lesão em áreas acima (Fig. 28). Para atingir alturas mais elevadas, o inóculo dos patógenos de solo tem de ser salpicado a partir da superfície do substrato, com o auxílio principalmente de pingos de água de irrigação ou de chuva. Quanto maior a extensão de casca madura, menor a probabilidade do inóculo atingir maiores alturas da haste. Nesse particular, o fungo *Botrytis cinerea* que predomina no estágio de fechamento de canteiros (Figs. 1 e 26), leva vantagem em relação a *Cylindrocladium* spp. e *Rhizoctonia solani*. *B. cinerea* tem esporos secos e leves, mais apropriados à disseminação aérea. A partir de hospedeiros silvestres ou agrônômicos,

¹Eng^o Florestal, M.Sc - Prof. Tit/Dpt^o Engenharia Florestal/UFV - CEP - 36571-000 Viçosa, MG

os esporos de *B. cinerea* chegam aos canteiros de eucalipto trazidos por ventos. Das folhas das mudas, eles são lavados para a superfície dos recipientes, com auxílio da água de irrigação ou de chuva, em que o fungo se estabelece e esporula sobre o material orgânico, folhas caídas e ramos e folhas basais abafados, mortos ou com injúrias. Dessas novas fontes de esporulação, seus esporos são salpicados para porções aéreas das mudas por gotas de irrigação ou chuva, à semelhança de salpicamento de cinza por gotas de água sobre brasa. Por outro lado, *Cylindrocladium* spp. têm esporulação úmida, menos apropriada à disseminação por ventos, e *R. solani* é incapaz de produzir esporos. Esses dois últimos fungos vivem tipicamente no solo e em matéria orgânica. De substratos que os contenham, suas hifas atacam o coleto de plantas novas (Fig. 1). A partir de meados do estádio de pós-desbaste, os tecidos das hastes aparentemente já são resistentes à infecção por *R. solani*. Daí para frente, se infecções ocorrerem, elas incidirão em setores aéreos acima da área de casca madura (Figs. 26 e 28), a partir de salpicamento de solo e fragmentos orgânicos contendo pedaços de hifas e esporos de *Cylindrocladium* spp. No estádio de fechamento de canteiros, vêm-se lesões com esporulação branco-cristalina de *Cylindrocladium* spp. restritas à haste, enquanto as lesões mofadas de *B. cinerea* ocorrem em diferentes alturas das hastes e em galhos. A aderência de folha morta mofada à lesão basal por *B. cinerea* (Fig.9) prenuncia que seu inóculo foi salpicado da superfície dos recipientes até a folha basal que, depois de lesionada, arqueou, ficando a haste infectada a partir do seu contato. Nas inspeções rotineiras, quando *B. cinerea* for observado, na forma de mofo marrom-cinza, sobre folhas caídas e em galhos basais finos, mortos, ou com injúrias, ou sobre folhas basais injuriadas por fitotoxidez de adubação, ou por defensivo, ou por inseto, ou com "V" invertido de déficit hídrico, pode-se esperar por perdas significativas por esse fungo no estádio de fechamento de canteiros, caso não se tomem medidas para o seu controle.

Manejo de semeadura-direta em viveiros com recipientes suspensos e regime de higiene e controle de *Cylindrocladium* spp., *Rhizoctonia solani* e *Botrytis cinerea* sem fungicidas

Os viveiros com recipientes suspensos (Figs. 3 e 5) permitem a adoção de medidas de higiene que tornam o manejo de

semeadura-direta excludente de patógenos de solo causadores de tombamento de mudas. Essas medidas de higiene, agrupadas na Figura 2, começam pela própria característica desses viveiros, qual seja, ter seus recipientes a 0,9-1,0 m de altura. Adicionalmente, chão coberto com brita (Figs. 3 e 5), cimento ou material similar, o que previne a contaminação do substrato com partículas de solo a partir de salpicamento com irrigação ou chuva; uso de caixas-suportes e recipientes livres de patógenos para se iniciar a produção que é conseguido por meio de lavagem dos materiais em água corrente ou aspergida, seguida de imersão durante três minutos em 120g de captan veiculado em solução de 780 ppm de cloro + 0,05% de espalhante adesivo, seguindo-se, ou não, nova imersão ou enxágüe com água pura. Uma alternativa seria a desinfestação das caixas e recipientes com vapor ou água quente, a partir de 70°C por três minutos. A utilização de sementes livres de patógenos do solo (Fig. 2) é conseguida partindo-se da coleta e secagem de frutos e beneficiamento e armazenamento de sementes em regime de higiene, de modo a não permitir seus contatos com partículas de solo e outros resíduos orgânicos. Para tanto, devem ser usados lonas, plásticos, secadores, instalações e maquinário rigorosamente limpos. A utilização de água livre de patógenos (Fig. 2) dá-se a partir de filtragem e cloração da água, ou com água de poço artesiano. Admite-se também o uso de água de fonte límpida, em que a experiência de vários anos anteriores a patentearia como de boa qualidade. O uso de substrato sem patógenos de solo (Fig. 2) torna-se possível, partindo de um substrato naturalmente isento, como a vermiculita, ou de substrato potencialmente condutivo, mas esterilizado. Nesse último caso, recomenda-se sua reinfestação com microrganismos saprófitas e/ou antagonistas selecionados contra patógenos de solo (Fig. 6), durante cerca de duas semanas em galpão coberto, circundado de meia-parede (1m de altura), para evitar sua contaminação com patógeno de solo, a partir de enchurrada ou pisoteio. A esterilização de substrato pode ser feita com fumigação de camada de 30cm de altura com brometo de metila a 30-40 cc/m² ou 150 cc/m³, ou com calor

úmido a partir de 70°C durante período igual ou superior a três minutos (temperaturas e tempos mais elevados podem ser necessários para eliminação de erva daninha). A medida de reinfestação de substrato pós-esterilização com microrganismos saprófitas vem ao encontro de um conhecimento já bem estabelecido de que uma eventual introdução de patógeno de solo em substrato esterilizado acarreta mais perdas de plantas do que se a introdução de patógeno se desse em substrato não esterilizado. Melhor seria, se a reinfestação de substrato se desse com linhagens de microrganismos selecionados em testes de antagonismo contra os patógenos *R. solani* e *Cylindrocladium* spp. (Fig. 6). Assim, esses patógenos seriam controlados, caso fossem introduzidos, acidentalmente, na água de irrigação ou por salpicamento de partículas de solo, a longa distância, por chuva com vento forte. Com a adoção das medidas de higiene mencionadas, o manejo de semeadura-direta torna-se realmente excludente e/ou controlador dos patógenos de solo citados. Todavia, no estádio de pré-desbaste (Fig. 2), freqüentemente há mortalidade de plântulas por fatores abióticos, como temperatura (assamento de coleto) e umidade excessivas, com sintomas confundíveis e muitas vezes interpretados como os de tombamento de mudas. Esse fato é mais a grande pressão de responsabilidade que normalmente um viveirista de empresa tem sobre si, de produzir até mais de 5 milhões de mudas/ano, têm feito com que ele prescreva pulverizações fungicidas (desnecessárias) contra tombamento de mudas num sistema que é naturalmente excludente desta doença. A prevenção de assamento de coleto pode ser feita distendendo-se sombrite nas horas mais quentes do dia, à cerca de 30-40 cm acima da superfície dos recipientes suspensos e/ou aereamente por meio do aparato especial como aquele mostrado na Figura 5. A prevenção de mortalidade de plântulas por umidade excessiva é feita com o controle de catenária dos canteiros aéreos e com o uso de caixas ou bandejas suspensas gretadas ou do tipo tela e substrato não retentor de excessiva umidade. Após determinado tempo pós-irrigação, a quantidade de água retida por dois ou mais substratos pode ser

comparada após pressão manual dos cartuchos de raiz-substrato.

Enquanto *R. solani* e *Cylindrocladium* spp. são excluídos ou controlados com as medidas de higiene abordadas, o controle de *B. cinerea* requer procedimentos especiais. Este patógeno chega aos viveiros, aereamente, por meio de seus esporos, a partir de plantas agrônomicas, ou silvestres, ou do litter. Nos canteiros de eucalipto, *B. cinerea* multiplica seus esporos em folhas caídas nas superfícies, substrato ou diretamente nas mudas, nos tecidos mortos ou injuriados de ramos finos e folhas basais. Desses pontos esporulados, pingos de água de irrigação ou de chuva salpicam seus esporos para folhas basais senescentes e quaisquer outros órgãos com tecidos injuriados por insetos, ou por déficit hídrico, ou por fitotoxidez causada por aplicações de adubos e defensivos, que são excelentes sítios para a colonização inicial de *B. cinerea*. Daí ele evolui nos tecidos vivos, podendo chegar até a haste (Fig. 27), diretamente, ou pelo contato advindo do arqueamento de folha ou ramo colonizado. Assim, para o controle de *B. cinerea*, uma série de medidas deve ser tomada visando diminuir as fontes multiplicadoras de seus esporos e prevenir injúrias de diversas origens nas mudas. Essas medidas incluem uma a duas operações de rouging a partir do estágio F (Fig. 2), para a retirada de folhas caídas, folhas senescentes basais, folhas com injúrias, mudas pequenas (dominadas), mudas mortas e recipientes sem mudas. A prevenção de injúrias abióticas se faz com um adequado sistema e regime de regas e com a filosofia de diminuir cada vez mais as adubações e aplicações de defensivos pós-emergência. A diminuição das adubações, a lanço, ou por pulverização, ou via água de irrigação, implica ter um substrato que possibilite produzir mudas com número mínimo de adubações, ou, idealmente, com apenas uma adubação pré-semeadura. Um substrato friável, como por exemplo a vermiculita, isoladamente, traz como inconveniente a exigência de adubações suplementares acarretadoras de injúrias, principais portas-de-entrada para *Botrytis*. Além disso, o aumento no teor de sais, a partir de drenagem de água de irrigação ou de chuva, em represas e lagoas, que passam por substrato friável que receberá

sucessivas adubações, já constitui problema ambiental. Assim, em termos de controle de *B. cinerea* e cuidado ecológico, é importante que se busque um substrato/sistema de irrigação que dispense ou minimize as adubações pós-emergência. De vários substratos que poderiam ser lembrados para uso nos viveiros suspensos, o composto orgânico reúne as seguintes características muito satisfatórias:

a) Dentro de certos limites, pode ser produzido com características físico-químicas pré-especificadas;

b) é receptivo a infestações microbianas artificiais para controle biológico (Fig. 6) e/ou micorrização;

c) é relativamente leve e, dependendo da escolha do substrato-parceiro na mistura do substrato definitivo, pode possibilitar boa agregação de raízes e manutenção de satisfatória quantidade de nutrientes. De modo geral, o composto orgânico é recomendado para compor no máximo 80% da mistura final do substrato definitivo. Isoladamente, ou acima do percentual citado, pode haver problemas de fitotoxidez na forma de má-germinação de sementes, pobre crescimento de plantas e mortalidade de mudas, paulatinamente.

Nos últimos dez anos, *B. cinerea* tem sido o patógeno mais importante nos viveiros de eucalipto no Brasil (Figs. 26 e 27), com exceção de *Puccinia psidii* nos viveiros com *E. cloëziana*. Nos viveiros de Minas Gerais e de regiões mais tropicais, as operações citadas de rouging têm controlado muito bem *B. cinerea* nas suas ocorrências no estágio de fechamento de canteiro, sem a necessidade do uso de fungicidas. Nos estados de São Paulo e Sul do Brasil, *B. cinerea* é muito freqüente nos viveiros que produzem mudas durante todo o ano e especialmente durante o inverno. Nessa época, pode haver insatisfatório crescimento de mudas a céu-aberto, com produção excessiva de galhos finos rodeando as bases das mudas. Esses galhos têm seus órgãos facilmente injuriados por fitotoxidez com adubações e/ou defensivos, além de serem os primeiros a morrer no início do estágio F (Fig. 2), constituindo-se, por essas duas maneiras, fontes para colonização e multiplicação de esporos de *B. cinerea* e seu acesso para o anelamento das hastes das mudas. A aplicação de fungicidas, em viveiros contendo esporulação de *B. cinerea* em folhas

caídas, ou em outros órgãos de muda viva ou morta, não controla a doença e induz o aparecimento de linhagens do fungo resistentes a fungicidas. A formação excessiva dos indesejáveis galhos finos basais (base envassourada) tem sido observada somente durante o inverno e em mudas a céu-aberto. Em mudas com a mesma adubação, mesma idade e de mesmo viveiro, ou naquelas que tinham passado os primeiros 40-60 dias dos meses mais frios dentro de casa-de-vegetação, o problema praticamente inexistia. Assim, as casas-de-vegetação (Figs. 4 e 5), já usadas para se obter melhor desenvolvimento na fase inicial das mudas, ajudam também, indiretamente, no controle de *B. cinerea*. As operações de rouging mencionadas têm-se mostrado muito eficientes no controle de *B. cinerea*, recomendando-se fazer a primeira tão logo se verifique esporulação do fungo em folhas caídas e outros órgãos das mudas. Todavia, alguns viveiristas, conscientemente, não executam essas operações de rouging, por considerarem-nas de difícil exequitude em viveiros suspensos com grandes dimensões, alguns desses construídos em função também da meta básica de crescente mecanização e redução de mão-de-obra em todas as fases e operações. Para viveiros desse tipo, estabelecidos principalmente de São Paulo ao Rio Grande do Sul, onde surtos importantes de *B. cinerea* são constantes no inverno, a pesquisa terá de estudar a viabilidade de controle biológico do patógeno com microrganismo (s) antagonista (s). Para alguns cultivos agrônomicos, essa medida já tem-se mostrado promissora. Em nível mundial, reconhece-se que o controle de *B. cinerea* em mudas de essências florestais deve ser feito preferencialmente por técnicas de manejo, e que as aplicações de fungicidas têm resultados inconsistentes, embora sejam ainda muito usadas, especialmente em viveiros de grandes dimensões, com elevado nível de mecanização e restrição de uso de mão-de-obra.

Num programa de produção de mudas que se baseia em técnicas de manejo e medidas de higiene (Fig. 2), sem o uso de fungicidas, não constitui erro ser prudente em admitir que em circunstâncias ocasionais possa haver surto acidental de algum patógeno citado. Para tanto, seriam

recomendadas duas pulverizações semanais de fungicidas, durante o período máximo de duas semanas, preferencialmente após operação de rouging (retirada de recipientes sem mudas e com mudas mortas, e de folhas caídas e senescentes). Contra *Rhizoctonia* ou *Cylindrocladium*, usam-se 35g de benomil + 120g de captan/100; contra *Botrytis*, 120g de captan, ou 120g de chlorotalonil ou 120g de dicloran/100...s2

Prevenção e controle da podridão de estacas de eucalipto para enraizamento, causado por *Cylindrocladium* spp. e *Rhizoctonia solani*, com o regime de higiene

A produção de mudas de eucalipto por estaquia é afetada por muitos fatores. Assim, se até os 15-20 primeiros dias não forem observados, em conjunto, calejamento basal, emissão de raízes e brotações, admite-se a ocorrência de fator(es) desfavorável(is) ao enraizamento no sistema. Após esse período, vários fungos saprófitas e parasitas facultativos incidem nas estacas que não enraizam, que devem ser interpretados apenas como flora microbiana iniciante do fenômeno de decomposição de material morto (matéria orgânica). Nessa situação, a aplicação de fungicidas não é recomendada, pois atuará apenas seletivamente, inibindo o desenvolvimento de alguns fungos, enquanto outros continuarão a atuar. A incidência de doença biótica no sistema é admitida, quando são observadas lesões intercalares (limitadas abaixo e acima por tecidos sadios), em quaisquer alturas da haste (Figs. 11 e 29), e lesões na interface estaca/substrato, naquelas estacas que já tenham emitido raízes (Fig. 29). A presença de lesão na interface da estaca/substrato, de material sem raízes, não significa que seja a causa do insucesso do enraizamento (Fig. 30). Em geral, ela resulta de parasitismo fraco em material estressado por fator(es) extra-doença biótica. Ou seja, nesse caso, o controle do patógeno, isoladamente, seria insuficiente para levar o material a enraizar. A maioria das lesões nas estacas localiza-se na interface estaca/substrato (Figs. 11 e 29). O inóculo fúngico, na forma de esporos e estruturas vegetativas, provém do campo, ou jardim clonal, sendo salpicado

pela água de chuva ou irrigação, a partir do solo e/ou "litter", até as hastes e folhas das brotações dos tocos. Dentro das casas-de-sombra, por escorrimento de água proveniente da irrigação, a maior parte desse inóculo é depositada na superfície do substrato justaposta à haste da estaca.

Os principais patógenos que causam a podridão de estacas de eucalipto para enraizamento são *Cylindrocladium scoparium*, *C. crotalariae*, *C. clavatum*, *C. pteridis* e *R. solani*. Nenhum desses fungos tem causado desfolhamento dentro das casas-de-sombra. As espécies de *Cylindrocladium* são importantes, porque causam lesões diretamente nas hastes das estacas (Figs. 11 e 29). *R. solani*, especialmente como linhagens esclerodiais de *Thanatephorus cucumeris*, causa a doença queima-de-folhas (Web-blight), com a morte da folhagem, sendo o principal fator para o não-enraizamento da estaca que, em seguida, é saprofitada por esse e outros fungos.

O regime de higiene que é também recomendado para o controle da podridão de estacas de eucalipto para enraizamento encerra os seguintes objetivos:

- a) Erradicação ou diminuição de inóculo de *Cylindrocladium* spp. e *R. solani*, veiculado nas estacas;
- b) erradicação de inóculo desses fungos nos recipientes, substratos e água de irrigação;
- c) prevenção da doença por esses fungos nas estacas, especialmente nas duas primeiras semanas do enraizamento;
- d) continuidade de controle da doença até o 35^a-40^a dia dentro de casa-de-sombra com operações de higiene.

As medidas de controle recomendadas para alcançar os objetivos são:

1 -Dar preferência ao manejo de jardim clonal de toco alto (30-40cm de altura), em relação ao de toco baixo (veja doença queima-de-folhas por *Rhizoctonia solani*);

2 -desinfestar bandejas e tubetes por meio de lavagem dos materiais em água corrente ou aspergida, seguida de imersão durante três minutos em 120g de captan, veiculado em solução de cloro ativo a no mínimo 780 ppm + espalhante adesivo a 0,05%, seguindo-se nova imersão rápida ou enxágüe em água pura. Uma alternativa é a desinfestação com vapor ou água quente, a partir de 70°C por três minutos;

3 -desinfestar substrato condutivo de patógenos de solo com fumigação de camada de 30cm de altura, com brometo de metila a 30-40 cc/m² ou 150 cc/m³, ou com vapor a partir de 70°C por três minutos;

4 -cobrir o chão da casa-de-sombra com cimento, brita ou material similar;

5 -utilizar bandejas suspensas, à cerca de 1m do chão, para evitar salpiques de água, do chão para os recipientes e estacas;

6 -imersir totalmente as estacas em 780 ppm de cloro ativo por três minutos, sendo esse tempo de tratamento interrompido por imersão em água. Em caso de ocorrência da doença queima-de-folhas, por *Rhizoctonia solani* (Figs. 33 a 35), em alguma quadra do jardim clonal, antes da decepagem de plantas, acrescentar à solução de cloro 120g de captan/100 e mais espalhante adesivo para 0,05%. A partir da segunda safra de coleta de brotações, na referida quadra, pode-se voltar à solução desinfestante somente com cloro;

7 -usar carga única (sem repor perdas) de cada casa-de-sombra, ou compartimento, para cada safra de 35-40 dias;

8 -fazer duas pulverizações por semana, durante as duas primeiras semanas, com 35g de benomil + 120g de captan/100 + espalhante adesivo a 0,05%;

9 -permitir acesso à casa-de-sombra apenas da equipe de operários, que deverá ter calçados próprios para uso interno. Cada casa-de-sombra deve ter pequeno alpendre, onde ficarão os calçados dos operários para uso externo. Dentro do alpendre e próximo à porta de entrada da casa-de-sombra, propriamente dita, deverá haver pé-de-lúvio, que terá principalmente função psicológica, formadora de uma consciência de regime de higiene em todo o sistema. A solução pé-de-lúvio deverá conter, preferencialmente, fungicida(s) pigmentado(s), como por exemplo, 300g de sulfato de cobre (fungicida alguicida) + 400g de captan/100 litros de água;

10 - remover folhas caídas na superfície do substrato e recipientes com estacas mortas (rouging), ao longo de toda a safra de 35-40 dias e na safra das estacas para fora da casa-de-sombra. As operações de rouging ao longo do tempo dentro da casa-de-sombra, são importantes do ponto de vista fitopatológico. Todavia, elas podem tornar-se operacionalmente

inexequíveis em situações anormais, com enraizamento abaixo de 50%, ou quando o problema fisiológico surge em algum clone, acarretando-lhe intensa queda de folhas;

11 - irrigar o piso e madeirame das porções baixas da casa-de-sombra com a mistura fungitóxica da recomendação nº 2, depois de cada duas safras (80 dias) de estacas;

12 - utilizar as operações de rouging e abertura do espaçamento para eliminar ou reduzir o entrelaçamento de copas, na fase de aclimação, fora da casa-de-sombra, é a melhor medida de controle de doenças causadas por *Cylindrocladium* spp., *Botrytis cinerea* e *Rhizoctonia solani* (Figs. 36 e 37). Nessa fase, *R. solani* tem acarretado perdas de estacas enraizadas com a doença queima-de-folhas (Web-blight) (Figs. 36 e 37). Preventivamente, pelo menos uma operação de rouging deve ser feita na fase de aclimação. Se feita com ocorrência de doença, realizar, em seguida, as pulverizações da recomendação nº 8;

13 - cancelar as pulverizações preventivas do item 8, depois que a empresa adquirir confiança no tratamento de estacas com o cloro ativo (recomendação nº 6) e as demais medidas do manejo por higiene.

DOENÇAS NA FOLHAGEM DO EUCALIPTO

Oídio do eucalipto (*Oidium* spp.)

A incidência de oídio em mudas de *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. saligna* e *E. torelliana* tem sido observada em viveiros e casa-de-vegetação, sem ser, todavia, problema fitopatológico sério. O ataque desse fungo é muito característico, tratando-se de manchas brancas isoladas ou recobrando toda a folha, à semelhança de um talco branco, principalmente na face superior do limbo (Fig. 10). O exame desse sintoma ao microscópio estereoscópico revela a presença de hifas, conidióforos e conídios do patógeno. Acredita-se que no Brasil haja mais de uma espécie do gênero *Oidium* afetando o eucalipto, a exemplo do que acontece em outros países. Uma dessas espécies, comprovadamente identificadas, é fase anomórfica ou asexuada de *Sphaeroteca pannosa* (Silva,

1993). Em *E. citriodora*, o oídio tem sido mais danoso em viveiros e algumas vezes no campo, até o estágio em que as plantas passam a ter folhas, o fenológico adulto. Nessa espécie, o ataque inicia nos rebentos foliares, de maneira imperceptível a um observador menos avisado. No entanto, por meio de exame estereoscópico, ou com lupa de bolso, percebe-se a presença de estruturas do patógeno nessas folhas e nas mais desenvolvidas. Aparentemente, os danos causados às nervuras dos rebentos foliares acarretam desenvolvimento de limbos, com as seguintes anormalidades: acanoados; enrugados; excessivamente afilados; com metades laminares desiguais em relação à nervura principal. O aspecto silvicultural de canteiros de mudas de *E. citriodora* com ataque de oídio é ruim, tendo-se a impressão de que mais de 90% das plantas se apresentam com anormalidade genética e/ou deficiência micronutricional, resultante do sintoma individual de envassouramento (excesso de galhos finos, entrenós curtos, limbos pequenos, malformados e deformados). Para o controle de oídio na formação de mudas, recomendam-se pulverizações quinzenais com o fungicida triadimenol a 70 ml/100.

Mancha-de-folha do eucalipto causada por *Cylindrocladium crotalariae*, *C. ilicicola* e *C. scoparium*

Esta doença é muito comum em várias espécies de eucalipto, em condições de campo, ocorre no Vale do Rio Doce-MG, costa dos estados do Espírito Santo e do Nordeste e região amazônica. Em algumas ocasiões tem causado considerável desfolha nos terços basais e medianos das copas de plantações no estágio fenológico B (Fig. 12), em procedências de *E. grandis*, *E. cloëziana* e *E. urophylla*. Tem tido pouca importância em plantas no padrão fenológico C (Fig. 12). Os sintomas das manchas foliares são muito característicos. Na maioria das espécies hospedeiras, são lesões relativamente grandes, mais frequentes a partir das laterais ou dos ápices dos limbos, com tonalidade variando de marrom-clara a marrom-escura (Fig. 13). Nos seus limites com o limbo sadio, aparece um halo relativamente largo cinza-esverdeado. Em *E. cloëziana*, uma das espécies mais

suscetíveis a essa doença, os sintomas são diferentes: manchas também grandes, muito escuras, quase negras, que predominam a partir dos ápices dos limbos. Até então, a satisfatória recuperação de plantas, após surtos da doença, que tenham acarretado elevada desfolha, juntamente com a pouca importância da doença em plantas do padrão fenológico C, têm sido aspectos relevantes para se dispensar medidas para seu controle. No entanto, uma medida básica para o controle dessa enfermidade, mencionada também para a ferrugem do eucalipto, seria a seleção de espécies, procedências ou clones, na presença ou ausência da doença, no sentido de obter plantas precoces para o crescimento em altura, de modo que, no mais curto tempo, as plantas atinjam o padrão fenológico C (Fig. 12).

Mancha-de-folha do eucalipto causada por *Coniella fragariae*

Nesta doença (Figs. 14 e 15), o formato, o tamanho das lesões, as regiões de ocorrência e a maioria das espécies suscetíveis são os mesmos da doença mancha-de-folha causada por espécies de *Cylindrocladium* (Fig. 13). Por essa razão, a enfermidade foi tratada pelo autor, até 1991, dentro de uma única doença, mancha-de-folha, tendo um complexo etiológico, constituído por espécies de *Cylindrocladium* e *Coniella fragariae* (Ferreira, 1989). Em 1991, descobriu-se que as infecções de *Coniella fragariae* se iniciavam a partir de injúria mecânica, ou por inseto, ou por pústula de ferrugem, ou por lesões velhas, ressecadas, causadas por outros patógenos no limbo (Figs. 16 a 19 e 32). As infecções por espécies de *Cylindrocladium* independem de injúrias ou outras doenças no limbo. Em geral, as lesões maduras por *Coniella fragariae* são grandes, marrom-claras e têm, marcadamente, halos escuros resultantes das frutificações do fungo (Figs. 14 e 15). Elas também predominam no estágio fenológico B (Fig. 12). Em condições de campo, *E. cloëziana* não tem sido vista com lesões de *Coniella fragariae*, embora seja muito suscetível à mancha por espécies de *Cylindrocladium*. As outras espécies

citadas como suscetíveis às espécies de *Cylindrocladium* o são também para *C. fragariae*. O controle da mancha-de-folha, causada por *Coniella fragariae*, deve ser prioritariamente feito controlando-se as injúrias e as outras doenças dos limbos que são portas-de-entrada para o patógeno.

Mancha-de-pteridis

Esta doença passou a ser constatada a partir de 1990, no sudeste da Bahia, causando considerável desfolha no estágio fenológico B (Fig. 12) de talhões monoclonais de apenas cerca de 20% das matrizes de *E. grandis* usadas na região. A doença tem sido também coletada no estado do Pará. Ela é caracterizada por numerosas lesões circulares a alongadas no limbo, individualmente pequenas de 1 a 7 mm de diâmetro (Figs. 20, 31 e 32). Inicialmente são cinza-claras e contornadas por halo estreito cinza-escuro-úmido na face inferior. Quando maduras, são marrom-claras, algumas vezes com halo periférico marrom-ferrugíneo, fino. Há interligamento de lesões e/ou infecções adjacentes, bem como expansões de áreas de lesões alternadas com período de estabilização de crescimento, de onde resultam em diferentes formatos (Figs. 20 e 31). Com auxílio de lupa, frutificações do patógeno, *Cylindrocladium pteridis* são vistas associadas à doença somente nas lesões jovens, ainda cinza-claras, nas superfícies inferiores. No sudeste da Bahia, as matrizes que deram origem às plantações altamente suscetíveis à doença têm sido relegadas para novos plantios comerciais. Todavia, elas permanecem no germoplasma local como materiais genéticos potencialmente aproveitáveis para se resolver futuros problemas mais graves, como por exemplo, outras doenças bióticas ou abióticas.

Queima-de-folhas por *Rhizoctonia solani* (*Thanatephorus cucumeris*)

Embora tenha sido também observada no estado do Paraná e Vale do Rio Doce, MG, a queima-das-folhas é uma doença característica de regiões quente-úmidas, afetando plantas no campo, nos estádios fenológicos A e B (Fig. 12), em jardins clonais (em fase pós-fechamento ou pré-

decepagem de plantas), dentro de casas-de-sombra para enraizamento e em mudas enraizadas, em fase de aclimação, a céu aberto. Nos últimos anos, a maior frequência desta doença tem-se dado no sudeste da Bahia e no vale do Rio Jari, Pará. Em plantas no campo, incluindo jardim clonal (Fig. 33), a doença tem tido tendência de se apresentar em reboleira de no máximo 0,3ha. Em cada planta seu progresso é ascendente, sendo vista de até 4m de altura. Em geral não há mortalidade de plantas no campo pela doença. Sua incidência inicial dá-se nos galhos baixeiros, queimando folhas, em geral, da base para a ponta (Fig. 33). Inicialmente vêem-se, a olho nu, segmentos descontínuos de galhos e ramos com maior densidade de micélio esbranquiçado, que se dirige para o pecíolo e base do limbo. As folhas recém-afetadas têm áreas lesionadas de formas irregulares e diferentes tamanhos, com tonalidade cinza-úmida (Figs. 34 e 36) que secam com relativa rapidez, passando a cinza-seca ou marrom-seca (Figs. 21, 35 e 37). Muitas vezes vê-se interligação de vários limbos ou de beirada de limbo a um galho por teia hifal (Figs. 22, 34 e 35). É comum também verem-se limbos afetados abscindidos, mas dependurados por hifas (Fig. 22). Especialmente nos lados de porções basais e medianos de galhos e ramos afetados vêem-se numerosos escleródios de marrom-claros (Fig. 35) a marrom-escuros, esféricos a alongados, individualmente menores que 0,4mm. O micélio que é visto desenvolvendo-se ascendentemente no tronco e galhos (Figs. 22 e 35), causador da queima de folhas, pertence a linhagens especiais (epifítico-esclerodiais) de *Thanatephorus cucumeris*, fase sexuada ou basidial do fungo *Rhizoctonia solani*. Esse micélio origina-se de pontos do tronco, galho e outros órgãos que recebem salpicamento de partículas de solo contendo estruturas do fungo a partir de pingos de chuva. Em microambiente abafado, retentor de umidade, sob as copas das plantas, antes da desrama natural dos povoamentos, ou da decepagem de plantas do jardim clonal, o fungo encontra condições muito satisfatórias para desenvolvimento de seu micélio epifítico-patogênico. Após a desrama natural ou a decepagem de plantas mencionadas, as condições lhes são menos favorável.

Todavia, especialmente em sublocal de jardim clonal, onde havia a doença antes da decepagem, há risco de se levar, na primeira safra de coleta de brotações, material contaminado pelo fungo, na forma de micélio e/ou escleródios (Fig. 35) ou partículas de solo salpicados por pingos de chuva ou água de irrigação. Assim, na primeira coleta de brotações devem-se descartar aquelas de posições mais inferiores e só levar as com folhas saudáveis e sem visualização de micélio ou escleródios nas hastes. Por causa desta doença o manejo de jardim clonal por toco alto é o preferido em relação àquele por toco baixo. Além disso, a solução de cloro ativo para desinfestação superficial das estacas, especialmente da primeira safra de brotações, deve conter também fungicida (captan), mais espalhante adesivo para eventual erradicação de escleródios. No decorrer das safras subsequentes ou após a desrama natural dos povoamentos as condições tornam-se desfavoráveis à doença.

Mancha-de-*kirramyces* (ex-*paeoseptoria*)

A incidência da mancha-de-*kirramyces* não é considerada problema fitopatológico sério. Tem sido mais encontrada em condições de campo, afetando folhas maduras ou velhas de galhos mais baixos da copa, mais frequentemente em *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. urophylla*. É também verificada em viveiros, em folhas maduras ou velhas de mudas passadas (Fig. 23). Inicialmente seus sintomas são lesões angulares, marrom-claras, levemente pigmentadas de roxo, dispersas na face inferior do limbo ou agrupadas em alguma porção desse. Posteriormente, são observados, na face referida, salpíques pretos nos centros das lesões (Fig. 41), que são cirros conidiais dos picnídios imersos do fungo *Kirramyces epicoccoides* (anteriormente denominado *Phaeoseptaria eucalypti*) num mesmo limbo. Nos sintomas tardios dessa doença, parte ou toda a superfície inferior do limbo encontra-se densamente salpicada de preto pelas deposições dos cirros conidiais (Fig. 41). Em condições de campo, caso se observem os sintomas apenas pelas superfícies superiores das folhas (Fig. 40), pode-se confundir a doença como simples

deficiência mineral (fósforo), como também muitas vezes vê-se a doença associada a sintomas de déficit mineral, as vezes de nitrogênio e/ou potássio e/ou fósforo. Até o momento não tem havido necessidade da adoção de medidas para controlar essa doença.

Outras manchas foliares

Em diversas regiões brasileiras pode-se ter três manchas foliares que incidem em folhas maduras ou velhas da parte mais baixa da copa. Em geral elas são circulares, de 0,5 a 2,5 cm de diâmetro, às vezes um pouco alongadas, quando em contato com a nervura principal, escuras e coriáceas (Fig. 39). Embora seja possível detectar detalhes sintomatológicos para diferenciá-las, o mais recomendável é o exame ao estereoscópico para se determinar o patógeno envolvido, que pode ser *Micosphaerella* spp., *Aulographina eucalypti* e *Trimmatostroma* spp. Aquela causada por espécies de *Micosphaerella* é a mais comum. Na folhagem juvenil de *E. globulus*, no Sul do Brasil, em condições de campo, uma das espécies *Mycosphaerella* foi observada causando intensa mancha de folha, com lesões irregularmente circulares, marrom-claras e margeadas por forte pigmentação rósea ou avermelhada. *Aulographina eucalypti*, além das manchas, escuras, coriáceas em folhas, afeta também pecíolo, pedúnculo floral, galhos e ramos finos; em haste de mudas passadas nos viveiros, causa lesões quase pretas, coriáceas ou calosas, superficiais e com trincas transversais. Até então, não há necessidade de se controlarem essas doenças.

DOENÇAS NO TRONCO E NAS HASTES

Conhecimentos mínimos para diagnóstico da doença de tronco

Algumas observações e discussões serão descritas, brevemente, por serem consideradas importantes para o oferecimento e entendimento de um diagnóstico sobre doença no tronco.

a) Injúria e lesão superficiais na casca

A casca (periderme) é a defesa externa

do tronco, que pode ser rompida por agressão mecânica, ou por trincamento a partir de estresse por temperatura ou déficit hídrico e/ou déficit mineral. A essas agressões na casca se segue invasão de flora microbiana saprofítica ou patogênica fraca ou forte. Se a uma agressão superficial se seguir invasão de flora saprofítica ou patogênica fraca, uma nova periderme, denominada periderme necrofilática (PN), surgirá mais internamente protegendo, efetivamente, os tecidos mais internos da casca. Isso também pode se dar em planta com elevada resistência por mecanismo de PN contra patógeno forte (Figs. 81 e 93). Se a agressão superficial se der em época favorável a franco crescimento da planta, a defesa por essa periderme necrofilática é esperada para se completar em menos de um mês, sendo muito mais demorada nas épocas de seca e/ou com temperatura adversa. Após essa defesa se completar, a periderme necrofilática formada pode ser notada por seu aspecto externo rugoso, inter-trincas ou interestiramento de casca (Fig. 93), além do fato de que o esfolamento da casca com ferramenta de corte revelará tecidos internos sadios (Fig. 82). Se ao rompimento da defesa externa do tronco dada pela periderme natural (casca) se seguir flora patogênica forte, esta poderá causar lesão profunda que atingirá o câmbio vascular e lenho (xilema) (Figs. 86, 87 e 88), exigindo outro mecanismo de defesa, que será comentado, a seguir.

b) Injúria e lesão profundas

Em genótipos muito suscetíveis, uma lesão profunda por um fungo patógeno forte mata a casca e o câmbio e, conseqüentemente, pode anelar e matar a porção aérea do tronco a partir da área lesionada. Quando se completar o anelamento, deverá ter havido grande desenvolvimento da lesão no sentido longitudinal, proporcionalmente à altura de uma elipse, cuja largura equivalha ao tamanho da circunferência do tronco anelada. Isso, se a lesão tiver iniciado no tronco a partir de um único ponto ou de uma única área trincada (por exemplo, menor que 5cm). Em genótipos menos suscetíveis, em determinado tempo, a lesão profunda afetará apenas certa porção da circunferência do câmbio/lenho. Nos

tecidos adjacentes ao câmbio vascular há modificações bioquímicas, detectáveis histoquimicamente, bem antes da chegada do patógeno. Assim, em áreas sadias da casca, laterais ao front de caminhamento da lesão, inicia-se formação de periderme necrofilática a partir do câmbio até a casca morta (suber), para impedir o avanço da lesão na casca, no sentido da circunferência do tronco, em cada lado do front. Imediatamente também, no câmbio vascular sadio de cada lado do front, tem-se elicitação para produção de camada de lenho pós-agressão (LP) (Figs. 94 e 95). Depois de matar o câmbio no front, a flora microbiana atingirá o lenho, mas terá seu progresso retardado pelas barreiras físico-químicas aí existentes (Fig. 94). Essas barreiras são vencíveis, mas suas atuações serão suficientes para possibilitar a produção de porção de camada de LP nas duas laterais do front, que se desenvolve já protegido pela periderme necrofilática (Figs. 94 e 95). A primeira camada do LP nas vizinhanças da lesão é anatômica e bioquimicamente modificada para lhe conferir imunidade a patógenos e microrganismos saprófitas que coabitam, justapostamente, o lenho anterior (LA) ou lenho existente à época da lesão (Fig. 94). A primeira camada do LP é denominada zona de barreira ou barreira 4 (B4). Quando se remove a casca por onde se desenvolveu lesão profunda, vêem-se as duas laterais do LP recobertas pela PN (Fig. 95), as quais são chamadas de calos. A quantidade de LP formada é proporcional ao tempo pós-ocorrência da lesão (Figs. 94 e 95). Todavia, a velocidade de sua formação é maior em época favorável ao franco crescimento da planta e menor em época de estação desfavorável. O que se denomina de cancro típico (CT) é, na realidade, uma lesão circundada ou ladeada por calo, sendo este último formado pela PN que recobre o LP (Fig. 95). Tudo o que se discutiu, até aqui, serve também para se entender o que sucede após injúria mecânica profunda que atinja o câmbio e o lenho, ou seja, haverá invasão de flora microbiana no LA e formação de PN nas laterais da injúria que recobrirá o LP, também nas duas laterais (Fig. 68). Pela quantidade de LP formada estima-se o tempo pós-injúria. Sucessivos LP ou sucessivas incrustações de goma, observados num corte transversal de

tronco, indicam sucessivas agressões ao câmbio vascular ocorridas em sucessivas épocas anteriores (Figs. 62 e 108). Sucessivas linhas zonais no lenho indicam sucessivos estresses ocorridos (épocas secas, temperaturas adversas etc.) (Fig. 93).

c) Formato de lesões e cancro

A partir de um ponto porta-de-entrada, a lesão por um fungo patógeno forte em casca tenderá a ser inicialmente circular e posteriormente elipsoidal (Figs. 84, 86 e 91). Após resposta da árvore com os mecanismos de PN e de compatibilização do lenho com a formação do LP, será observado cancro elipsoidal (Figs. 86, 87 e 91). Num cancro de origem abiótica, esse formato poderá se modificar de acordo com o formato da injúria ou com a interação do formato da injúria, porta-de-entrada/patógeno. Em consequência a um trincamento profundo da casca por vento, geada, déficit hídrico ou injúria mecânica resultará cancro longilíneo (Figs. 60, 68, 95 e 105), que foge àquele formato típico para desenvolvimento de lesão e cancro de causa fúngica. Como também uma lesão ou calejamento em anel, que sugere atuação de fator causal ocorrido, de maneira simultânea, em todos os pontos da circunferência, como, por exemplo, uma temperatura excessivamente elevada na superfície do solo (Figs. 96, 97 e 98).

d) Presença ou ausência de casca na área lesionada ou injuriada

Os patógenos fúngicos e bacterianos, principais lesionadores de casca, matam células e tecidos, mas não os removem (não os comem). Quando se observar, inequivocamente, remoção de tecido, a causa deve-se a inseto, ou cupim, ou agente animal, ou ação de injúria mecânica (Figs. 68, 69 e 70). Nos cancos velhos, causados por lesão fúngica profunda, a pressão exercida pelos calos laterais faz com que a casca lesionada e morta da porção central se desprenda naturalmente, expondo o LA (Figs. 86 e 87), o que não pode ser interpretado como remoção de tecido feita pelos agentes já citados. Em cancro induzido por injúria mecânica, com remoção da casca no momento do impacto, em geral seu formato discrepa da elipse de

causa biótica, como também são diferentes as tonalidades do LA exposto e o aspecto da PN que recobre o lenho posterior (Fig. 68). Em doenças agrônômicas, é comum usar-se o termo cancro para expressar também simples lesões em hastes, galhos e ramos. Na patologia florestal brasileira, cancro é sintoma de área injuriada ou lesionada, ladeada ou contornada por calo, com PN que recobre o LP, produzido após injúria ou lesão profunda que removeu ou matou porção de casca e câmbio (Figs. 86, 87 e 95).

e) Broqueamento por inseto

O broqueamento por inseto (escoleotídeos) em tronco de eucalipto denuncia a debilitação fisiológica do exemplar (Fig. 96), restando-se saber que fator ou fatores antecederam à ação dos insetos. Quando o broqueamento é observado somente sobre área de casca lesionada (Fig. 96), isso significa que o inseto sucedeu à lesão de origem patogênica e, em geral, significa também que já houve ação microbiana em nível de lenho (xilema).

f) Cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*)

Durante a década de 70, o cancro foi a mais importante doença do eucalipto no Brasil. É enfermidade de campo, a partir do quinto mês do plantio. Embora ocorra praticamente em todo o país, sua maior severidade está relacionada com regiões mais tropicais, com médias mensais de temperatura iguais ou superiores a 23°C e precipitação anual igual ou superior a 1.200 mm. Seus principais danos são:

-Mortalidade de plantas até a idade de rotação, quando os troncos são anelados por lesões (Fig. 92) ou quando são quebrados pelo vento à altura dessas, a partir de três anos de idade (Figs. 87 e 89);

-efeito negativo ao aparecimento de brotações de tocos, nas árvores que portam cancos típicos, basais (Fig. 90). Em plantações muito afetadas, a perda de árvores ou tocos pela doença soma-se a outras perdas (falhas no plantio inicial e mortalidade de plantas por cupim, formigas e outras causas), tornando-se antieconômico o aproveitamento dos talhões a partir do primeiro corte. Nesse

caso, os talhões têm de ser replantados com espécies, procedências ou clones resistentes.

Os sintomas da doença são:

- Lesões superficiais ou profundas na casca em quaisquer alturas dos troncos, mas com mais freqüência nas porções basais, delimitáveis por esfolamento com ferramenta de corte (Figs. 83, 84 e 85);

- sintoma de sapata na base e de intumescimento em porção mais elevada do tronco, resultante de lesão superficial, erupção de casca e calejamento interno (periderme necrofilática), isoladamente ou associada a CT (Figs. 81 e 82);

- CT (lesão ladeada por calos) em quaisquer porções do tronco, resultante de lesão profunda e calejamento lateral (Figs. 86, 87, 88 e 91).

Com quaisquer desses sintomas citados, o diagnóstico da doença é completado, em nível de campo, arrancando-se a casca lesionada para observação, em perfil e a olho nu, de frutificações de *Cryphonectria cubensis*, na forma de curtos espinhos negros.

O controle do cancro do eucalipto consiste em evitar o plantio das seguintes espécies nas regiões de risco de severidade da doença: *E. saligna* e algumas procedências de *E. grandis*, *E. maculata*, *E. propingua* e *E. dunnii*. As procedências das outras espécies mais populares no Sudeste brasileiro, na atualidade, como *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. cloëziana*, *E. paniculata*, *E. pilularis*, *E. microscorys*, *E. pellita*, *E. resinifera*, *E. tereticornis*, *E. robusta*, *E. urophylla* e *E. torelliana* têm procedências com moderada a alta resistência a esta doença. Os plantios de clones resistentes ao cancro, multiplicados por enraizamento, a partir de seleções em plantações fortemente atacadas e com mais de seis anos de idade, são outra maneira para se controlar a doença, o que tem sido, inclusive, largamente utilizada no estado do Espírito Santo e sudeste da Bahia. Essa resistência intraprocedência tem-se mantido estável (sem ser quebrada pelo patógeno) nesses mais de dez anos de sua utilização no campo.

Em matrizes selecionadas como resistentes ao cancro, estabelecidas em jardim clonal, tem-se observado mortalidade de tocos (cepas) associada a *C. cubensis* e outro patógeno, *Lasioidiplodia theobromae*. Esses fungos

promoviam lesão descendente que matava a casca e o câmbio e ilhava tufo de brotações. Isso foi constatado, na maioria das vezes, em cepas em que não se via calejamento (LP recoberto por PN), contornando a área de lenho decepada. A sobrevivência da cepa com suas brotações depende da formação rápida de lenho posterior, recoberto por PN, que é afetada por muitos fatores, cujos principais estão diretamente relacionados com o vigor da planta, antes e pós-decepagem.

g) Enfermidade rosada ou rubelose do eucalipto (*Corticium salmonicolor*)

Esta doença é potencialmente importante apenas em ambientes tropicais com precipitação anual próxima ou acima de 2.000 mm. Tem sido observada em Saltinho - PE, costa do estado do Espírito Santo, sudeste da Bahia e Vale do Rio Doce - MG, em *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. maculata*, *E. robusta* e *E. saligna*. Tem causado lesões em hastes e galhos em plantas no campo, entre 1 e 2,5 anos de idade. Apenas órgãos mais finos têm sido anelados pelas lesões. Seus sintomas iniciais são muito característicos, notando-se nos órgãos atacados coloração rósea, que é micélio e frutificações do patógeno (Fig. 46). Com o passar do tempo essa coloração desaparece, restando cancrios em hastes e galhos mais grossos não-anelados, órgãos mais finos secos e perda de dominância apical. No seu estágio sintomatológico, em que a coloração rósea não é mais observada, a presença de galhos secos com folhas secas, ainda fixas, pode ser erroneamente atribuída a outras doenças. No Brasil, até então, não tem havido necessidade de se adotarem medidas de controle de *C. salmonicolor* em eucalipto. Na Índia, esta é a mais importante doença do eucalipto.

h) Ferrugem do eucalipto (*Puccinia psidii*)

O ataque da ferrugem do eucalipto é restrito às partes tenras, ou seja, hastes de brotações novas e porções apicais da haste principal e de galhos e ramos. Nessas partes infectadas, o patógeno *Puccinia psidii* produz sua esporulação uredospórica amarelo-gema de ovo, a principal característica para o diagnóstico da doença (Fig. 42). Depois de três semanas, no máximo, essa esporulação se resseca (Fig. 43) e os órgãos afetados exibem necroses e hipertrofiamentos verrugosos

característicos (Figs. 24, 25 e 44). Posteriormente, recuperando-se da doença, as plantas emitem lançamentos que podem também ser infectados pelo patógeno, se as condições de ambiente forem favoráveis (Fig. 44). A severidade da ferrugem numa planta torna-se evidente, quando a maior parte de suas porções tenras tem extensões maiores que 5cm tomadas por densa esporulação ou hipertrofias verrucosas (Figs. 24 e 44). Em tocos com brotações novas, são observadas extensões de hastes maiores que 30cm, retorcidas e mortas, tomadas pelas hipertrofias verrucosas. Por isso considerável percentual de tocos brotados morrem. Essa perda de tocos, somada às perdas de árvores por várias causas durante o primeiro ciclo da plantação, incluindo também as ausências de brotações em tocos por outras causas, tem acarretado a necessidade de reforma em plantações de material altamente suscetível, como procedências de *E. cloëziana* no sudeste da Bahia. Além da fase de brotações novas em tocos, a ferrugem pode ser severa em materiais genéticos altamente suscetíveis no estágio fenológico A (Fig. 12), onde causa perda de crescimento (Fig. 45), perda de dominância apical e baixo percentual de mortalidade. No estágio fenológico B a doença tem tido pouca importância, sendo vista sem maior gravidade nos ápices de galhos e ramos do terço basal das copas ou afetando severamente plantas dominadas e altamente suscetíveis, em geral perfazendo menos de 2% da população. Povoamentos no estágio fenológico C são escapes à doença, excetuando-se as mencionadas plantas dominadas.

O controle da ferrugem do eucalipto deve ser feito evitando-se o plantio de espécies e procedências muito suscetíveis como *E. grandis* - procedências da África do Sul e 9583, *E. phaeotricha* e *E. cloëziana*. A ferrugem do eucalipto não tem sido problema fitopatológico preocupante nas seguintes espécies, mais populares no sudeste brasileiro: *E. citriodora*, *E. pilulares*, *E. saligna*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. urophylla*, *E. pellita*, *E. maculata*, *E. paniculata*, *E. robusta*, *E. propingua*, *E. microcorys*, *E. resinifera* e *E. torelliana*. Recentemente, no estado de São Paulo, algumas procedências de *E. grandis* e *E. saligna*, no estágio fenológico A (Fig. 12), apresentaram-se com elevado percentual de plantas com sintomas leves da doença e menos de 2%

severamente afetadas, sem que tais procedências fossem desaconselhadas para novos plantios, embora os surtos da doença tenham resultado em alarme regional. O controle dessa doença, pela resistência intraprocedência pode ser também praticado, com o plantio de mudas obtidas por enraizamento de estacas, a partir de seleção de plantas sem a doença, ou com apenas leves infecções, durante os surtos fortes no campo. Quaisquer seleções de espécies, procedências ou clones, na presença ou ausência da doença, no sentido de se obterem plantas precoces para crescimento em altura nos primeiros seis meses de idade e para que atinjam também o padrão fenológico C, o mais rapidamente possível (Fig. 2), constituem medida básica para o controle da ferrugem do eucalipto. Em viveiros, pulverizações semanais com mancozeb a 160-200 g/100 ou quinzenais com triadimenol a 75 m/100 controlam a doença.

i) Murcha-bacteriana do eucalipto (*Pseudomonas solanacearum*)

A murcha-bacteriana do eucalipto causada por *Pseudomonas solanacearum*-Biovar 1 foi encontrada pela primeira vez no município do Prata, região do Triângulo, MG, em 1983. A partir de então, sua maior ocorrência com maiores danos tem sido verificada em regiões mais tropicais, no vale do Rio Jari, PA, no sul do mesmo estado e no norte da Bahia. Numa única oportunidade, a doença foi também constatada no sudeste mineiro, região de Cataguazes, mas sem maior gravidade. Após plantio no campo, a maioria das plantas com sintomas iniciais da doença tem sido observada dos quatro a oito meses. Os maiores percentuais de perdas por mortalidade, de 25 a 30%, ocorreram, até então, em plantações estabelecidas em áreas recém-desmatadas. Plantações de outras áreas têm tido perdas de no máximo 5% pela doença. A mortalidade é esparsa e às vezes agrupada (Fig. 47), não se caracterizando, todavia, como reboladeiras típicas. Inicialmente as plantas afetadas são vistas com perda de turgidez na folhagem, com boa parte dos limbos na

posição orelha-de-lebre (praticamente paralelos à haste principal), avermelhados ou amarelhados (Figs. 47 e 48). Com o passar do tempo acentua-se o estado de murcha e parte dos limbos são vistos abscindidos no chão, sob a copa (Fig. 47). Os limbos que ficam presos às plantas mortas têm cor palha-escura (Fig. 47). Ao se decepar planta com sintoma inicial, rente ao solo, vê-se o lenho com áreas ou pontuações escurecidas (Figs. 51 e 52). Após pouco tempo ou horas, vêem-se, na área do corte da parte aérea decepada, gotículas creme de exsudato bacteriano (Fig. 52). Esse pus bacteriano pode ser também observado em água, através da parede lateral de um copo de vidro, saindo da superfície do corte da haste, após repouso durante pernoite (Fig. 53). Sabe-se que quaisquer injúrias de raízes são portas-de-entrada para a bactéria. Além disso, as maiores perdas pela doença no campo foram relacionadas com o plantio de mudas passadas e/ou com sistemas radiculares malformados. A única vez que se constatou a doença em viveiro e que se perderam mais de um milhão de mudas (Robbs et al., 1988), foi quando ocorreram injúrias por arrebentamento de raízes provenientes da operação de deslocamento de mudas, dentro da própria área do viveiro, já que essas raízes haviam traspassado os fundos dos recipientes e fixado no solo. Nessas mudas com raízes bruscamente injuriadas, a doença pode ter-se desenvolvido após irrigação com água contaminada pela bactéria. Por outro lado, sabe-se que plantas saudáveis podem conter a bactéria sem desenvolver a doença. Assim, haveria também a possibilidade de as mudas injuriadas já terem adquirido a bactéria e as injúrias terem apenas atuado como fator debilitante das plantas para o desenvolvimento da doença. Numa das inspeções de plantas no campo com a enfermidade, no vale do Rio Jari, parte das plantas afetadas tinha afogamento de coleto/injúria em anel por temperatura excessiva na interface solo/caule (Figs. 48 a 51). Ou seja, a injúria por temperatura excessiva (Figs. 49 e 50) seria fator estressante e também uma das portas-de-entrada para a bactéria. As conseqüências fisiológicas do afo-

gamento de coleto, isoladamente, seriam fatores debilitantes que predisporiam as plantas à doença, que poderiam, inclusive, já conter a bactéria. Antes do eucalipto, diversos hospedeiros silvestres abrigam a bactéria como flora residente. No preparo de área a ser reflorestada, o solo com restos orgânicos passa a ser reservatório de inóculo bacteriano. Pelo fato de se encontrarem plantas saudáveis de eucalipto com a bactéria, acredita-se que, para o desenvolvimento de doença, seja necessária a ação de fator ou fatores debilitantes predisponentes, como por exemplo, malformação de sistema radicular, dobramento de terço apical de sistema radicular no ato do plantio, conseqüências fisiológicas de afogamento de coleto, injúrias por temperatura excessiva no solo etc.

Medidas preventivas para o controle desta doença são:

a) Evitar injúrias mecânicas de raízes e do colo das plantas, tanto no viveiro quanto no campo;

b) produzir mudas em viveiros suspensos para se evitar o arrebentamento de raízes, quando estas em canteiros no chão ultrapassam os recipientes e fixam-se no solo (nos viveiros suspensos, a extremidade da raiz que ultrapassa o fundo do recipiente morre naturalmente. A porção morta é normalmente colonizada por flora microbiana não-patogênica, que é barrada em região acima por formação de periderme necrofilática);

c) plantar mudas "não-passadas", com satisfatória formação de sistema radicular;

d) evitar sistemas de preparo de terreno que favoreçam o afogamento de coleto pós-plantio;

e) evitar dobramento de raízes no fundo da cova e afogamento de coleto no ato do plantio.

ENFERMIDADES ABIÓTICAS DO EUCALIPTO

Variações do clima ao longo de cada ano acarretam, direta ou indiretamente, alterações no sistema fisiológico de plantas perenes, como as do eucalipto, que ficam sob estresse por tempo variado e, conseqüentemente, muito mais

suscetíveis à ação de patógenos. Além disso, algumas adversidades climáticas, como por exemplo temperatura excessivamente elevada ou baixa no solo e no ar (geada), são diretamente injuriantes, matando órgãos ou parte de seus tecidos, que se tornam portas-de-entrada para patógenos, especialmente os chamados parasitas facultativos. A importância das doenças abióticas, em termos de frequência e danos, pode ser também facilmente percebida com a informação de que elas têm sido o motivo para a maior parte das solicitações de serviço de extensão, por parte do público eucalipticultor, ao Setor de Patologia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), nos últimos 20 anos.

Variabilidade genética e suscetibilidade aos estresses

A Figura 71 retrata um viveiro com mudas enraizadas, agrupadas em quadros ou retângulos, de acordo com a matriz de origem. Assim, todas as mudas dos diversos materiais genéticos (matrizes) recebiam a mesma quantidade e qualidade de irrigação de outros tratamentos, como por exemplo, a nutrição. No entanto, pode-se notar, pela Figura 71, que alguns materiais genéticos responderam diferentemente ao tratamento geral de nutrição. Para algumas matrizes, ele foi insatisfatório e suas mudas exibiram folhagem com forte sintoma de deficiência mineral. Respostas análogas ocorrem também em condições de campo. Em plantações a partir de sementes, onde a variabilidade genética está sempre presente, haverá também um certo percentual de plantas que se mostrará mais suscetível a determinado estresse (temperatura adversa, seca, excesso de umidade etc). Essa maior suscetibilidade relacionada com a variabilidade genética poderá vir expressa pela simples presença do sintoma, pela sua expressão mais intensa, ou pelo modo mais rápido com que aparece em apenas parte da população. Nos reflorestamentos de empresa que usa talhões monoclonais a partir de muitas matrizes, os sintomas em reposta a determinado estresse surgem apenas em determinados talhões, correspondentes a matrizes

específicas, geneticamente mais sensíveis àquele estresse. Todavia, mesmo dentro de um mesmo talhão monoclonal, as plantas podem expressar certos sintomas com diferente rapidez, intensidade e frequência, dependendo das condições de "microsítio" (condições de solo local, modo de formação, distribuição e número de suas raízes, interferência de plantas vizinhas em nível de utilização de espaço de solo e ambiente aéreo etc.). Assim, sem a percepção da realidade, em geral torna-se difícil para determinada pessoa aceitar certo diagnóstico de doença ou anormalidade para uma população, ou a uma planta, ou a um talhão monoclonal em particular. Quando as empresas eucaliptocultoras brasileiras tinham talhões de várias espécies no programa de reflorestamento anual, era comum perguntar-se como estava o comportamento de *E. citriodora*, em caso de suspeita de doença abiótica em talhões de outras espécies. Assim, por sua elevada sensibilidade a estresses abióticos diversos, *E. citriodora* servia como um marcador suscetível. Posteriormente, conjecturou-se que talvez *E. cloëziana* também pudesse desempenhar tal função. Atualmente, esse procedimento tem pouca valia, uma vez que o número de espécies usadas nos programas de reflorestamento de cada empresa tem sido cada vez menor, com procedências ou clones de uma única espécie, mais adequada à específica finalidade industrial.

Afogamento do coleto e injúria por temperatura excessiva na superfície do solo

Afogamento de coleto é o errôneo enterramento de parte do caule das mudas por ocasião do plantio ou o seu aterramento no campo por subseqüentes tratamentos culturais ou enxurrada (Fig. 48 a 50). Em algumas situações, tem-se observado aterramento de até mais de 50cm do caule. Nesses casos, parte do caule, órgão aéreo, é forçado a modificar-se em órgão subterrâneo, o que exige alterações na fisiologia das plantas. A maior parte das raízes passa a ter deficiência de oxigênio e as conseqüências fisiológicas desse

estresse. Além disso, a porção do caule que passa a funcionar como "novo" coleto é menos preparada, tissularmente, para resistir a temperaturas relativamente elevadas que ocorrem na superfície do solo, em dias mais ensolarados e quentes (Fig. 97).

As injúrias por temperatura excessivamente elevada na superfície do solo (acima de 45°C até pouco mais de 60°C), em plantas no campo, com e sem afogamento do coleto, são caracterizadas por lesões em anel, que estrangulam parte ou toda a circunferência do tronco na interface com o solo (Figs. 96 a 98). Mesmo quando estrangulam toda a circunferência, é comum a planta continuar viva por até meses. A injúria, em si, mata a casca (floema) e o câmbio, interrompendo a descida de fotoassimilados para o sistema radicular. Aparentemente, por um bom tempo, a parte aérea continua a receber água e sais, a fazer fotossíntese e a acumular reservas. Isso permite a formação de periderme necrofilática em porção um pouco acima da área injuriada, com simultânea formação de camada de lenho pós-agressão, o que é percebido pelo que se chama de calo em anel (Figs. 96 e 98). À medida que as reservas do sistema radicular vão sendo consumidas, a subida de nutrientes fica comprometida, surgindo sintoma de deficiência mineral na copa, que se expressa, mais comumente, num tom vermelho-arroxeadado ou, menos frequentemente, amarelecido. Em setores da circunferência injuriada, com ou sem trincamento de casca, longitudinalmente, há colonização por fungos parasitas facultativos que atingem áreas do lenho (xilema), prejudicando ainda mais, a subida de água e sais. Esses mesmos fungos (especialmente *Cryphonectria cubensis*, *Lasiodiplodia theobromae* e *Botryosphaeria* sp.) conseguem também progredir ascendentemente, estabelecendo, geralmente, lesões superficiais em casca (Figs. 96 e 98). Por isso, diagnosticadores menos experientes têm sido levados a creditar a esses patógenos a causa de todo o quadro sintomatológico (Figs. 96 e 98). Depois da morte do sistema radicular, por esgotamento de suas reservas de

fotoassimilados, a parte aérea entra em processo de murcha e morte, ficando a copa, mais tardiamente, num tom palha. Os sintomas de déficit mineral e murcha e morte de parte aérea, associados a essas lesões e calejamento em anel, têm sido observados dos 4 aos 18 meses no campo, com variados percentuais, de até mais de 40%, dependendo do material genético e do ano de implantação do povoamento. Já foi observada uma situação em que de dois talhões, de uma mesma procedência de *E. grandis* moderadamente resistente à doença cancro do eucalipto causada por *C. cubensis*, implantados lado a lado, mas com diferença de um ano, o mais velho, estabelecido num ano que teve mais de 600mm de chuva a mais do que o outro, tinha 0,0% de lesões com *C. cubensis*, enquanto o mais novo, com 1,5 ano de idade, tinha mais de 13% de injúria e calejamento em anel e também lesões em casca, que progrediam ascendentemente e portavam frutificações de *C. cubensis*. Antes dessa ocorrência, a única mudança de comportamento de resistência a *C. cubensis*, por determinado material genético de eucalipto, deu-se pós-incêndio, em *E. torelliana*, no estado do Maranhão, onde frutificações e lesões superficiais do patógeno foram observadas na casca de árvores com cerca de quatro anos de idade. Em condições normais, *E. torelliana* é uma das espécies mais resistente ao patógeno mencionado.

Quanto ao afogamento de coleto, recomenda-se evitá-lo no ato do plantio, bem como técnicas de preparo de terreno que o propiciem, posteriormente, por meio da ação de chuvas e enxurradas. Tanto em nível de plantações a partir de sementes, quanto em nível de plantações clonais, usando-se algumas dezenas de matrizes, suspeita-se que haja materiais genéticos que toleram relativamente bem as conseqüências advindas da interação afogamento de coleto/ temperatura excessiva na superfície do solo. Uma cobertura morta rala, deixada ao redor do coleto, por ocasião da primeira capina de campo, certamente ajuda a prevenir a ocorrência de injúrias por temperatura excessiva na superfície do solo.

Déficit hídrico em eucalipto

Em viveiros, o sintoma marcador de

déficit hídrico em muda viva é a lesão em "V" invertido (Fig. 99), formada semana ou semanas após a planta ter passado por determinado tempo em estado de murcha. Se esse tempo de murcha for excessivo, a muda morre e a folhagem, posteriormente, tem tonalidade palha. A lesão em "V" invertido resulta de danos causados aos tecidos do limbo que perdem água por transpiração excessiva, sem que haja a reposição dessa a tempo de prevenir os danos tissulares. Esse sintoma é visto em limbos novos, mas já totalmente expandidos ou próximos disso (Fig. 99). Sua frequência é maior pós-ocorrência de dias mais quentes em mudas das beiradas dos canteiros, mas ocorre também em plantas interiorizadas, geneticamente mais sensíveis a esse estresse.

No campo, os sintomas relacionados com as consequências de déficit hídrico variam de acordo com o estágio fenológico. Nos estádios A e B têm-se, na época da seca, sintomas de seca de ponteiros de galhos e da haste principal no terço apical das copas (Fig. 101), havendo também o sintoma marcador de lesões em "V" invertido em limbos, mesclado (Figs. 54 e 100), ou não, com sintomas de deficiência mineral. Outros sintomas menos frequentes ou relacionados apenas com determinados genótipos são:

a) Trincamento ou pontos e de exsudação de goma, especialmente em segmentos entrenós da haste principal a partir do terço mediano em *E. citriodora* e *E. maculata* (Fig. 103);

b) murcha de segmento de haste principal nas imediações do início do terço apical com ou sem fenda na casca (*E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. cloëziana* etc.);

c) rugosidade forte e escurecida na haste principal na linha de inserção de galhos. No início da próxima estação chuvosa, a recuperação das plantas é observada com a emissão de brotações adventícias em galhos que tiveram terminais secos e lançamento de folhas novas naqueles sem morte apical (Fig. 100). Mais tardiamente, segmentos da haste que se fendilhou, sem ter morrido totalmente, transformam-se em cancro longilíneo, detectando-se, em corte transversal, camada de lenho pós-agressão (formada pós-fendilhamento). Plantas com porção apical da haste principal morta ou com algum segmento anelado na época da seca apresentarão perda de dominância apical (Fig. 102).

No estágio fenológico C, pós-desrama natural, na maioria das vezes as plantações praticamente não exibem sintomas em consequência de déficit hidro-sazonal, com exceção de materiais genéticos mal-adaptados às regiões de cerrado e semi-áridas. Nessas regiões e materiais vêem-se os seguintes sintomas:

a) Fissuramento e trincamento excessivo de casca, inicialmente na base do tronco (Figs. 55 e 107);

b) lesões pouco profundas na casca, inter-trincas, em geral causadas por fungos patógenos fracos, detectáveis ao esfolamento com ferramenta de corte (Fig. 56);

c) trincas profundas com exsudação de goma (Figs. 106 e 107);

d) início do fenômeno de plantas pau-preto (formação, ascendente, de pontos de escorrimento de goma) (Fig. 58);

e) segmentos de incrustação circular de goma ressecada deixados no lenho, correspondentes às épocas de seca anteriores (Figs. 106 e 108);

f) canais gomíferos na interface casca/lenho (Figs. 57 e 108), que, na realidade, pertencem à primeira camada de lenho posterior (formados pós-estresse ao câmbio), nas espécies de gomose de lenho (a maior parte das espécies de eucalipto plantados no Brasil);

g) canais gomíferos em casca nas espécies de gomose de casca. Ainda nesse estágio fenológico C, mas após quatro anos de idade, os outros sintomas são:

- Secamento generalizado de copas em anos anormalmente secos, como, por exemplo, 1984 (Fig. 61);

- casca muito espessa, fissurada e/ou curtiosa em espécies que têm casca lisa em condições de normalidade;

- percentual relativamente elevado de pau-preto (Fig. 59) e de cancos de diferentes tamanhos, tendendo a longilíneos (Fig. 67) (provenientes de trincamento longitudinal profundo na casca);

- incrustações circulares de goma ressecada e/ou divisas de sucessivos lenhos posteriores em secção transversal de tronco (Fig. 67).

E. camaldulensis, *E. cloëziana*, *E. pilularis*, *E. pirocarpa* e *E. tereticornis* são as espécies que têm apresentado procedências melhor adaptadas às condições de cerrado do que a maior parte daquelas de *E. grandis*. Essas últimas foram indiscriminadamente plantadas e

apresentaram quadros sintomatológicos desalentadores (Fig. 61), relativos às consequências do déficit hídrico.

Gomose e pau-preto do eucalipto

Gomose do eucalipto é o escorrimento de goma a partir de poucos pontos da casca do tronco (Fig. 107). Ocorre em todo o país, nas espécies mais propensas à exsudação de goma, como *E. citriodora*, *E. maculata*, *E. paniculata* e algumas procedências de *E. grandis*. Pode ser causada por:

a) Ferimentos mecânicos;

b) injúria por inseto;

c) ação de patógenos (fungos, bactérias etc.);

d) ventos, principalmente em plantações adultas;

e) estrangulamento por cipós;

f) danos causados à fisiologia da planta, acarretados por fatores adversos do clima (temperatura excessivamente baixa ou elevada) e do solo (fatores físicos, químicos e disponibilidade de água). Quando o fator causal da gomose é cíclico, como por exemplo, déficit hídrico, a gomose também é cíclica podendo ser notadas sucessivas incrustações circulares de goma no lenho (Fig. 108). Quando a gomose é excessiva em toda a circunferência cambial, seu secamento, cristalinamente, pode levar plantas à morte, fato observado em reduzido percentual de plantas de *E. grandis* no Norte de Minas Gerais, em meses mais secos do ano.

Há dois tipos básicos de gomose:

a) Formada na casca;

b) formada no lenho justaposto ao câmbio (Figs. 56, 57, 106, 107, 108).

O segundo tipo ocorre na maioria das espécies plantadas no Brasil. Acredita-se que qualquer fator biótico ou abiótico ou fisiológico que atue desfavoravelmente em relação ao funcionamento normal das células do câmbio vascular faz com que desencadeie formação de goma (kino) no lenho justaposto. O início dessa formação de goma pode ser percebido pela visualização dos canais gomíferos, também chamados de bolsas de kino, após esfoiamento profundo na casca do tronco com ferramenta de corte (Figs. 57 e 108).

O controle da gomose consiste em evitar, se possível, a ocorrência do fator injuriante causal ou usar nos plantios procedências bem-adaptadas à região, cujas plantas não terão gomose ou, no máximo, baixa

frequência desta.

O pau-preto do eucalipto é uma manifestação diferente de gomose. É o escorrimento de goma e sua posterior oxidação em numerosos pontos ao longo do tronco, principalmente em árvores com mais de quatro anos de idade (Figs. 59 e 106). A maioria das plantas com cerca de dois anos de idade, que se tornarão pau-preto, é observada preta até a metade do tronco, sugerindo que o aparecimento dos pontos de goma dá-se, ascendente, de acordo com o aumento de idade das plantas (Fig. 58). Ao contrário da gomose, no pau-preto, a quantidade de goma exsudada por ponto é relativamente pouca (Fig. 106). Os pontos ou trincas de escorrimento de goma no pau-preto cicatrizam-se em diferentes épocas por calejamento, formando, portanto, cancrios longilíneos (Fig. 60). Os mais elevados percentuais de pau-preto, superiores a 50% das árvores em alguns locais, têm sido observados em plantações de algumas procedências de *E. grandis* nas regiões do cerrado. O corte transversal de lenhos de árvores pau-preto, à idade de rotação tem revelado várias incrustações semicirculares de goma ressecada (Fig. 108), correspondentes às sucessivas épocas de estresse mais intenso, as estações secas anuais. Como em áreas extra cerrados, há também estação seca bem-definida e o pau-preto inexistente ou é pouco freqüente, tem-se acreditado que o pau-preto seja conseqüente de anomalia fisiológica advinda da baixa tolerância de plantas a fatores que lhe são desfavoráveis nos cerrados, dentre os quais possivelmente os relacionados com a disponibilidade de água e/ou de macro ou micronutrientes. Em última análise, o pau-preto é uma anormalidade de plantas que pode e deve ser evitada com o plantio de procedências de espécies melhor adaptadas ao cerrado, em substituição a *E. grandis*, como se mencionou no item sobre déficit hídrico.

O eucalipto em solos encharcáveis

Alguns talhões de eucalipto se estendem até os locais brejosos, com solos muito pesados, encharcáveis nos meses de maior pluviosidade por retenção de água na superfície e/ou levantamento de lençol freático (Figs. 62 a 66). A excessiva deficiência de oxigênio desses solos acarreta vários distúrbios fisiológicos em plantas

mal-adaptadas a esse ambiente, como as da maioria das espécies de eucalipto usadas nos reflorestamentos. Os seguintes sintomas têm sido observados em plantas nesses locais, com freqüência e intensidade variadas, de acordo com o solo do local e intensidade da deficiência de oxigênio existente e com as espécies de eucalipto:

a) Plantas raquíticas que morrem paulatinamente em anos posteriores (Fig. 62);

b) seca de ponteiros em galhos e haste principal;

c) perdas sucessivas de dominância apical em plantas adultas que exibem também excessiva brotação adventícia nos troncos e galhos mais grossos;

d) lançamentos de folhas anormais na época de encharcamento do solo, em plantas adultas, com limbos excessivamente afilados, deformados e exibindo vários sintomas de deficiências minerais;

e) excesso de falhas nos talhões, principalmente após o primeiro corte da plantação. Até o momento, o que se recomenda é evitar-se o reflorestamento com eucalipto nesses sítios.

A retenção excessiva de água por determinados substratos de mudas em viveiro acarreta também excessiva deficiência de oxigênio para as raízes. Parte das conseqüências fisiológicas relacionadas com etileno externa-se com os sintomas de intumescimento de base de caule e lançamento de raízes adventícias relativamente grossas, esbranquiçadas, horizontalizadas ou com geotropismo negativo (Fig. 104). Com o passar do tempo, as copas das mudas exibem sintomas de deficiência mineral, na maioria das vezes uma coloração vermelho-arroxeadada ou amarelecimento, menos freqüente. Posteriormente, essas mudas morrem. Um outro indício da retenção excessiva de umidade pelo substrato é a presença de camada de limo na sua superfície. Um viveirista experiente perceberá também a retenção de umidade excessiva, quando apertar, manualmente, o cartucho de raiz/substrato após determinado tempo da irrigação. O que se recomenda nessa situação é a diminuição das regas e a introdução de outro substrato no início da próxima produção de mudas.

Injúrias causadas por granizo e geadas

Em maio de 1994, muitas plantações

de *E. grandis* e *E. saligna* no centro e norte do estado de São Paulo foram severamente injuriadas por granizo, fenômeno também conhecido por chuva-de-pedra. Os sintomas resultantes foram de injúrias foliares e múltiplos cancrios nos galhos e haste principal, numa exposição da planta voltada na direção de onde veio a intempérie com vento (Fig. 105). A haste principal era mais afetada na sua metade apical, enquanto nos galhos as injúrias predominaram em suas superfícies superiores. A maioria das injúrias tinha de 1 a 5cm de comprimento, várias se interligavam e, individualmente, tinham lenho exposto. Um mês depois, observou-se, a olho nu, colonização de fungos sobre o LA exposto e vigoroso calejamento (PN recobrindo lenho formado pós-injúria) (Fig. 105). As conseqüências da entrada dos fungos mencionados no lenho anterior (aquele existente à época da injúria) devem ser estudadas até a idade de rotação, por se tratar de problema sobre o qual não se tem experiência ao relacioná-lo com a cultura do eucalipto. Para a cultura do pinos, na África do Sul, há registros de conseqüências desastrosas relacionadas com a incidência de chuvas-de-granizo em interação com o fungo *Sphaeropsis sapinea* (ex-*Diplodia pinea*). Em algumas ocasiões, no estado de Minas Gerais, perdas severas de mudas por chuva-de-granizo, em viveiros têm sido registradas, em conseqüência das injúrias mecânicas e queima de hastes novas pelo efeito de temperatura excessivamente baixa. O que se recomenda para viveiros é a imediata irrigação prolongada após chuva-de-pedra, seguindo-se operação para reagrupamento das mudas sadias, daquelas injuriadas mas recuperáveis e descarte de recipientes com mudas mortas ou severamente afetadas.

Para as regiões sujeitas às anuais ocorrências de geadas, há necessidade de se plantarem espécies de procedências tolerantes com essa intempérie. Assim, os maiores danos por geada são em geral observados apenas em determinadas regiões onde geadas só ocorrem esporadicamente e se planta material sensível. As plantações mais afetadas são as mais novas, com menos

de 1,5 ano de idade, onde a queima de folhagem predomina no terço apical e parte do mediano da copa. Pode haver também trincamento de casca da haste dessas porções, que resulta em cancro longilíneo, mais tarde. Procedências mais tolerantes com as geadas são encontradas nas espécies de *E. dunnii*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. viminalis* e outras.

Lignotuber e anormalidades genéticas

Lignotuberes ou xilopódios do eucalipto são protuberâncias na região do coleto de mudas em viveiros ou de plantas no campo, originárias de tecido hipertrófico e lignificado (Fig. 109). Essas estruturas são comuns em várias espécies na região de origem e parecem ser importantes para suas regenerações após incêndios naturais, caso ocorram. Dentre as espécies mais plantadas no sudeste brasileiro, os lignotuberes têm sido frequentemente observados em *E. citriodora*, *E. grandis* e *E. tereticornis*. Em várias ocasiões, o setor de Patologia Florestal do Departamento de Fitopatologia da UFV tem recebido amostras de plantas com essas estruturas, em decorrência de remetentes mal-informados que suspeitaram tratar-se de anomalia patogênica. Numa plantação de *E. citriodora* na Zona da Mata mineira, com pouco mais de um ano de idade, estabelecida numa área onde antes se cultivava fumo, a parte aérea de várias plantas foi observada tombada pelo vento, porque se descolava, anatomicamente do lignotuber de desenvolvimento exagerado. Estudos com mudas de eucalipto na Austrália mostraram que, com adequado suprimento de fósforo, o aumento de crescimento de lignotuber foi relacionado com o aumento de teor de nitrogênio.

Anormalidades genéticas em eucalipto no Brasil têm sido observadas em várias espécies, principalmente em plantios jovens, porém a maioria não tem sido acompanhada até a fase adulta das plantas. As anormalidades genéticas são reconhecidas no campo por seus sintomas esdrúxulos e seus baixos

percentuais de ocorrência, em geral inferiores a 0,1%. As principais anormalidades genéticas têm os seguintes sintomas:

a) Superbrotamento em plantas jovens acompanhado ou não de produção de limbos com as mais diversas deformações (Fig. 74);

b) verrugosidade em diversas alturas do tronco, mais frequentemente observada em algumas procedências de *E. grandis* (Fig. 110); algumas verrugosidades em tronco situadas até no máximo dois metros de altura podem ser também causadas por seqüelas da ferrugem do eucalipto (Fig. 25). Todavia, as de anormalidades genéticas, além de ocorrerem também em alturas superiores a 2 m têm tendência de se iniciarem pelas porções inferiores das inserções dos galhos;

c) protuberâncias no tronco (Fig. 72);

d) variegações;

e) fasciação (Fig. 73).

Seca de ponteiros do eucalipto do Vale do Rio Doce (SPEVRD)

Até 1989, a doença SPEVRD tinha sua ocorrência restrita ao Vale do Rio Doce, MG. Nesse ano ela foi constatada no estado do Maranhão, dois anos após em Goiás e, em 1992, nos estados do Paraná e São Paulo. Há também fortes indícios de que a doença tenha ocorrido em Marabá, PA, em 1986. Afora sua severidade nos estados do Maranhão e Paraná, praticamente tudo o que se sabe a respeito da doença refere-se a seus surtos em Minas Gerais, onde tem sido verificada com um a dois surtos severos no primeiro semestre do segundo ano da plantação (Fig. 111). Com menos frequência o surto pode também incidir no terceiro ano. A partir do quarto ano, as plantações são tolerantes para com a doença (Fig. 111). Sua maior severidade está relacionada com as baixadas e partes baixas das bacias do Vale do Rio Doce, MG (Fig. 75). Em geral, a menor severidade da doença nas encostas, em relação às partes baixas do terreno, é refletida pelo baixo percentual de plantas com a porção apical da copa fortemente afetada. Nas situações topográficas de topo dos terrenos, as plantas

praticamente não são afetadas. Os sintomas da doença, em quaisquer porções da copa, são o secamento de porções distais de galhos e de ramos e da haste principal (Fig. 76), simultaneamente à ocorrência de lesões ou cancos nas inserções dos ramos e folhas. Essas lesões ou cancos são muito característicos e constituem sintomas marcadores dessa doença (Fig. 77), para que não seja confundida com secamento de porções distais de galhos causados por déficit hídrico, ou *Corticium salmonicolor*, ou por senescência natural. As inserções onde as lesões ocorrem são pontos de parada de umidade (orvalho e chuva), constituindo-se microsítios muito favoráveis à atuação de patógenos fracos. Assim, os anelamentos promovidos pelos patógenos secundários *Botryosphaeria ribis*, ou *Pestalotiopsis* sp., ou *Coniella fragariae* ou *Lasioidiplodia theobromae*, nas inserções mencionadas (Fig. 77), são os acarretadores dos secamentos distais de galhos e ramos. Todavia, esses fungos só lesionam hospedeiros fisiologicamente debilitados. Quando se descobrir que fatores predispoem as plantas ao ataque (penetração e colonização) dos fungos citados ter-se-á completado a descoberta dos fatores extra-patogênicos envolvidos na causa da doença.

Quando a SPEVRD tem início em janeiro-fevereiro, cerca de três meses depois surgem brotações nas porções vivas dos galhos (Fig. 111). As plantações podem ser também afetadas pela doença a partir de maio. Nesse caso, as brotações são notadas somente a partir de julho. A partir de setembro, a recuperação das plantações é progressivamente estável, percebendo-se tufo de brotações, de largas proporções, nas porções apicais de plantas que foram severamente afetadas.

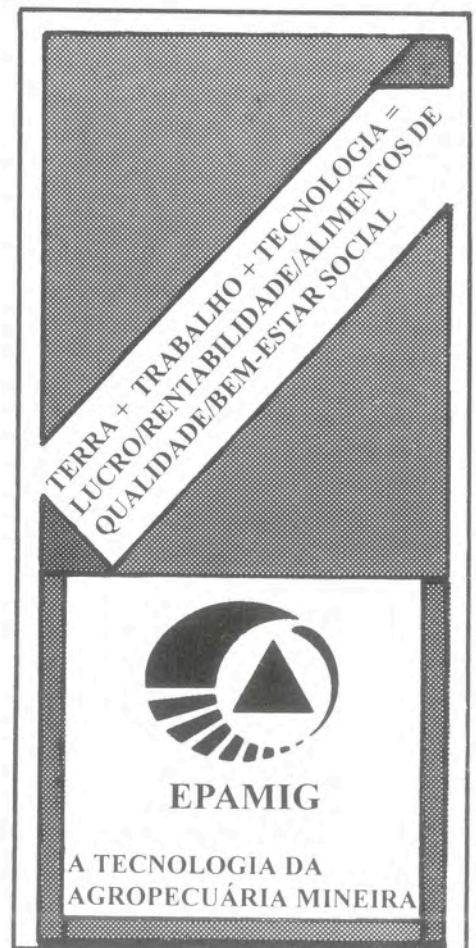
O controle da SPEVRD deve ser feito com o plantio de procedências ou clones de eucalipto tolerantes com a doença. A variação de severidade da SPEVRD, de acordo com a idade da plantação, com o ano, local e sublocal de uma mesma parte baixa de terreno, é, sem dúvida, um grande problema

aos trabalhos de pesquisa, em geral, e de melhoramento visando à tolerância a essa doença. Como o mais severo surto da doença (o primeiro) (Fig. 111) coincide com o início do fenômeno de desrama natural no terço basal e parte do mediano dos troncos, o melhoramento deverá obter plantas que tenham seus respectivos terços apicais de copa menos afetados em condições de severidade da doença (Figs. 78, 79 e 80). Observações da SPEVRD nessas condições, em várias espécies e procedências, têm revelado ser impossível a obtenção de planta com os três terços da copa saudáveis. Uma plantação que em condições de severidade da doença apresentar acima de 70% de suas plantas com terços apicais saudáveis ou pouco afetados poderá ser considerada tolerante. Por outro lado, um sublocal de uma plantação, a partir de sementes, que durante o primeiro surto da doença tiver mais de 60-70% de plantas com os três terços da copa fortemente afetados será considerado como tendo a doença em estado severo (Fig. 79), apropriado para a seleção de plantas com porção apical sadia ou muito pouco afetada. Em nível de espécie, *E. torelliana* é a única tolerante à doença; por outro lado apresenta baixo crescimento e densidade de madeira relativamente elevada. Em nível de procedência, tolerância moderada tem sido relacionada com uma das procedências de *E. grandis* de Atherton. Seleções de matrizes tolerantes com a doença têm sido também feitas dentro de procedências de *E. grandis* (Figs. 78 e 80) e *E. urophylla* (Fig. 79), sem que tenham sido melhor estudadas e utilizadas comercialmente até então. O mesmo se diz de híbridos artificiais que têm sido obtidos entre *E. citriodora* x *E. torelliana* e que têm-se mostrado com boa tolerância à doença. São muitos os fatores que têm desestimulado os estudos etiológicos e de controle desta que é, atualmente, a mais importante doença do eucalipto no Brasil. Dentre esses, um dos mais importantes parece ser a própria característica de incidência da doença que varia com o ano, local e sublocal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERREIRA, F.A. Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil. Viçosa: UFV, 1988. 570p.
- ROBBS, C.F.; CRUZ, A.P.; RODRIGUES NETO, J. Algumas estratégias de controle à murcha bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*) em eucaliptos. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1988. 4p. (EMBRAPA-CNPDA. Comunicado Técnico, 3).
- SILVA, M.D.D. Identificação de *Oidium* originário do eucalipto, feijoeiro e urucunzeiro, e influência de fatores do ambiente na germinação de conídios de *Sphaeroteca pannosa*. Viçosa: UFV, 1994. 46p. Tese Mestrado.
- ### BIBLIOGRAFIA
- ALFENAS, A.C. Controle integrado da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em *Eucalyptus cloeziana*, no sudeste da Bahia. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.16, n.2, p.6, jun. 1991. Resumo.
- ALFENAS, A.C.; FERREIRA, F.A.; SILVEIRA, S.F.; MARTINS, F.G. *Calonectria scoparia* e *Cylindrocladium pteridis* como agentes etiológicos da podridão de estacas de eucalipto para enraizamento. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.17, n.2, p.225, ago. 1992. Resumo.
- AUER, C.G.; KRUGNER, T.L. Associação de *Cryphonectria cubensis* à morte de tocos de jardim clonal de *Eucalyptus urophylla* instalado em Mogi Guaçu, SP. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, v.17, n.1, p.14, jan./mar. 1991. Resumo.
- AUER, C.G.; KRUGNER, T.L. Associação de patógenos não agressivos à podridão de calo de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla* em Altinópolis, SP. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, v.17, n.1, p.14, jan./mar. 1991. Resumo.
- DIANESE, J.C.; DRISTIG, M.C.G. Screening eucalyptus selections for resistance to bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. In: ACIAR - International Conference, 45, 1992, Canberra. *Proceedings...* Bacterial wilt. Canberra: ACIAR, 1992. p.206-210.
- DIANESE, J.C.; DRISTIG, M.C.G.; CRUZ, A.P. Susceptibility to wilt associated with *Pseudomonas solanacearum* among six species of *Eucalyptus* growing in equatorial Brazil. *Australasian Plant Pathology*, Melbourne, v.19, n.3, p.71-76, 1990.
- FERREIRA, F.A. Controle integrado do tombamento de mudas de eucalipto e do apodrecimento de estacas para enraizamento. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.16, n.2, p.7, jun. 1991. Resumo.
- FERREIRA, F.A. Queima foliar do eucalipto por *Rhizoctonia solani* em jardim clonal e plantas no campo na região amazônica. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.16, n.2, p.36, jun. 1991. Resumo.
- FERREIRA, F.A.; ALFENAS, A.C. Lesões por patógenos e injúrias em folhas de eucalipto como portas-de-entrada para *Coniella fragariae*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.17, n.2, p.177, ago. 1992. Resumo.
- FERREIRA, F.A.; ALFENAS, A.C.; MOREIRA, A.M.; DEMUNER, N.L. Mancha de folha e desfolha do eucalipto no Sudeste da Bahia causadas por *Cylindrocladium pteridis*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.17, n.2, p.226, ago. 1992. Resumo.
- FERREIRA, F.A.; ARAÚJO, M.S.S. Resistência de matrizes de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla* à SPEVRD no Maranhão. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.16, n.2, p.53, jun. 1991.
- FERREIRA, F.A.; DEMUNER, M.A.M.; LOPES, J.W. Detecção de fitopatógenos em descoloração de xilema de plantas de eucalipto nos estádios fenológicos A e B com lesões basais estrangulantes atribuídas a temperatura excessiva. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.19, p.271, ago. 1994. Resumo. Suplemento.
- FERREIRA, F.A.; GOMES, T.C.R.; TRINDADE, C. Constatação de SPEVRD em Catalão, GO e Guanhães, MG. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.16, n.2, p.53, jun. 1991. Resumo.
- FERREIRA, F.A.; OLIVEIRA, J.G. Relato de SPEVRD no Norte do Paraná. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.18, p.328, ago. 1993. Resumo. Suplemento.
- FERREIRA, F.A.; REZENDE, D.V. Sintomas de doenças abióticas em eucalipto causadas por excesso de umidade no viveiro e temperatura excessiva no coletor de plantas no campo. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.16, n.2, p.53, jun. 1991. Resumo.
- GARCIA, M.C.C.; FERREIRA, F.A.; MIZUBUTI, E.S.G. Supressividade de *Cylindrocladium scoparium* e *Rhizoctonia solani* por linhagens selecionadas de *Trichoderma* spp. a serem usadas em viveiros suspensos de eucalipto. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.19,

- p.331, ago. 1994. Resumo. Suplemento.
- REZENDE, D.V.; FERREIRA, F.A. Epifitismo de linhagens de *Rhizoctonia solani* na doença queima de folhas do eucalipto. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.17, n.2, p.204, ago. 1992. Resumo.
- ROCHA, D.; FERREIRA, F.A.; SOUZA, M. Seca das copas de eucaliptais do Norte Mineiro relacionada à excessiva pluviosidade de janeiro de 1992. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.17, n.2, p.213, ago. 1992. Resumo.
- SILVA, M.D.D.; ALFENAS, A.C. Identificação de *Oidium* originário do eucalipto, feijoeiro e urucunzeiro, e influência de fatores do ambiente na germinação de conídios de *Sphaeroteca pannosa*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.19, p.292, ago. 1974. Resumo. Suplemento.
- SILVEIRA, S.F.; ALFENAS, A.C. Etiologia da queima de folha e podridão de estacas de eucalipto causada por *Thanatephorus cucumeris* - I: Anastomose de hifas. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.18, p.330, ago. 1993. Resumo. Suplemento.
- SILVEIRA, S.F.; ALFENAS, A.C.; CAMPINHOS, C.N.; RODRIGUES, L.A. Influência da pulverização de fungicidas sobre o enraizamento e o brotamento de estacas de eucalipto. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.18, p.308, ago. 1993. Resumo. Suplemento.
- SILVEIRA, S.F.; ALFENAS, A.C.; FERREIRA, F.A.; WADT, L.H.O. Eficiência de produtos químicos para erradicação de inóculo de *Cylindrocladium* e *Rhizoctonia* em estacas de eucalipto para enraizamento. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.17, n.2, p.174, ago. 1992. Resumo.
- SILVEIRA, S.F.; FERREIRA, F.A.; ALFENAS, A.C. Eficiência de produtos químicos para a erradicação de escleródios de *Rhizoctonia solani* em estacas de eucalipto. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.17, n.2, p.223, ago. 1992. Resumo.
- WADT, L.H.O.; ALFENAS, A.C.; SILVEIRA, S.F. Erradicação de inóculos de *Cylindrocladium scoparium* por imersão em água quente. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.18, p.302-303, ago. 1993. Resumo. Suplemento.



CONSIDERAÇÕES SOBRE INVENTÁRIO E AMOSTRAGEM FLORESTAL

Francisco de Paula Neto¹

INTRODUÇÃO

Uma árvore, sob o ponto de vista dendrométrico, apresenta diversas características ou variáveis que a identificam e são de interesse particular. Essas características, que definem estruturalmente um povoamento florestal e que devem ser estudadas e analisadas, tanto em árvores individuais como em maciços florestais, são: a idade; o diâmetro medido no tronco a 1,30 metros do chão; o diâmetro à altura do peito (dap); o diâmetro medido a qualquer nível no tronco; a altura do fuste ou do tronco; a forma do tronco, expressa por algum índice referencial; a área da seção transversal correspondente ao diâmetro medido; o volume da árvore, total e, ou comercial; e a massa do tronco ou das partes da árvore. Tais características, em geral, variam de espécie para espécie; numa mesma espécie, de indivíduo para indivíduo; e num mesmo indivíduo, ao longo do tronco ou das partes da árvore. Dessa forma, essas variáveis constituem elementos essenciais de se medirem e caracterizarem a existência e a análise do seu comportamento. "Tanto para venda ou compra dos produtos florestais, como para organizar a cultura e a exploração das matas é preciso medir, avaliar e prever existências (produções) e crescimento" (Gomes, 1963).

A mensuração florestal, tradicionalmente, trata da medição das árvores e povoamentos, ou dos produtos madeireiros, e da estimação do crescimento. Segundo a definição de Graves (1906), que até hoje à aceita, "a mensuração florestal trata da determinação do volume de toras, árvores, povoamentos e do estudo do seu incremento e produção". Como área de

conhecimento, a mensuração florestal constitui-se na adoção de técnicas de estimação do volume da madeira. Porém, há escopo mais amplo, com seus limites cada vez mais crescentes com o avanço tecnológico e científico, as necessidades da mensuração e do inventário florestal se identificam com aspectos ambientais, da recreação, e com aspectos da mensuração de produtos, relativamente ao uso múltiplo da floresta. O seu principal objetivo, portanto, é prover informações quantitativas e qualitativas das florestas para a tomada de decisões inteligentes. Neste sentido, então, a floresta é uma atividade de manejo envolvendo a terra, as plantas e animais que nela se desenvolvem, o homem e seus desejos de uso da terra, bem como os produtos e serviços que ele pode dela extrair e, obviamente, se beneficiar.

A importância da madeira para o homem, como produto direto e de outros bens indiretos, acentua a necessidade de procedimentos eficientes para se quantificarem e avaliarem as florestas e os povoamentos florestais. O inventário florestal emprega métodos ou procedimentos para obtenção de informações sobre a produção e o crescimento das florestas.

NECESSIDADE DE INVENTARIAR

Os inventários florestais, assim como os planos de exploração florestal e os planos de fomento agrário, constituem a condição primeira para que se conheça a riqueza florestal de um país, a sua capacidade produtiva, proceda-se a exploração racional dessa riqueza e se

tracem diretrizes seguras sobre a política florestal.

Quem vende deve conhecer o que vende; quem compra deve conhecer aquilo que adquire. As matas são normalmente manejadas de forma a produzirem com continuidade, isto é, de forma a que o montante das matérias-primas extraídas por unidade de tempo não afete o conjunto da floresta, na sua qualidade geradora de futuras produções. As unidades tecnológicas com as empresas madeireiras ou florestais existentes, ou a serem instaladas, precisam conhecer o potencial de produção em matéria-prima de uma região, com viabilidade econômica; a silvicultura, entendida como a atividade técnica que realiza nas populações florestais as intervenções apropriadas aos seus objetivos, tende cada vez mais a seguir determinados modelos ou padrões, implicando um constante recurso às técnicas de mensuração (aliás, a elaboração de tais modelos assenta em experimentação que só é possível com freqüentes e sistemáticas intervenções dendrométricas); as políticas para o setor florestal, nacionais e regionais, ou de qualquer setor que usem as matas ou produtos destas, baseiam-se em determinados diagnósticos, respeitando os diversos tipos florestais, as suas áreas de ocupação, as composições florestais, as produções e acréscimos ou incrementos; a introdução de novas espécies e a análise sobre o seu comportamento, entre diversas opções ecologicamente viáveis, resultam de um adequado tratamento de dados, facultados pela mensuração florestal. Como se verifica nas diversas atividades florestais, constantemente depara-se com a necessária tomada de decisão. As situações possíveis são inúmeras, porém,

¹ Eng^o Florestal, Ph.D. - Prof. Tit./Dept^o Engenharia Florestal/UFV - CEP 36571-000 Viçosa, MG.

a título de exemplo, algumas questões podem ser enumeradas (Husch et al., 1972):

a) Que tratamento silvicultural irá proporcionar uma melhor regeneração ou crescimento de uma floresta ou povoamento florestal?

b) Que espécie é a mais indicada para ser empregada no reflorestamento de uma área?

c) Numa certa área ou região existe madeira suficiente para ser explorada, que seja economicamente viável, ou suficiente para se estabelecer uma indústria florestal?

d) O preço oferecido pela área ou povoamento florestal é satisfatório?

e) Uma determinada área florestal, pela sua situação e condição, compensa economicamente ser manejada para fins de recreação ou para outras finalidades não-madeireiras?

Para se decidir sobre estas questões, bem como para um número incontável de outras situações, é fundamental que informações sobre a existência e seu comportamento sejam expressas quantitativamente. Neste sentido, portanto, o inventário florestal consiste da aplicação de técnicas de medição para obter informações quantificáveis para a tomada de decisões.

As populações florestais são normalmente constituídas por um elevado número de elementos ou características qualitativas e quantitativas. Assim, as matérias-primas florestais têm, por unidade de volume ou peso, um valor modesto.

Compreende-se a necessidade de utilizar procedimentos de inventários florestais pela aplicação de técnicas de amostragem, em lugar de inventariar 100% ou proceder ao censo da população florestal. A amostragem é, portanto, um procedimento normal em inventários florestais, como é verificado normalmente em outros ramos das Ciências Agrárias. Ela é uma ferramenta utilizada por todos os profissionais que se dedicam aos estudos e trabalhos de investigação, de avaliação e levantamento de culturas da terra.

Quer se trate de problemas de compra e de venda, quer de ordenamento ou manejo de matas, de planejamento da produção florestal, de planejamento industrial, de orientação da cultura em face das diversas modalidades de condução alternativa e de prévia elaboração de padrões ajustados a determinados

objetivos, de problemas relativos ao delineamento da política florestal em níveis macro e microeconômicos, o técnico responsável pelo respectivo setor irá deparar-se com a necessidade de utilizar conhecimentos e técnicas da mensuração e do inventário florestal. São tão diversas as finalidades e os condicionalismos, que se conclui facilmente pela importância desses conhecimentos, da sua extensão e profundidade e da experiência que se acumula. Somente assim o profissional florestal poderá se movimentar com a indispensável desenvoltura e encontrar a metodologia mais apropriada aos objetivos e aos condicionalismos que lhe são impostos, quanto à disponibilidade de tempo e aos recursos humanos e materiais. A experiência advém da vida profissional vivida com curiosidade, interesse e responsabilidade, alicerçada em bases sólidas, que permitirão neste ramo florestal, como em qualquer outro, a formação de técnicos melhores qualificados.

TIPOS DE INVENTÁRIOS FLORESTAIS

O inventário florestal é um ramo da ciência florestal que trata dos métodos para se obterem informações a respeito da cobertura vegetal, tais como: área, volume e crescimento das árvores, qualidade e quantidade das espécies distribuídas em florestas naturais ou implantadas. Essas informações servem de base para a organização de planos de exploração e de manejo, bem como para a formulação de uma política florestal regional ou nacional.

Para obter informações para um inventário florestal é necessário fazer um número de medições das árvores que compõem a floresta e observações adicionais referentes à terra sobre a qual a floresta se desenvolve. Estas medições podem ser feitas para a área de uma floresta em todas as árvores que a compõem. Neste caso, está-se de posse do inventário completo ou 100%. Quando estas medidas são feitas em porções da floresta, o inventário é chamado inventário por amostragem, que é o mais prático e menos caro.

A medição de todas as árvores de um povoamento é uma prática comum em florestas de pequenas superfícies e de madeiras valiosas. Nesse caso, todas as

árvores da população são medidas, não havendo erro de amostragem. Entretanto, em inventários de grandes áreas, a medição individual de todas as árvores é praticamente impossível.

Segundo Silva (1978), o nível do inventário depende de seus objetivos e da disponibilidade de recursos financeiros existentes. Em geral, os inventários florestais são classificados em três níveis principais, objetivando sempre a obtenção de informações que permitam decidir sobre a utilização econômica da floresta e desenvolver estudos científicos. São eles:

- a) Inventários exploratórios;
- b) inventários de reconhecimento;
- c) inventários detalhados.

Os inventários exploratórios têm como objetivos principais avaliar a cobertura vegetal de determinada região, sua localização, extensão e caracterização de tipos florestais. Nos inventários de reconhecimento, ou na investigação dos tipos e formações da floresta, procura-se estudar a composição de espécies e fazer a estimativa do volume total. Já nos inventários detalhados, as informações sobre a floresta devem possibilitar, como já considerado, a elaboração dos planos de manejo, de exploração florestal e a formulação das políticas florestais planejadas. Normalmente, os inventários florestais detalhados são realizados empregando-se métodos de amostragens apropriados, definidos pelas características das florestas, tais como: densidade, composição, homogeneidade ou heterogeneidade da distribuição diamétrica, etc.

Dentro dos níveis, podem-se destacar os seguintes tipos de inventário florestal mais usuais:

- a) Inventário florestal pré-corte;
- b) inventário florestal convencional;
- c) inventário florestal contínuo;
- d) inventário florestal de pré-investimento;
- e) inventário florestal exploratório;
- f) inventário florestal para plano de manejo.

É difícil, senão impossível, tentar listar todas as razões para se conduzirem os inventários florestais. Não existe uma série de inventários para diferentes objetivos, mas uma série flexível, com ênfases variadas em elementos individuais. Por exemplo, inventários de floresta privada

podem requerer informações mais detalhadas dos volumes por espécies, classes de tamanho, locação mais precisa dos povoamentos e das facilidades de estradas, do que seria necessário para uma avaliação geral das características florestais num inventário de âmbito regional ou nacional. Obviamente, os inventários detalhados para decisões de manejo requerem informações sobre crescimento, corte e mortalidade, ao passo que um simples inventário para o preparo de um plano de corte não necessita desses tipos de dados; porém, maiores ênfases seriam dadas ao sistema de transporte, topografia e baldeamento da madeira, fundamentais para o traçado de um esquema de exploração florestal.

Os tipos de inventário supra-mencionados são alguns dos mais comuns e devem ser considerados como classes gerais. Inventários para muitos outros objetivos específicos certamente ocorrerão. Quando outros tipos de inventários são necessários, é importante, nos seus planejamentos, fazer uma avaliação geral das ênfases a serem consideradas aos diferentes elementos da floresta.

O INVENTÁRIO E A AMOSTRAGEM

O inventário florestal por amostragem é o meio mais apropriado de se obterem as estimativas dos parâmetros de uma população. Dentre as vantagens do inventário por amostragem sobre o censo, ou inventário 100%, está o fato de o primeiro ser mais barato, além de contar com o envolvimento de pessoal mais treinado, diminuindo assim a possibilidade de erros. O fato de se trabalhar com amostras, isto é, uma parte da população, possibilita maior rapidez na coleta e na análise dos dados (Robles, 1970 e Manual..., 1974).

Entretanto, o trabalho com uma parte da população, gera uma das desvantagens principais do inventário feito por amostragem, que é o erro de amostragens ou erro de estimação, relacionado com a precisão da amostragem, no sentido estritamente estatístico. A precisão das estimativas de um inventário florestal, segundo Paula Neto, (1990), é determinada pelo método de amostragem empregado.

O método deve ser escolhido de acordo com a variabilidade da população em estudo, para que os resultados obtidos sejam confiáveis. Um bom método de amostragem é aquele que fornece maior precisão das estimativas a um menor custo.

A maioria dos métodos de amostragem tem seu fundamento na seleção de unidades amostrais com probabilidade conhecida, não implicando, entretanto, que todas as unidades tenham igual oportunidade de seleção. Com isso, para os inventários florestais, os métodos de amostragem podem ser: probabilísticos, com probabilidade igual de seleção das unidades de amostra, ou com probabilidade variada, e não casuais, com seleção sistemática das unidades de amostra.

Os métodos de amostragem probabilísticos com probabilidade igual de seleção empregam parcelas de áreas fixas de diversas formas e tamanhos para selecionar as árvores a serem medidas. A frequência da medição das árvores de um dado tamanho das parcelas de área fixa depende de sua ocorrência. Nos métodos de amostragem probabilísticos com probabilidade variada de seleção, a probabilidade de uma árvore ser selecionada, é proporcional a alguma de suas características mensuráveis, por exemplo, o diâmetro. Nesses métodos, as unidades amostrais possuem dimensões variáveis: a cada árvore corresponde um tamanho de parcela que é proporcional a uma característica mensurável. Por isso, esse tipo de amostragem denomina-se, também, de amostragem com parcelas móveis ou variáveis.

Entre os métodos não casuais, podem-se citar a amostragem seletiva e a amostragem sistemática, em que a amostra é selecionada segundo algum critério pessoal ou de forma sistemática, não tendo uma base estatística para a comparação das estimativas.

Procedimentos básicos de amostragem; vantagens e desvantagens

Um método de amostragem é definido pelo tamanho da amostra, pela área das unidades da amostra, pelo seu tamanho e sua distribuição, pela forma do levantamento a ser feito em cada unidade e pelo procedimento estatístico para se

analisarem os resultados encontrados. O método de amostragem mais conveniente é aquele que permite selecionar um número de unidades de amostras representativas da população. Dessa forma, podem-se obter conclusões sobre uma população, se as estatísticas obtidas na amostra diferem casualmente dos correspondentes parâmetros da população. Para que isso possa acontecer, a escolha das unidades da amostra deve ser feita ao acaso, eliminando-se toda e qualquer interferência pessoal no processo de seleção. A principal vantagem dos métodos aleatórios é que eles permitem um cálculo preciso de erro de amostragem (Bruce & Schumacher, 1965).

Vários métodos de amostragem e técnicas de estimação já foram desenvolvidos. Pode-se portanto escolher um método ou combinação de métodos que permita obter as estimativas da população em nível desejado de precisão e a um mínimo custo (Chacko, 1965).

Nos inventários florestais são empregados métodos de amostragens casuais, seletivos ou sistemáticos (Bruce & Schumacher, 1965). Basicamente, os métodos de amostragens são: amostragem casual simples, amostragem estratificada e amostragem não casual (seletiva e sistemática).

A amostragem casual simples é o método básico de seleção probabilística em que, na seleção de uma amostra composta de n unidades de amostra, todas as possíveis combinações destas unidades teriam iguais oportunidades de serem selecionadas. Os outros métodos de amostragens são combinações desse e elaborados com a finalidade de conseguir maior precisão e/ou economia. Em qualquer estágio da amostragem, a seleção de uma determinada unidade deve ser livre de escolha deliberada e inteiramente independente da seleção de todas as outras unidades. Numa amostragem casual simples, a população florestal é considerada como única e inteiramente composta pelas N unidades de amostras espaciais de áreas fixas, que a cobrem. As unidades amostrais ou parcelas podem ser selecionadas com ou sem reposição. Sendo o sorteio realizado com reposição das parcelas, a população pode ser considerada infinita, caso contrário, a população é finita. Na maioria dos inventários florestais, o sorteio é feito sem reposição das parcelas.

Para grandes populações, os cálculos da média e da variância podem ser feitos como se procede para população finita, desde que o fator de correção para população finita,

$$\frac{1-n}{N}$$

atenda à unidade (Paula Neto, 1990).

A amostragem casual sem restrição tem a vantagem de produzir estimativas não tendenciosas, consistentes. Esse método de amostragem é aplicado nos inventários de pequenas áreas florestadas, de fácil acesso e homogêneas nas características de interesse (Hosokawa & Souza, 1987).

As principais restrições a esse método, mencionadas por Husch et al. (1972), referem-se ao fato de que uma distribuição aleatória das unidades de amostra, amplamente dispersas sobre a área, requer maior tempo de caminhamento entre as unidades de amostra e há possibilidade de ocorrência de uma distribuição desigual das unidades de amostra sobre a população. Adicionam-se a isso, a exigência de realizar um sistema de seleção casual de parcelas ou pontos de amostragem e a dificuldade de local, no campo, com posições diversas, as unidades de amostras selecionadas (Paula Neto, 1990).

A amostragem estratificada é um método de amostragem com restrição quanto à eleição da amostra, porque as unidades de amostras são selecionadas separadamente, dentro de cada estrato. Nesse tipo de amostragem, a população é subdividida em subpopulações, denominadas estratos, de tamanhos conhecidos. Posteriormente, uma amostra aleatória independente, composta, de, no mínimo, duas unidades de amostra, é extraída de cada estrato. A justificativa teórica para a estratificação fundamenta-se na redução da variância da amostragem estratificada, quando comparada com a amostragem casual simples (Robles, 1970 e Paula Neto, 1990).

A seleção das unidades da amostra dentro de cada estrato pode ser feita de forma casual ou sistemática, por isso, usam-se os procedimentos: "amostragem casual estratificada" e "amostragem sistemática estratificada".

A amostragem estratificada tem a vantagem de proporcionar estimativas independentes e precisas, da média e da variância, para cada estrato. Considerando-

se igual intensidade de amostragem, ela é mais eficiente que a amostragem inteiramente casual, e fornece estimativas mais precisas dos parâmetros da população; exigindo, no entanto, um conhecimento prévio do tamanho de cada estrato e da relação com a área total da população.

Os métodos de amostragem não casuais são estabelecidos por critérios de seleção da amostra que não apresentam base estatística para comparação das estimativas. Na amostragem seletiva, a escolha da amostra faz-se de acordo com referências, que, de certo modo, ajudam a selecionar a amostra. O observador escolhe a área da floresta que considera mais representativa, aloca as unidades de amostras, faz a medição das árvores e obtém a estimativa da média da população, que, entretanto, não é expressa estatisticamente. Não se é possível analisar a variação dos dados obtidos porque, ao alocar as parcelas, procura-se diminuir a variação pela escolha das áreas representativas da floresta. Não há possibilidade de se obter uma estimativa aleatória e confiável de erro de amostragem. Esse método tem sérias restrições quanto ao seu emprego. A seleção subjetiva da amostra, às vezes, demasiada parcial, leva a obter estimativas exageradas. Os resultados obtidos não têm a confiabilidade daqueles obtidos com o emprego de métodos de amostragem que se baseiam na teoria das probabilidades.

A amostragem sistemática é muito empregada nos trabalhos de inventários florestais. Porém, não há concordância a respeito da validade estatística das estimativas obtidas pelo método. Para que a estimativa do erro de amostragem seja válida, é preciso que, pelo menos, duas unidades de amostra sejam sorteadas aleatoriamente (Bruce & Schumacher, 1965).

Segundo a FAO (Manual..., 1974), entende-se por desenhos de amostragens sistemáticas aqueles que, em uma, várias ou todas as etapas, a seleção das unidades de amostras realiza-se conforme um modelo matemático, ou seja, escolhida a primeira unidade da amostra ao acaso, as demais ficam automaticamente definidas.

A amostragem sistemática tem a vantagem de economizar tempo na obtenção dos dados de campo, pois, com

ela, tem-se menor caminhamento para se chegar às unidades de amostras, pela uniformidade, de sua distribuição. O mesmo não acontece com os métodos de seleção casual, nos quais as parcelas têm distribuição mais regular, sendo necessário maior tempo de caminhamento entre elas para sua alocação. A amostragem sistemática é mais usada que as amostragens probabilísticas, quando se deseja conhecer a verdadeira característica da população em superfícies definidas.

Algumas outras razões, segundo Husch et al. (1972), que justificam o emprego da amostragem sistemática, são a redução de custos ocasionados pelo caminhamento entre as unidades amostrais, a facilidade na seleção das unidades de amostras e a maior facilidade na alocação de amostras distribuídas uniformemente.

Qualquer método de seleção sistemática de amostras não se baseia na teoria de amostragem probabilística, pelas seguintes razões:

a) Escolhida somente uma unidade de amostra ao acaso, as demais não são independentes (estatisticamente, cada unidade não corresponde a um grau de liberdade) e, assim, a variância não pode ser estimada;

b) escolhida a amostra sistemática, todas as outras unidades que não integram a amostra têm uma probabilidade zero de serem eleitas; enquanto as que integram a amostra têm probabilidade um de eleição, ou seja, muitas unidades são rejeitadas na seleção. Isto se contrapõe ao princípio básico da teoria da amostragem, no qual as unidades de amostras devem ter uma probabilidade definida de seleção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUCE, D.; SCHUMACHER, F. *Medición forestal*. México, D.F.: Ed. Herrero, 1965. 474p.
- CHACKO, V.J. *A manual on sampling techniques for forest surveys*. Delhi: Manager of Publications, 1965. 172p.
- GOMES, A.M.A. *Medição das árvores e dos povoamentos: textos de formação profissional*. Lisboa: Serviços Florestais e Agrícolas, 1963. 105p.
- GRAVES, H.S. *Forest mensuration*. New York: John Wiley & Sons, 1906.
- HOSOKAWA, R.T.; SOUZA, A.L. *Amostragem para fins de manejo*. In: CURSO de manejo florestal: módulo 5. Brasília: ABEAS, 1987. 41p.
- HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. *Forest mensuration*. 2. ed. New York: Ronald Press, 1972. 410p.
- MANUAL de inventário florestal. Rome: FAO, 1974. 195p.
- PAULA NETO, F. *Técnicas de amostragens*. Viçosa: UFV, 1990. 18p. Mineografado.
- ROBLES, C.A. *Bases estadísticas para el inventario forestal por muestro*. Santiago del Estero: Instituto de Ingeniería Forestal, 1970. 51p.
- SILVA, J.A. *Inventário florestal*. Santa Maria: UFSA, 1978. 17p.

UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE E PAPEL

José Lívio Gomide¹

INTRODUÇÃO

A produção de celulose consiste, basicamente, na degradação e remoção da lignina da madeira, que funciona como uma substância "cimento", que une as fibras, possibilitando a separação e individualização delas. A formação de uma lâmina úmida com as fibras individualizadas e sua posterior secagem, após a adição de algumas substâncias para melhoria da qualidade, resultam na folha de papel.

As características e propriedades da folha de papel dependem basicamente das fibras, que são o principal constituinte estrutural.

As fibras das madeiras de eucalipto apresentam comprimento médio de 1mm, sendo consideradas como fibras curtas, quando comparadas com as dos pinheiros que possuem comprimento médio de 2 a 5mm. Por causa do comprimento de suas fibras, as madeiras de eucalipto eram consideradas de baixa qualidade e usadas somente como "material de enchimento", em mistura com as longas fibras dos pinheiros. Entretanto, o excepcional crescimento das árvores de eucalipto e a disponibilidade dessa madeira, principalmente no estado de São Paulo, na década de 60, motivaram as indústrias celulósico-papeleiras nacionais a estudarem essa matéria-prima, visando ao seu aproveitamento para produção de papéis com 100% de fibras de eucalipto.

O desenvolvimento de uma tecnologia nacional específica para a madeira de eucalipto confirmou o grande potencial dessa matéria-prima e, atualmente, papéis

de alta qualidade são confeccionados com sua polpa celulósica. A alta qualidade da celulose de eucalipto é hoje reconhecida mundialmente, sendo o Brasil o maior produtor e exportador mundial de celulose branqueada de eucalipto.

Segundo dados estatísticos da Associação Nacional de Fabricantes de Papel e Celulose (1993), em 1993, foram produzidas 5.010.188 toneladas de celulose química e semi-química no Brasil, sendo 71% desse total constituído por celulose de eucalipto. O estado de Minas Gerais produziu, nesse ano, 338.993 toneladas de celulose branqueada de eucalipto, representando 8,5% da produção total nacional.

A importância sócio-econômica do eucalipto para a produção de celulose e papel no Brasil é confirmada pelas estatísticas do setor que, em 1993, apresentou um faturamento de 5,3 bilhões de dólares, recolheu impostos diretos da ordem de 594 milhões de dólares, foi responsável por 113 mil empregos diretos e viu o valor das exportações desses produtos alcançar a cifra de 718 milhões de dólares.

Dentre as espécies de eucalipto existentes no Brasil, apenas algumas são utilizadas industrialmente para a produção de celulose e papel, destacando-se o *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. tereticornis*, *E. alba* e *E. viminalis*.

QUALIDADE DA MADEIRA DE EUCALIPTO

Para a produção de celulose e papel de

alta qualidade, é indispensável que a madeira utilizada apresente características físicas, químicas e anatômicas, compatíveis com o produto final a ser confeccionado. Essas características dependem tanto da espécie como das práticas silviculturais e do manejo dos povoamentos florestais.

Para o eucalipto, a idade ideal de corte situa-se na faixa de cinco a oito anos, sendo que as partes mais altas do tronco, com diâmetros inferiores a 5-7cm, são desaconselhadas para o processamento industrial.

A densidade da madeira é uma característica de grande importância, tendo uma influência significativa, tanto na qualidade da celulose, como na produtividade da fábrica. Em linhas gerais, a densidade da madeira de eucalipto aconselhada para a produção de celulose e papel é de cerca de 500kg/m³, correspondente a cerca de 357kg de madeira seca por estéreio (Barrichelo & Brito, 1976).

A utilização da madeira atacada por microorganismos deve ser evitada, pois, além de resultar em menor rendimento na produção de celulose, em comparação com a madeira sadia, normalmente proporciona celulose e papel com resistências mecânicas inferiores.

A presença de madeiras de tensão, desenvolvidas na parte superior das árvores inclinadas e de galhos, se possível, deve ser evitada, pois, apesar de essas madeiras apresentarem uma menor proporção entre lignina e celulose e resultarem em polpa celulósica com rendimentos mais elevados, as propriedades de resistência das polpas produzidas com esse tipo de madeira

¹Eng^o Florestal, Ph.D. - Prof. Tit./Dept^o Engenharia Florestal/UFV - CEP 36571-000 Viçosa, MG.

anormal são inferiores às das produzidas com madeira normal (D'Almeida, 1981).

As características físicas, químicas e anatômicas são inerentes às espécies, mas a seleção criteriosa de sementes, a utilização de práticas silviculturais adequadas, operações bem-planejadas de estocagem das toras, além de técnicas de melhoramento genético das espécies, possibilitam a obtenção de madeiras uniformes e de alta qualidade para a produção de celulose e papel.

PRODUÇÃO DE POLPA CELULÓSICA DE EUCALIPTO

A transformação da madeira em polpa celulósica consiste na separação das fibras que a constituem. Para a separação eficiente das fibras, sem excessiva degradação, são utilizadas substâncias químicas e energia térmica capazes de causar degradação e solubilização da lignina que mantém as fibras unidas. Dentre os vários processos existentes para a produção de celulose, o kraft é o mais eficiente, sendo utilizado para a produção de mais de 90% da celulose química produzida no Brasil. Basicamente, o processo kraft consiste no cozimento da madeira com uma solução aquosa de hidróxido de sódio e sulfeto de sódio, a uma temperatura de cerca de 170°C.

Preparo da madeira

As toras de madeira, ao chegarem à fábrica de celulose, caso não tenham sido eliminadas as cascas na floresta, são enviadas a descascadores. A presença da casca prejudica a qualidade da celulose a ser produzida. Portanto, deve-se eliminá-la para maior eficiência do processo e melhoria das propriedades da polpa de celulose.

As toras descascadas são transformadas em cavacos, por meio de picadores de alta potência. Os cavacos obtidos são classificados em peneiras vibratórias para sua separação em sub e superdimensionados. Aqueles selecionados são armazenados ao ar livre, em forma de grandes pilhas, de onde são retirados para o processamento industrial.

Cozimento kraft convencional dos cavacos

Do pátio de estocagem, os cavacos são enviados para os digestores, onde são

quimicamente tratados com o licor de cozimento, constituído pela solução aquosa de hidróxido de sódio e sulfeto de sódio, numa proporção molar de aproximadamente 5/1. Durante esse tratamento, a temperatura é elevada gradualmente (cerca de uma hora) até atingir de 165 a 170°C. Essa elevada temperatura é mantida por um tempo adicional de, aproximadamente, uma hora. Após esse tratamento termoquímico, a lignina é degradada, o que possibilita a separação das fibras, obtendo-se uma massa constituída pelas fibras individualizadas e pelo licor residual que, por sua coloração escura, é denominado licor negro. Essa massa escura é enviada a filtros lavadores, onde a polpa celulósica é separada do licor negro que, devido à adição de água de lavagem, apresenta uma consistência relativamente baixa, da ordem de 16% de sólidos.

A celulose de eucalipto, obtida após o cozimento e lavagem, apresenta ainda um pequeno teor de lignina residual que, mesmo em baixas concentrações (cerca de 2 a 3%), é suficiente para causar uma coloração escura à celulose. Para a eliminação dessa lignina residual, a celulose é enviada ao setor de branqueamento, onde os grupos cromóforos que causam a coloração marrom são eliminados, obtendo-se uma celulose branca de alta alvura.

O licor negro residual, contendo parte da madeira que foi degradada durante o cozimento (cerca de 50%), e os reagentes do cozimento são enviados para o setor de recuperação, onde é queimado para a produção de energia e recuperação do NaOH e Na₂S utilizados no cozimento.

Branqueamento da celulose

Para o branqueamento da celulose, são utilizados produtos químicos oxidantes à base de cloro, que eliminam ou modificam a lignina residual. São necessários vários estádios de tratamento e diferentes produtos químicos, de modo a viabilizar economicamente a operação de branqueamento, com o mínimo de degradação da celulose. Os produtos químicos normalmente utilizados no branqueamento são o cloro (estádio de cloração - C), hidróxido de sódio (estádio de extração alcalina - E), hipoclorito

(estádio de hipocloração - H) e dióxido de cloro (estádio de dioxidação - D). Esses estádios são empregados em diferentes seqüências, dependendo da alvura final desejada. Para a celulose de eucalipto, são empregadas diversas seqüências de branqueamento, como: CEH, CEHH, DEHED, CEDED, CEHDED etc.

A celulose branqueada de eucalipto é transformada diretamente em papéis, ou é vendida para a produção deles.

Novos processos de produção e branqueamento de celulose

Nos últimos anos, tem ocorrido uma crescente tendência para reduzir ao máximo o teor de lignina residual na celulose antes do branqueamento, com o objetivo de diminuir a demanda de compostos de cloro nesse processo. O branqueamento da celulose com esses compostos causa a formação de compostos organoclorados (AOX), incluindo clorofenóis e cloroguaiacóis (Mounteer, et al., 1991). As fábricas de celulose têm sofrido forte pressões, sob a forma de severas legislações ambientais, quanto à presença de compostos organoclorados nos efluentes do branqueamento e, também, pela crescente demanda, principalmente no mercado europeu, por celulose e papéis branqueados sem uso de cloro molecular (produtos ECF) ou sem uso de qualquer composto à base de cloro (produtos TCF). As denominadas "tecnologias limpas" para o meio ambiente, que consistem no branqueamento da celulose sem compostos de cloro, já estão comercialmente disponíveis e envolvem o uso de oxigênio e compostos derivados do oxigênio, como peróxido de hidrogênio e ozônio. Futuros desenvolvimentos dessas tecnologias poderão possibilitar o fechamento do circuito de água no branqueamento, resultando uma "fábrica totalmente livre de efluente" (Colodette et al., 1994b). Entretanto, para aplicação dessas novas tecnologias de branqueamento, é desejável que a celulose a ser branqueada tenha baixo teor de lignina residual, para uma maior facilidade de branqueamento e menores custos de reagentes químicos. Várias técnicas têm sido estudadas e utilizadas para diminuir a formação de compostos organoclorados nos efluentes do branqueamento, incluindo a redução da

carga de cloro (Kringstad et al., 1989), substituição do cloro molecular por dióxido de cloro (Axegard, 1986), lavagem mais eficiente da celulose antes do branqueamento (Hise & Hintz, 1990), aplicação parcelada da carga de cloro (Hise, 1989) e uso de reagentes isentos de cloro, como oxigênio, peróxido de hidrogênio e ozônio (Colodette et al., 1994a). Outra possibilidade de reduzir a formação de compostos organoclorados, consiste em realizar uma deslignificação mais intensiva que a convencional, ainda no digestor, de modo que a celulose, entrando no branqueamento, tenha uma menor exigência de reagentes de branqueamento e resulte, conseqüentemente, em efluentes com menores concentrações de compostos tóxicos.

Várias tecnologias de modificações do processo kraft convencional, visando uma deslignificação intensiva, sem prejuízos significativos da qualidade da celulose, já estão disponíveis comercialmente. Esses novos processos de produção de celulose kraft com baixo teor de lignina residual abrangem tanto os digestores contínuos (MCC, EMCC, ITC), como os descontínuos (RDH, Enerbatch, Superbatch). Todas essas modificações do processo kraft requerem, entretanto, substanciais modificações de engenharia nos equipamentos e grandes investimentos de capital. Modificações mais simples do processo consistem no uso de aditivos, como antraquinona e polissulfetos (Kiyohara, et al., 1994), capazes de aumentar a deslignificação, sem prejuízos significativos de rendimentos ou qualidade da celulose.

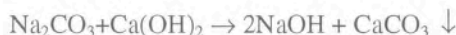
Recuperação do licor negro

O licor negro residual, obtido do cozimento dos cavacos de madeira é, primeiramente, concentrado em evaporadores especiais de múltiplo efeito e, a seguir, em evaporador de contato direto, até atingir um teor de sólidos de 60 a 65%. O licor negro concentrado é, então, queimado em caldeiras de recuperação, produzindo energia e resultando na formação de um resíduo de queima, denominado "fundido", constituído por Na_2S e Na_2CO_3 . Para compensar a perda de reagentes, antes da queima é adicionada

ao licor negro uma quantidade suficiente de Na_2SO_4 que, durante a queima do licor, é transformado em Na_2S .

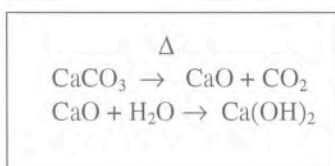
O fundido obtido na caldeira de recuperação é dissolvido em água, resultando num licor de coloração verde. Esse licor verde, formado por Na_2S e Na_2CO_3 , é tratado com $\text{Ca}(\text{OH})_2$, formando NaOH e um precipitado de CaCO_3 que é removido por filtração:

O licor obtido da filtração do CaCO_3 é denominado licor branco, sendo



Na_2S . Após os necessários cálculos e ajustes de concentração, o licor branco é reutilizado para o cozimento de novos cavacos.

O CaCO_3 obtido é aquecido em forno especial (forno de cal), resultando na formação de CaO que, após hidratado, é transformado em $\text{Ca}(\text{OH})_2$, sendo reutilizado para transformação do Na_2CO_3 em NaOH :



QUALIDADE DA CELULOSE PAPÉIS DE EUCALIPTO

Atualmente a celulose e os papéis confeccionados com fibras de eucalipto ocupam uma posição de destaque, tanto no Brasil como no mercado internacional, proporcionada pelo alto padrão de qualidade. Isto só foi possível de ser alcançado pelo desenvolvimento de uma tecnologia nacional específica para a madeira de eucalipto.

A celulose de eucalipto é utilizada principalmente para a produção de papéis de escrita e impressão, uma vez que suas propriedades de formação e características superficiais proporcionam a produção de papéis de alta qualidade.

Além do uso tradicional para a produção de papéis, a celulose de eucalipto é, também, utilizada para a confecção de diversos produtos, após quimicamente

modificada, como, por exemplo, acetato de celulose, nitrato de celulose, raíom, etc.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE, (São Paulo). Relatório Estatístico. São Paulo, 1993. 169p.
- AXEGARD, P. Substituting chlorine dioxide for elemental chlorine makes the bleach plant effluent less toxic. *Tappi*, v.68, n.10, p.54-59, 1986.
- BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. A madeira das espécies de eucalipto como matéria-prima para a indústria de celulose e papel. Brasília: PRODEPEF, 1976. 143p. (PRODEPEF. Série Divulgação, 3).
- COLODETTE, J.L.; GHOSH, A.K.; DHASMANA, B.; SINGH, U.P.; GOMIDE, J.L.; SINGH, R.P. Bleaching processes for market grade TCF pulps. In: INTERNATIONAL NON-CHLORINE BLEACHING CONFERENCE, 1994, Amelia Island, FL-USA. Proceedings... San Francisco: Miller Freeman, 1994a.
- COLODETTE, J.L.; OLIVEIRA, R.C.; GOMIDE, J.L.; GHOSH, A.K.; SINGH, U.P.; SINGH, R.P. Novos processos para branqueamento de polpa de eucalipto. *O papel*, São Paulo, v.55, n.2, p.25-35, 1994b.
- D'ALMEIDA, M.L.O. Tecnologia de fabricação da pasta celulósica. São Paulo: Senai/IPT, 1981. 492p.
- HISE, R.G. Split addition of chlorine and pH control for reducing formation of dioxins. *Tappi*, v.72, n.12, p.121-126, 1989.
- HISE, R.G.; HINTZ, H.L. The effect of brownstock washing on the formation of chlorinated dioxins and furans during bleaching. *Tappi*, v.93, n.1, p.158-190, 1990.
- KIYOHARA, R.S.; GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L.; OLIVEIRA, R.C. Deslignificação Kraft intensiva da madeira de *Eucaliptus* pelo uso de antraquinona e polissulfetos. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE DESLIGNIFICAÇÃO, 1, 1994, Vitória. Anais... São Paulo: ABTCP, 1994. p.63-76.
- KRINGSTAD, K.P.; JOHANSSON, L.; KOLAR, M.; SOUZA, F.; SWANSONS, S.; GLAS, B.; RAPPE, C. The influence of chlorine ratio and oxygen bleaching on the formation of PCDFs and PCDDs in pulp bleaching. *Tappi*, v.72, n.6, p.163-167, 1989.
- MOUNTEER, A.M.; COLODETTE, J.L.; CAMPOS, A.S.; GOMIDE, J.L. Alternativas para branqueamento sem cloro molecular. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 24, 1991, São Paulo. Anais... São Paulo: ABTCP, 1991.

Leia e Assine INFORME AGROPECUÁRIO

A melhor revista técnica do setor
agropecuário

Para assinar ligue para:
SETA/EPAMIG
(031) 273 3544-ramal 149
Fax (031) 273 3884

Belo Horizonte, Mg

MADEIRA DE EUCALIPTO COMO OPÇÃO ENERGÉTICA - ESTUDO DE CASOS

Osvaldo Ferreira Valente¹

INTRODUÇÃO

A madeira ainda representa uma boa opção energética, mesmo em países desenvolvidos. Além de renovável, é menos poluente, já que apresenta um ciclo mais ou menos fechado de dióxido de carbono. Em regime de produção sustentada, o que a madeira libera de dióxido de carbono na produção de energia, a floresta consome em seu metabolismo. O mesmo não acontece com os combustíveis fósseis que só fazem lançar dióxido de carbono na atmosfera, provocando efeito estufa, além de outros gases como os compostos de enxofre, que não são produzidos com o uso da madeira.

No Brasil, a madeira ainda representa 18% de todo o consumo de energia, equivalendo a 88 milhões de toneladas anuais, grande parte na forma transformada de carvão vegetal (43%) e em fogões domésticos espalhados pelo interior do país (28%). Outros segmentos consumidores são caldeiras, gaseificadores e secadores de grãos.

A preocupação atual em não devastar mais a floresta nativa, leva à necessidade de se promoverem reflorestamentos para suprir todas as demandas de madeira. No caso de energia, as experiências com eucalipto têm demonstrado o seu potencial, ressaltando-se a produtividade, a facilidade de implantação, a simplicidade do manejo e a qualidade da madeira.

TEORIA DA PRODUÇÃO DE ENERGIA DA MADEIRA

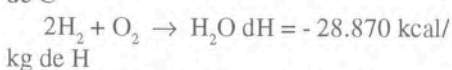
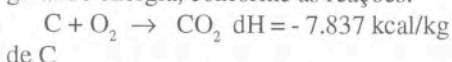
A madeira pode produzir energia diretamente pelo processo de combustão

ou queima ou, então, por meio de derivados como o carvão, o gás pobre, o metanol e o etanol. A seguir, serão descritas a combustão direta, a gaseificação e a carbonização.

Combustão Direta

A combustão direta é feita na presença de oxigênio (geralmente ar) em excesso e por tempo suficiente para o consumo de praticamente toda a massa de madeira (sobra apenas cinza no final). Há necessidade de fornecimento inicial de energia (acendimento), pois as reações só acontecem em temperaturas acima de 400°C.

Após o início, a própria liberação de energia das reações é suficiente para manter o processo em desenvolvimento. Na combustão, são importantes os conteúdos de carbono e hidrogênio da madeira, que estão em torno de 50 e 6% da massa da madeira seca, respectivamente. São eles que vão reagir com o oxigênio do ar, gerando energia, conforme as reações:



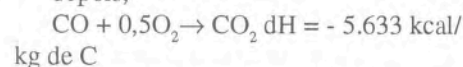
Os valores absolutos de dH indicam as quantidades de energia envolvida e os sinais negativos são convencionais, indicando que o sistema está liberando energia para o meio. É esta energia liberada que vai ser usada para algum fim como aquecimento (secador, fogão) ou geração de vapor (caldeira).

A reação de carbono com oxigênio (presente no ar), às vezes, não se dá em uma única etapa, mas em seqüência, assim:

primeiro,



depois,



O somatório dos dois valores de dH volta a compor o número 7.837, conseguido na reação em uma única etapa.

Os produtos CO₂ e H₂O são gasosos e saem do equipamento de combustão em forma de fumaça. O vapor d'água contido na fumaça é mais do que o gerado na reação, já que a umidade do combustível também é evaporada e sai junto aos demais gases. Se for utilizado o ar como portador do oxigênio, haverá, ainda, na fumaça, grande quantidade de nitrogênio, que passará pelo sistema sem reagir. Se a fumaça tiver CO, é sinal de que as reações não foram completas e haverá produção menor de energia. A presença de quantidades limitadas de CO na fumaça é, entretanto, inevitável, sendo os valores dependentes da eficiência de cada equipamento e, normalmente, são fornecidos pelo fabricante.

Se a combustão for feita em sistema fechado, sem saída de gases, o que é possível em condições de laboratório, o somatório das energias liberadas pelas reações celadas, por unidade de massa, recebe a denominação de poder calorífico superior. O equipamento usado para isso é o calorímetro ou bomba calorimétrica.

Gaseificação

A gaseificação é feita na presença de quantidade definida de oxigênio (geralmente ar), mas por tempo suficiente

¹Eng^o Florestal- M.Sc. - Prof. Tit./Dept^o Engenharia Florestal/UFV - CEP 36571-000 Viçosa, MG.

QUADRO 1 - Composição do Gás Pobre

Componentes	Gaseificador	
	Exemplo 1 (% volume)	Exemplo 2 (% volume)
CO	28,82	32,16
CO ₂	5,50	3,38
H ₂	12,19	11,65
H ₂ O	1,61	1,78
CH ₄	0,04	0,10
N ₂	51,84	50,93
TOTAL	100,00	100,00

FONTE: Gumz, citado por Assumpção (1981)

para o consumo de toda a massa de madeira, ou praticamente toda, já que restará apenas um pouco de cinza no final.

Tendo pouco oxigênio presente no meio, a reação com o carbono da madeira deveria ser tão-somente:

$$C + 0,5O_2 \rightarrow CO \quad dH = - 2.204 \text{ kcal/kg de C}$$

O que predomina, entretanto, é a seqüência:

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \quad dH = - 7.837 \text{ kcal/kg de C}$$

$$CO_2 + C \rightarrow 2CO \quad dH = + 3.428 \text{ kcal/kg de C}$$

A primeira reação não é capaz de transformar todo o C em CO₂, pela deficiência de O₂. Permite, entretanto, que o C restante no meio reaja com CO₂ já formado, produzindo duas moléculas de CO. Como a segunda tem dH com sinal positivo, indicando consumo de energia, há de se ter um balanço adequado, para que a temperatura do reator seja suficiente para manter as reações acontecendo. Este equilíbrio no balanço é feito com um bom dimensionamento do equipamento, permitindo a relação ideal ar/combustível.

Quanto ao hidrogênio contido na madeira, a seqüência de reações será:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \quad dH = - 28.870 \text{ kcal/kg de H}$$

$$H_2O + C \rightarrow CO + H_2 \quad dH = - 15.643 \text{ kcal/kg de H}$$

$$C + 2H_2 \rightarrow CH_4 \quad dH = - 4.426 \text{ kcal/kg de H}$$

A falta de O₂ poderá deixar H₂ nos gases e o excesso de C provocar a segunda reação, gerando mais CO e H₂.

Os gases que saem do reator

(gaseificador) são compostos essencialmente de CO, H₂, CH₄ e N₂. Na prática, como o sistema não é perfeito, os gaseificadores produzem, também, um pouco de CO₂ e H₂O, entre outros. A quantidade dos gases varia de gaseificador para gaseificador, sendo que exemplos de composição podem ser encontrados no Quadro 1.

Os gases gerados pelo gaseificador são capazes de reagir com o oxigênio do ar em um bico queimador ou no cilindro de um motor de combustão interna, produzindo energia, conforme demonstram as reações a seguir:

$$CO + 0,5O_2 \rightarrow CO_2 \quad dH = - 5.633 \text{ kcal/ de C}$$

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \quad dH = - 28.870 \text{ kcal/kg de H}$$

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow O_2 + 2H_2O \quad dH = - 15.985 \text{ kcal/kg de C}$$

Portanto, o combustível madeira foi, durante a gaseificação, transformado em um novo combustível em forma gasosa.

A gaseificação pode ser a partir da

madeira ou do carvão, pois este último é também formado de carbono e hidrogênio e, por estar com maior concentração de carbono em relação à madeira, pode produzir a mesma quantidade de gás, com menor volume de reator.

Carbonização

A carbonização é feita na presença de quantidade deficiente de oxigênio (geralmente ar), mas por tempo limitado, o que evita o consumo de toda a massa de madeira e gera um resíduo que é o carvão vegetal. Há uma diminuição de massa, mas uma concentração de carbono, pois, enquanto a madeira possui em torno de 50% de carbono, o carvão está com teores acima de 65%, conforme pode ser visto no Quadro 2.

O que se faz em um forno de carbonização é permitir a entrada de oxigênio em quantidades controladas, por aberturas nas paredes. Este oxigênio reage com o carbono e o hidrogênio, conforme reações já descritas em combustão e gaseificação, e gera a energia que será utilizada na degradação térmica do restante da carga de madeira do forno. Essa degradação é, entretanto, interrompida em um certo momento, pelo fechamento das aberturas nas paredes, o que evita o consumo de toda a massa de madeira, deixando, dentro do forno, um resíduo escuro, com maior concentração de carbono, que é o chamado carvão vegetal. Se as aberturas não fossem fechadas oportunamente, toda a massa de madeira seria consumida e o forno se comportaria como um gaseificador.

A quantidade e a qualidade do resíduo (carvão vegetal) dependem da qualidade da madeira e do processo de condução do forno

QUADRO 2 - Influência da Temperatura Máxima de Carbonização no Rendimento e no Teor de Carbono Fixo do Carvão, em Condições de Laboratório

Temperatura Máxima de Carbonização °C	Rendimento em Carvão (% de madeira seca)	Teor de Carbono Fixo (% do carvão)
300	37,71	65,89
400	37,00	71,66
500	31,75	76,90
600	31,18	85,73

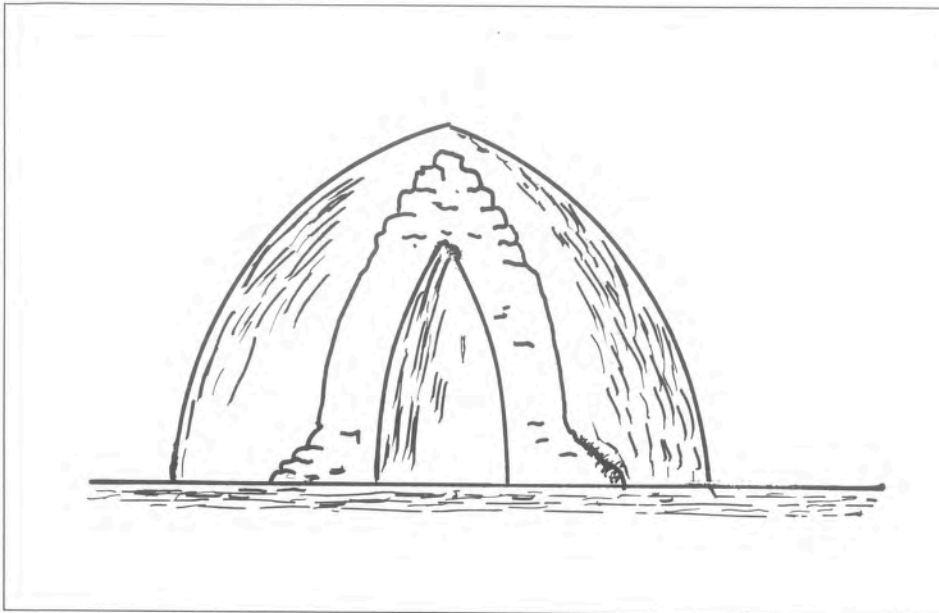


Figura 1 - Forno "rabo-quente".

(quantidade de ar, tempo etc). O processo de condução leva, principalmente, à criação de temperaturas máximas variáveis, alterando os rendimentos do forno (percentagem de carvão em relação à madeira seca enfiada ou quantidade de estêreos de lenha para produzir um metro cúbico de carvão). Altera, também, o conteúdo de carbono no carvão, conhecido por carbono fixo ou teor de carbono fixo (Quadro 2).

Em resumo, a carbonização visa transformar um combustível sólido (madeira) em outro combustível sólido (carvão). A vantagem é que o novo combustível tem maior poder calorífico e maior homogeneidade.

ESTUDO DE CASOS

Para utilização da madeira como fonte de energia, serão dados exemplos nas áreas de combustão, carbonização e gaseificação, como tentativas de refletir situações reais. Tais exemplos serão tratados como estudos de casos e servirão, também, como argumentos para o estabelecimento de metodologias de cálculo de consumo de madeira para fins energéticos diversos.

Primeiro Caso

Um pequeno laticínio possui, para gerar o vapor necessário às suas atividades, uma caldeira a lenha com capacidade de produzir 500kg de vapor por hora a uma pressão de 8 kgf/cm². A caldeira funciona dez horas por dia, durante todo o ano. O proprietário quer saber a área necessária de plantio de eucalipto para

suprir este consumo ao longo do tempo (produção sustentada).

Como se trata de combustão direta, as reações levam a madeira a ter um determinado poder calorífico, conforme já discutido. O poder calorífico só pode ser obtido por laboratórios especializados, como, por exemplo, o Laboratório de Painéis e Energia da Madeira, do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais. Esses laboratórios normalmente fornecem o poder calorífico da madeira seca, reagindo em ambiente fechado, que é conhecido por poder calorífico superior seco. Como a caldeira queima lenha com um certo teor de umidade, entre 20 e 25%, base úmida (valores aconselháveis), em sistema aberto (há uma chaminé para saída de fumaça), necessita-se calcular o poder calorífico, chamado de calorífico útil, para essas condições. Isso pode ser feito pela fórmula de Tillmann,

$$PC_u = PCS_s - 0,0114 \times PCS_s \times U$$

onde,

PC_u = poder calorífico útil, em kcal/kg;

PCS_s = poder calorífico superior seco, em kcal/Mg;

U = umidade da madeira, em base úmida.

Na falta de dados de laboratório sobre o poder calorífico superior, é possível encontrá-los em literatura.

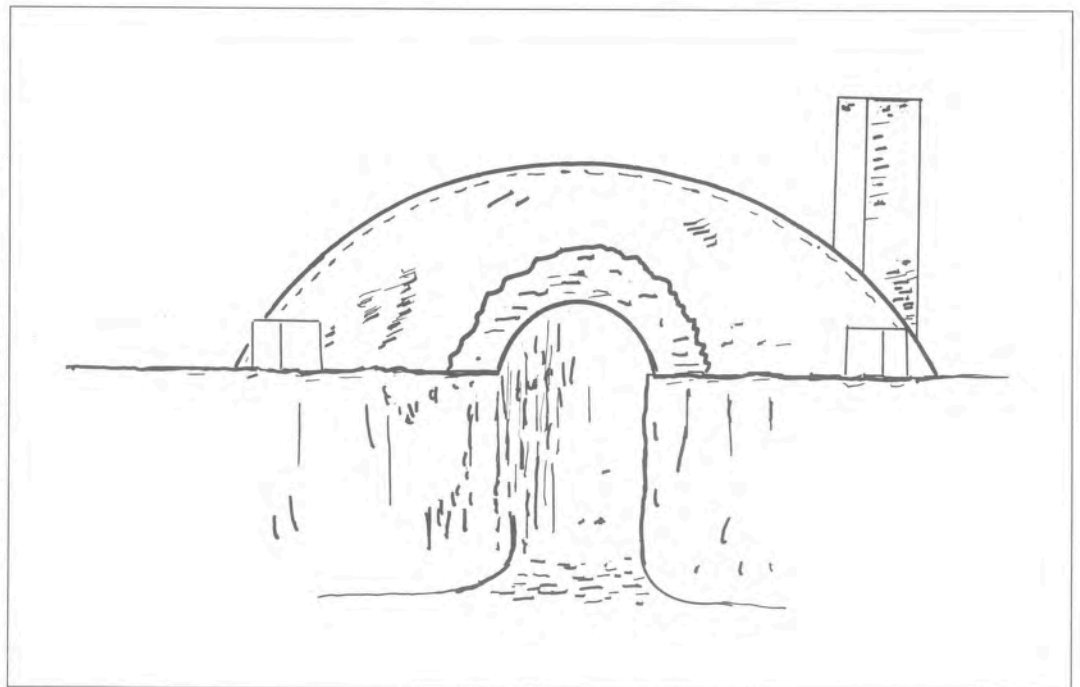


Figura 2 - Forno de encosta

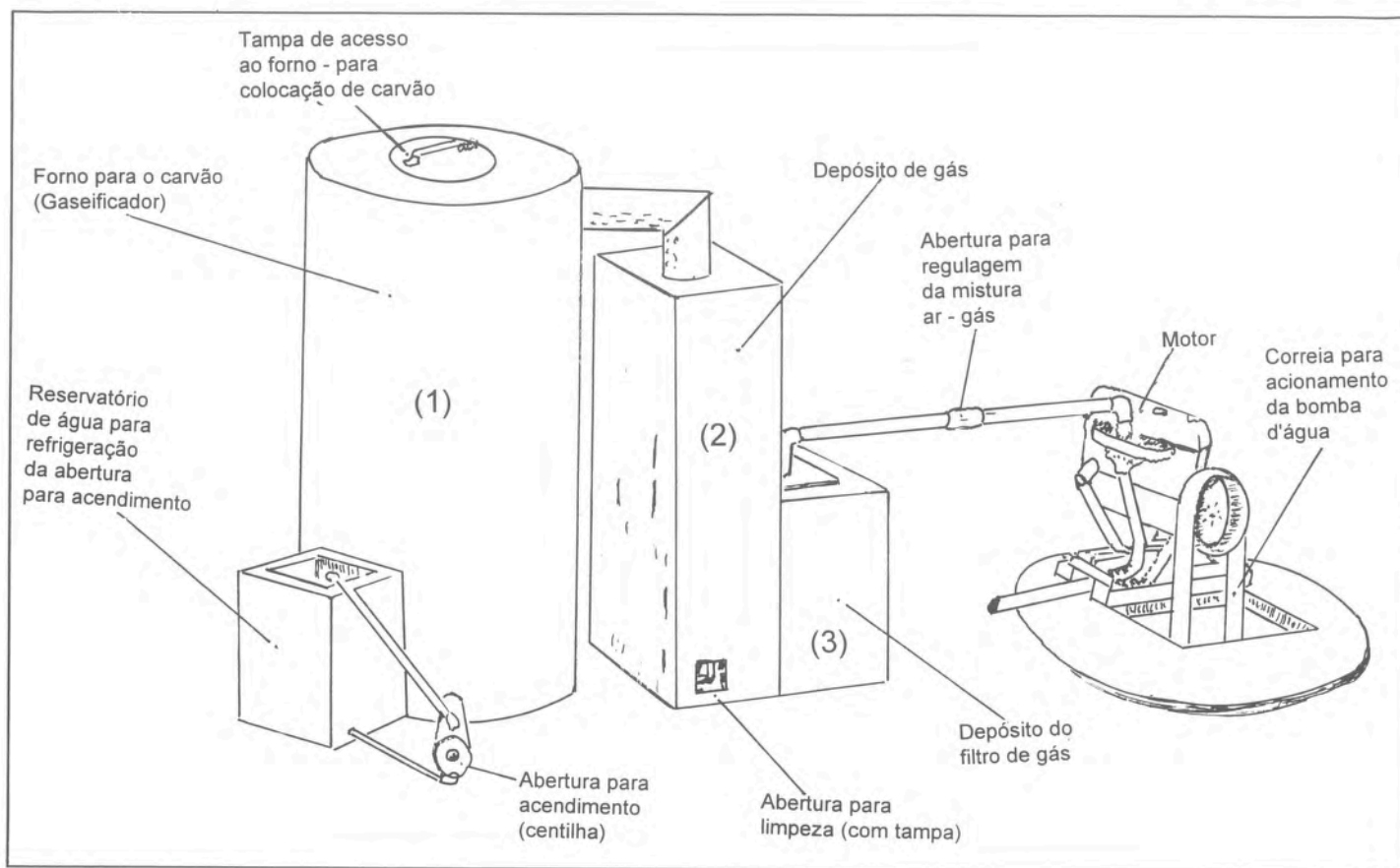


Figura 3 - Gaseificador de alvenaria

Se a madeira de eucalipto tem, por exemplo, poder calorífico superior seco de 4.370 kcal/kg e está com 25% de umidade, base úmida, tem-se:

$$PCu = 4.370 - 0,0114 \times 4.370 \times 25$$

$$PCu = 3.125 \text{ kcal/kg}$$

O cálculo do consumo de madeira pode ser feito aplicando-se a fórmula citada por Lima (1978), a seguir:

$$Mm = Mv(Hg - Ha)$$

$$E \times PCu$$

onde,

Mm = massa de madeira a ser consumida, em kg/h;

Mv = massa de vapor a ser produzida pela caldeira. No presente caso este valor é de 500 kg/h;

Hg = entalpia do vapor, encontrado em tabelas comuns de manuais de engenharia ou em livros de termo-dinâmica. Os valores são dados em função da caldeira. Para a pressão de 8 kgf/cm², do presente caso, a entalpia encontrada é de 660,9 kcal/kg;

Ha = entalpia da água. Para efeitos práticos, pode-se tomar o mesmo valor numérico da temperatura da água que

abastece a caldeira. No presente caso, supondo a água de abastecimento à temperatura ambiente de 25°C, tem-se 25 kcal/kg;

E = eficiência de caldeira, valor fornecido pelo fabricante. Na ausência da informação do fabricante, e para caldeiras simples, podem-se tomar valores entre 60 e 70%. No presente caso, será adotado 70%;

PCu = poder calorífico útil. O valor calculado foi de 3.125 kcal/kg, para o presente caso.

Operando, tem-se:

$$Mm = 500 (660,90 - 25) = 145,34 \text{ kg/h}$$

$$0,70 \times 3.125$$

Como a caldeira trabalha dez horas por dia, durante todo o ano, vem:

$$\text{Consumo anual} = 10 \times 365 \times 145,34 = 530.491 \text{ kg/ano (530,491 t/ano)}$$

Para o cálculo da área de plantio, será admitida uma produtividade de 15 t/ha.ano (30 st/ha.ano), de madeira com 25% de umidade, base úmida. Assim,

$$\text{Área Necessária} =$$

$$\frac{530,491 \text{ t/ano}}{15 \text{ t/ha/ano}} = 35,36 \text{ ha}$$

Se a idade de rotação for estabelecida em sete anos, a área deverá ser dividida em sete talhões de 5,05 ha cada um ($35,36 \div 7 = 5,05$), plantados um a cada ano. Ter-se-á, assim, abastecimento sustentado a partir do sétimo ano.

O cálculo feito até aqui está admitindo que a caldeira irá funcionar a pleno vapor durante as dez horas de operação por dia. Se, entretanto, a operação a pleno vapor se dá apenas durante quatro horas diárias, sendo o restante do tempo, seis horas, só para manter o sistema de prontidão, caindo a produção para a média de 50 kg de vapor por hora, a situação do consumo muda bem.

Para as quatro horas a pleno vapor, tem-se:

$$\text{Consumo anual 1} = 4 \times 365 \times 145,34 = 212.196,4 \text{ kg/ano (ou 212,196 t/ano)}$$

Para as restantes seis horas, tem-se:

$$Mm = 50 (660,90 - 25) = 14,53 \text{ kg/h}$$

$$0,70 \times 3.125$$

Consumo anual 2 = 6 x 365 x 14,53 = 31.820,7 kg/ano (ou 31,82 t/ano). O consumo total anual será de 24,4 t (212,196 + 31,82) e a nova área de 16,27 ha ($244 \div 15$), dividida em

(continua na página 51)

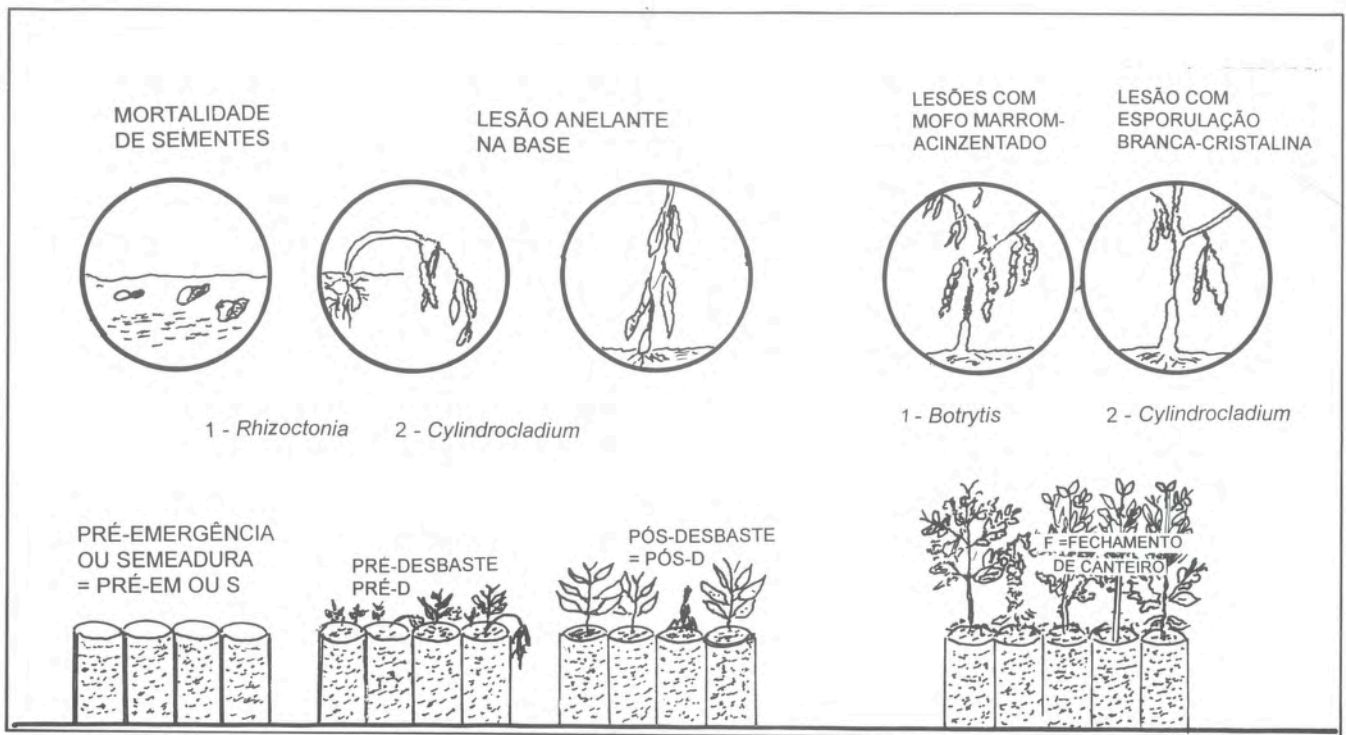


Figura 1 - Estádios do manejo de viveiros por semeadura-direta com recipientes no chão e ocorrência de patógenos do tombamento de mudas de eucalipto.

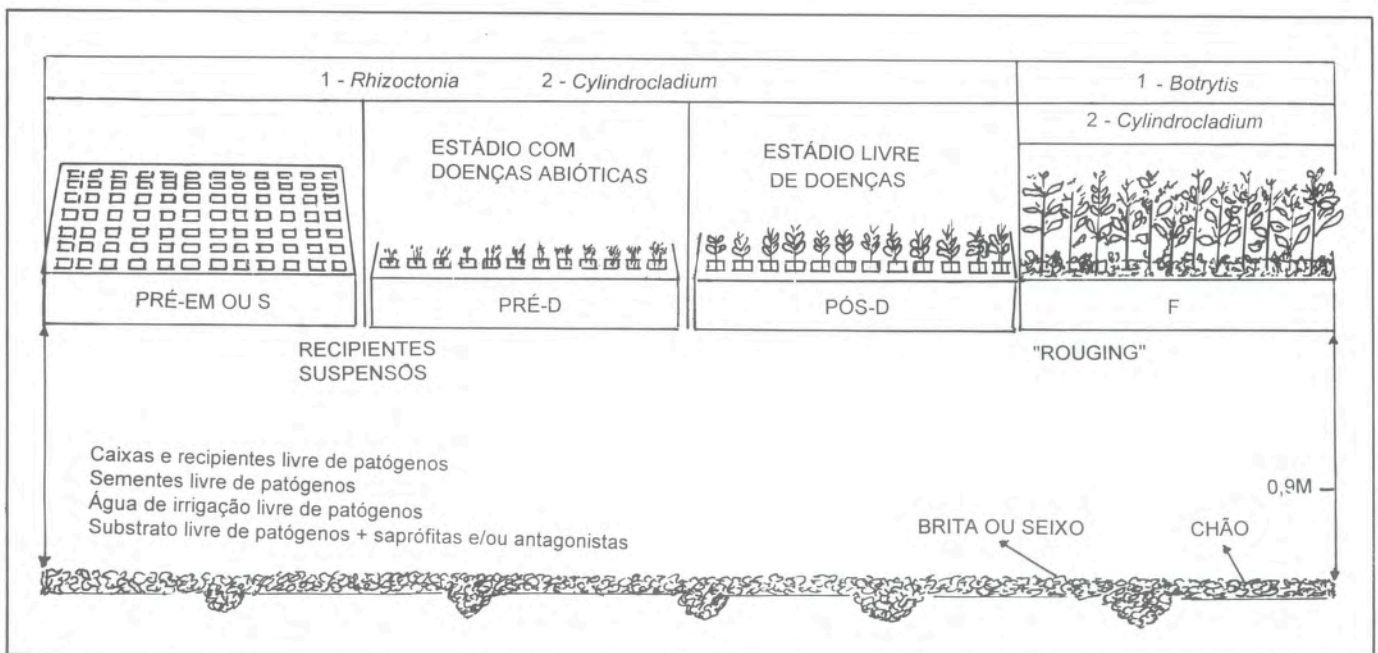
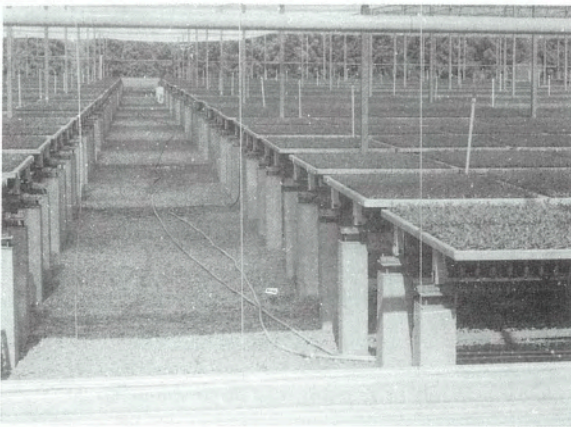
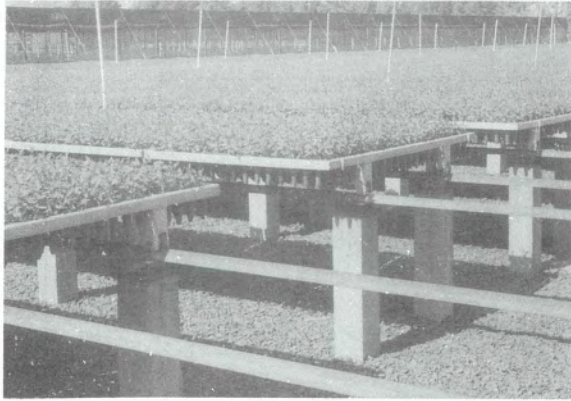


Figura 2 - Manejo de viveiro de eucalipto por semeadura-direta em recipientes suspensos e regime de higiene para controle de patógenos sem fungicidas.

NOTA: PRÉ-EM ou S - Pré-emergência ou semeadura; PRÉ-D - Pré-desbaste; PÓS-D - Pós-desbaste; F - Fechamento de canteiro.



Figuras 3 e 4 - Viveiro suspenso de eucalipto, a céu-aberto, e casa-de-vegetação ao fundo e ao lado, com parede plástica, tipo "persiana", para fase inicial das mudas no inverno.

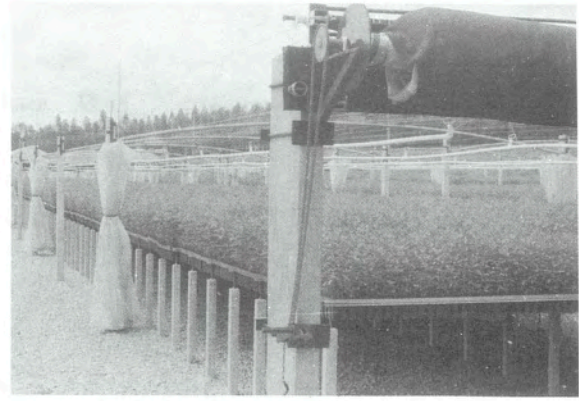


Figura 5 - Viveiro suspenso a céu-aberto que se transforma em casa-de-vegetação, com parede e teto de plástico e/ou sombrite para prevenção de geada e assamento de coletos.

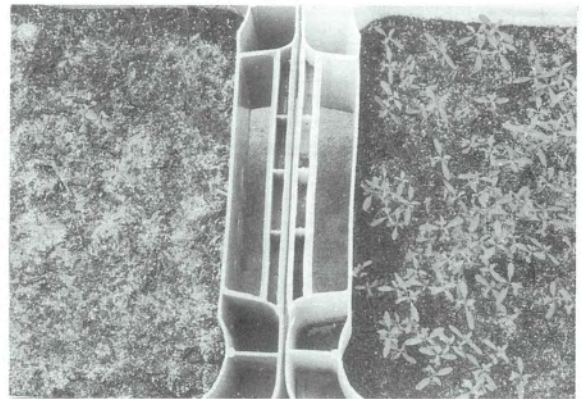
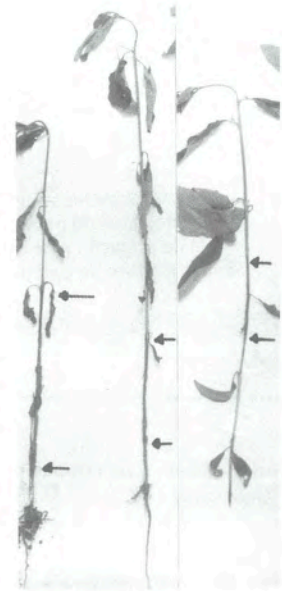


Figura 6 - Demonstração de controle biológico de *Cylindrocladium scoparium* com infestação de substrato com o fungo *Trichoderma crassum*, objetivando seu uso em viveiros suspensos.



Figuras 7 e 8 - Tombamento de mudas por *Rhizoctonia* e *Cylindrocladium*, respectivamente.

Figura 9 - Lesões por *Botrytis* (à direita)



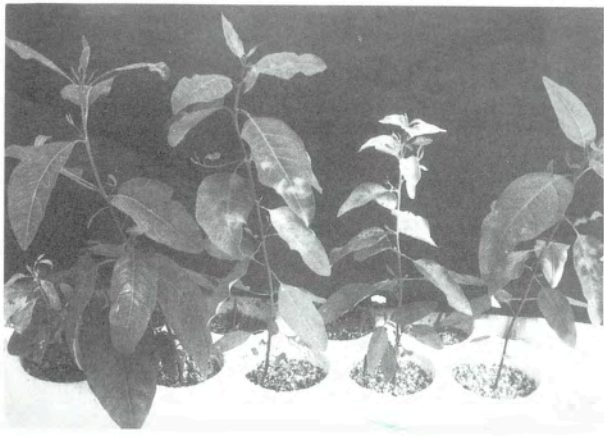


Figura 10 - Oídio.

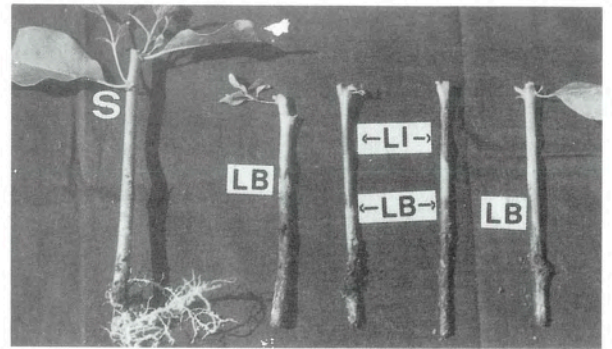


Figura 11 - Lesões basais e intercalares por *Cylandrocladium*.

NOTA: S - Estaca sadia; LB - Lesão basal; LI - Lesão intercalar.

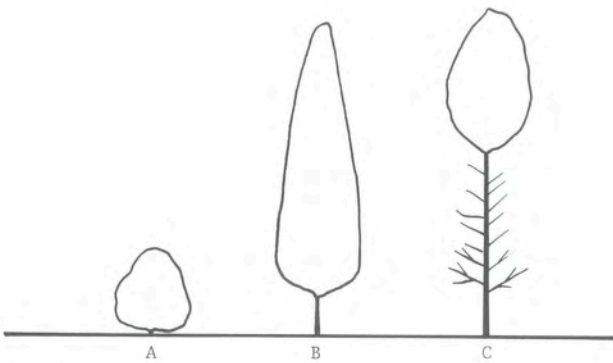
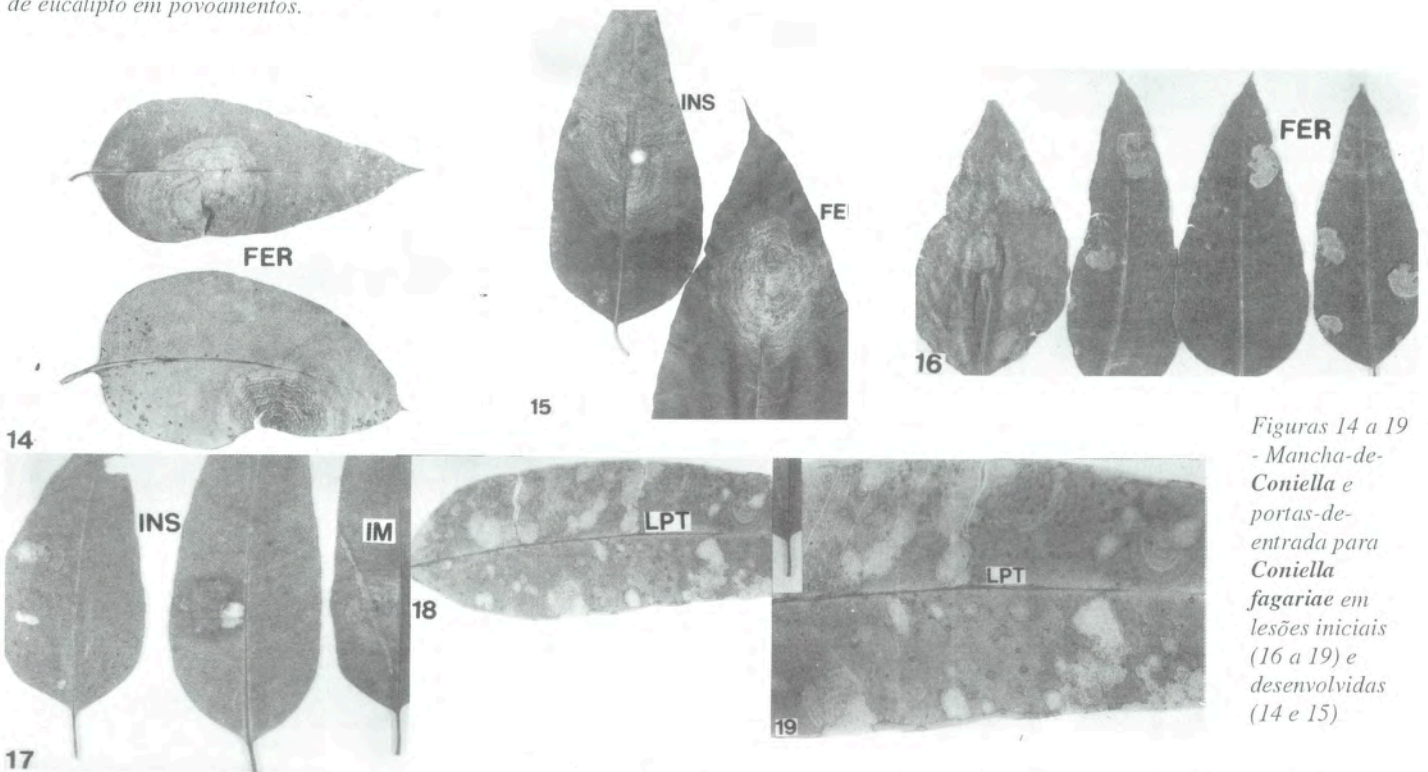


Figura 12 - Estádios fenológicos de plantas de eucalipto em povoamentos.



Figura 13 - Mancha de folha por *Cylandrocladium* spp.



Figuras 14 a 19 - Mancha-de-*Coniella* e portas-de-entrada para *Coniella fagariae* em lesões iniciais (16 a 19) e desenvolvidas (14 e 15).

NOTA: FER - Ferrugem; INS - Injúria de inseto; IM - Injúria mecânica; LPT - Lesão por *Cylandrocladium pteridis*.

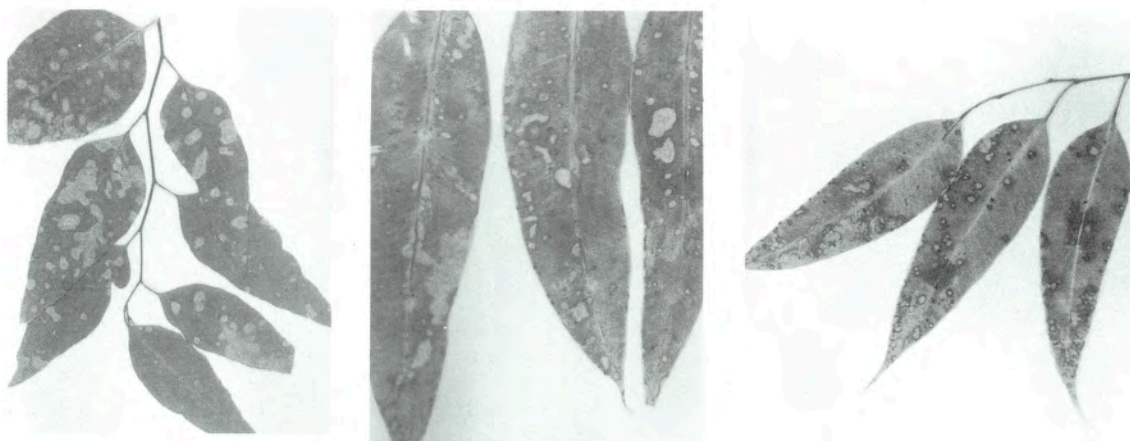


Figura 20 - Variação de sintomas da mancha-de-pteridis (à esquerda)



Figura 21 - Lesões velhas, inativas, da queima-de-folhas por *Rhizoctonia*.



Figura 22 - Micélio epifítico-patogênico na queima-de-folhas por *Rhizoctonia*.



Figura 23 - Mancha-de-kirramices em viveiro.



Figura 24 - (1) Hipertrofias verrucosas e (2) reinfecções da ferrugem do eucalipto.



Figura 25 - Hipertrofias verrucosas como sequelas da ferrugem do eucalipto.

ECOLOGIA

UM ASSUNTO QUE MINAS NÃO ESQUECE JAMAIS.

O Governo de Minas Gerais tem um compromisso com o presente e o futuro, com o meio ambiente e a qualidade de vida. Por isso, através da SEMAD - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, está priorizando a implantação de seus parques e a execução de outros projetos ecológicos. Na Região Sudeste, Minas é o Estado que mais investe na proteção de sua biodiversidade. São milhares de hectares de parques estaduais, reservas biológicas, estações ecológicas e áreas de proteção. Entre elas uma unidade de referência para toda a América Latina: o Parque Estadual do Rio Doce. Os rios de Minas, a curto prazo, estarão recebendo cada dia menos poluentes com o Programa de Saneamento Ambiental. O Programa de Recuperação das Matas Ciliares e Topos de Morros está protegendo as nascentes, margens e leitos dos rios. Além disso, o Programa de Enquadramento de Rios está analisando a situação das principais bacias do Estado, classificando suas águas e estabelecendo planos de ação para que a qualidade de vida das populações ribeirinhas seja garantida. Minas cresce pensando no futuro. Até satélites estão em ação para monitorar a cobertura florestal do Estado. Assim, Minas pode produzir com mais fartura e menos destruição. Minas Gerais cuida de sua ecologia com responsabilidade. Sem esquecer, jamais, que crescimento, progresso e desenvolvimento devem servir para todas as gerações.

MEIO AMBIENTE





Figuras 26 e 27 - Lesões com mofo cinzento de *Botrytis cinerea*

Figura 28 - Lesão e esporulação por *Cylindrocladium* acima de área madura.



Figura 29 - Lesão intercalar em estaca enraizada - doença no sistema de enraizamento.

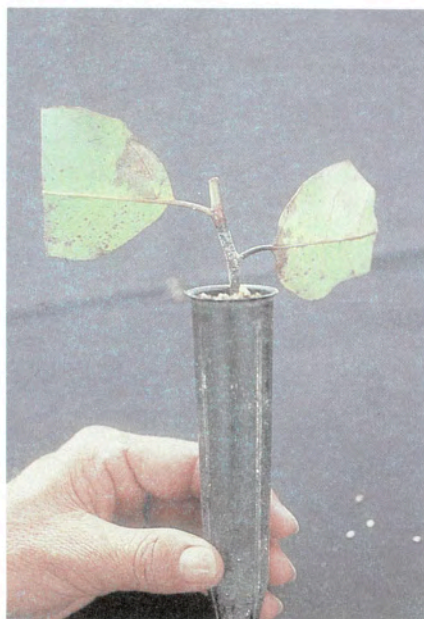


Figura 30 - Lesão e esporulação por *Cylindrocladium* em estaca sem sinais positivos de enraizamento - não significa que o patógeno seja a causa do não-enraizamento.

Figura 31 - Mancha-de-pteridis.



Figura 32 - Lesões da mancha-de-pteridis como porta-de-entrada para *Coniella fragariae* (lesão maior).



Figura 33 - Queima-de-Rhizoctonia que ascende na copa e progride da base para ponta dos galhos.



Figura 34 - Início da queima-de-Rhizoctonia em galho baixo.



Figura 35 - Escleródios como minúsculas pontuações no galho e micélio epifítico-patogênico de *Rhizoctonia* visto entre galho e pecíolo.



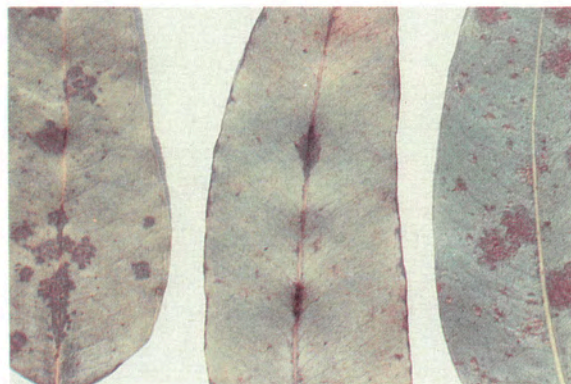
Figuras 36 e 37 - Sintomas de queima-de-Rhizoctonia em mudas enraizadas em fase de aclimação.



Figura 38 - Lesões velhas, inativas, da queima-de-Rhizoctonia.



Figura 39 - Lesões coriáceas por *Aulographina* e por *Mycosphaerella* (última folha à direita).



Figuras 40 e 41 - Sintomas da mancha-de-kirramices, confundíveis com deficiência mineral se vistos somente nas faces superiores.

Figura 42 - Ferrugem do eucalipto em fase para fácil diagnóstico.



Figura 43 - Ferrugem do eucalipto em fase pós-resssecamento de esporulação.



Figura 44 - Hipertrofia verrucosa do primeiro surto da ferrugem do eucalipto e infecções do segundo, abaixo, em brotações.

Figura 45 - Planta resistente à ferrugem que sobressai das demais atacadas.



Figura 46 - Enfermidade rosada do eucalipto.



Figura 47 - Murcha bacteriana do eucalipto.



Figuras 48, 49 e 50 - Sintomas iniciais da murcha bacteriana em planta com afogamento de coleto e injúria e calejamento do anel por temperatura excessiva.



O caminho da energia começa nas usinas e termina na satisfação do consumidor. Em 1996, o Governo de Minas, através da Cemig, investiu R\$500 milhões para garantir o crescimento das indústrias mineiras e o

bem-estar de toda a população. Nesse ano, milhares de pessoas passaram a viver com o conforto da luz elétrica. Fábricas, negócios e sonhos puderam ser ampliados. Quem mora em Minas tem energia para viver ainda melhor.

EM MINAS, O INVESTIMENTO EM ENERGIA NÃO PÁRA.

Minas cria o novo modelo energético brasileiro

▲ Igarapava: Modelo pioneiro no setor energético brasileiro, Igarapava está sendo construída por um consórcio de empresas privadas que, junto com a Cemig, estão investindo R\$270 milhões em sua realização. ▲ São Simão: a maior hidrelétrica de Minas teve sua potência aumentada em 102MW. ▲ Miranda: no Triângulo Mineiro, está sendo construída pela Cemig, com inauguração prevista para final de 97. ▲ Novos projetos: juntos, a Cemig e a iniciativa privada já estão investindo R\$1 bilhão na construção de novas usinas, gerando empregos e desenvolvimento para o Estado.

Investimentos em transmissão e na maior rede de distribuição da América Latina

▲ Esse ano, foram investidos R\$81 milhões em expansão, manutenção e automação do sistema de transmissão da Cemig, um dos maiores do mundo. ▲ Em Belo Horizonte, foi inaugurada a iluminação do Anel Rodoviário, dando mais conforto e segurança para todos os mineiros.

O maior programa de eletrificação do país voltado para populações de baixa renda

▲ Programa Luz de Minas. O Governo de Minas destinou, só nesse ano, R\$190 milhões ao maior programa de eletrificação do país, beneficiando mais de 800 mil pessoas nas periferias urbanas e área rural. Em dois anos, já foram feitas 170.000

novas ligações. Um investimento com claro benefício social.

Gás natural: ar mais puro e maior competitividade industrial

▲ O gás natural, vindo da Bacia de Campos, chegou à Região Metropolitana de



Galheiro, às margens do reservatório da Usina de Nova Ponte.

Tecnologia desenvolvida na própria Cemig dá mais rapidez ao sistema

▲ A Cemig inaugurou seu novo Centro de Operação do Sistema (COS) utilizando sua própria equipe para projetar, executar e implantar um novo Sistema de Supervisão e Controle.

Prestigiar o mercado interno e gerar mais empregos

▲ A Cemig destinou R\$240 milhões à compra de equipamentos e materiais em 1996. Desse total, 50% ficaram em Minas Gerais promovendo o desenvolvimento da nossa indústria.

Qualidade Total Cemig e racionalização administrativa

▲ Continua avançando o programa de Qualidade Total da Cemig, sempre com o objetivo de garantir o melhor serviço e a satisfação do consumidor. Mantendo o bom nível de atendimento, a Empresa reduziu o número de empregados de 16.742 para 15.137, e dos órgãos de 1.038 para 453, sem demissões em massa.

Belo Horizonte e vai aumentar a competitividade das indústrias mineiras, além de reduzir a emissão de poluentes na atmosfera.

Respeito ao meio ambiente e preservação de espécies ameaçadas

▲ A Cemig inaugura a Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental de

CEMIG



bem-estar de toda a população. Nesse ano, milhares de pessoas passaram a viver com o conforto da luz elétrica. Fábricas, negócios e sonhos puderam ser ampliados. Quem mora em Minas tem energia para viver ainda melhor.

EM ENERGIA NÃO PÁRA.

Galheiro, às margens do reservatório da Usina de Nova Ponte.

Tecnologia desenvolvida na própria Cemig dá mais rapidez ao sistema

- ▲ A Cemig inaugurou seu novo Centro de Operação do Sistema (COS) utilizando sua própria equipe para projetar, executar e implantar um novo Sistema de Supervisão e Controle.

Prestigiar o mercado interno e gerar mais empregos

- ▲ A Cemig destinou R\$240 milhões à compra de equipamentos e materiais em 1996. Desse total, 50% ficaram em Minas Gerais promovendo o desenvolvimento da nossa indústria.

Qualidade Total Cemig e racionalização administrativa

- ▲ Continua avançando o programa de Qualidade Total da Cemig, sempre com o objetivo de garantir o melhor serviço e a satisfação do consumidor. Mantendo o bom nível de atendimento, a Empresa reduziu o número de empregados de 16.742 para 15.137, e dos órgãos de 1.038 para 453, sem demissões em massa.

Belo Horizonte e vai aumentar a competitividade das indústrias mineiras, além de reduzir a emissão de poluentes na atmosfera.

Respeito ao meio ambiente e preservação de espécies ameaçadas

- ▲ A Cemig inaugura a Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental de

CEMIG





Figura 51 - Corte de caule nas Figuras 79-81 para mostrar o xilema alterado, onde se viu pus bacteriano horas depois.



Figura 52 - Escurecimento de xilema e pus bacteriano surgido duas horas pós-decepagem de planta com a murcha.



Figura 53 - Teste de exsudação de pus bacteriano após pernoite em copo com água.



Figura 54 - Seca de ponteiros e "V" invertido associado a déficit mineral consequentes de déficit hídrico.



Figuras 55 e 56 - Trincamento excessivo de casca basal e lesões superficiais intertrincas com gomose, consequentes de déficit hídrico.



Figura 57 - Canais gomíferos da gomose do eucalipto.



Figura 58 - Início de formação de pau-preto.



Figura 59 - Pau-preto.



Figura 60 - Fechamento, por calejamento, de trincas que exsudavam goma em pau-preto.



Figura 61 - Secamento de copas por déficit hídrico.



Figura 62 - Falhas e menor crescimento de plantas em solo brejoso.



Figura 63 - Limbos anormais e com sintomas de deficiência mineral, consequentes de déficit de oxigênio para raízes.



Figura 64 - Excesso de folhas em local com déficit de oxigênio para raízes.



Figura 65 - Plantação nova alagada em local da Figura 64.



Figura 66 - Duas plantas no primeiro plano que toleraram o alagamento mostrado na Figura 65.

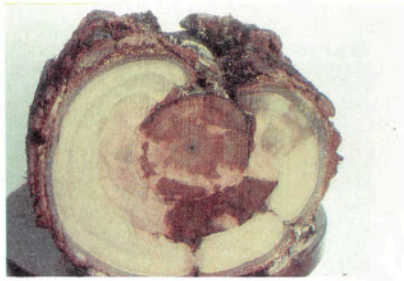


Figura 67 - Dois sucessivos lenhos com descoloração (escurecidos), correspondentes a trincamento de casca em duas sucessivas épocas de seca.



Figura 68 - Cancro longilíneo, em que se vê lenho anterior exposto e apodrecido, cuja casca que o recobria foi removida no momento de impacto injuriante.



Figura 69 - Remoção de tecido basal, sugestiva de que a causa está relacionada com as áreas de entomologia ou zoologia.



Figura 70 - Remoção de tecido da raiz por cupim.

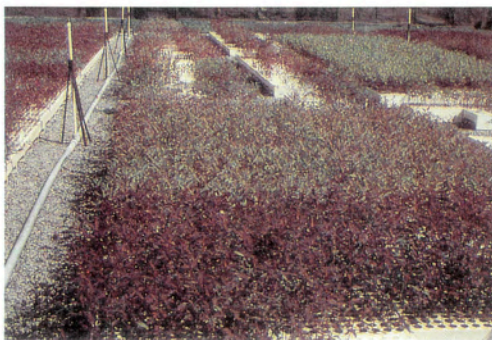


Figura 71 - Mudas enraizadas, agrupadas por matriz, que reagiram diferentemente, a um mesmo regime de adubação e irrigação.



Figura 72 - Protuberâncias por anormalidade genética em *E. grandis*.



Figura 73 - Fasciação em muda de *E. cloëziana* por anormalidade genética.



Figura 74 - Superbrotamento e malformação de limbos em *E. grandis* por anormalidade genética.

Figura 75 - Surto da doença SPEVRD em Minas Gerais.



Figura 76 - Seca de ponteiros na doença SPEVRD.



Figura 77 - Lesões e/ou cancos marcadores da doença SPEVRD.



Figuras 78, 79 e 80 - Matrizes de *E. grandis* e *E. urophylla* em Minas Gerais em *E. grandis* no Maranhão (III) tolerantes para com SPEVRD.





**SOMOS FORNECEDORES
DA NOSSA MATÉRIA-PRIMA.**

A RioCELL somente utiliza matéria-prima proveniente de florestas plantadas. Ela própria se responsabiliza pela geração dos recursos que necessita, plantando e também incentivando o cultivo de árvores nas comunidades próximas à empresa.

Atualmente a quantidade de eucaliptos plantados é 50% superior a demanda de consumo.

Assim, a RioCELL contribui aumentando a oferta de madeira no mercado, preservando as florestas nativas ainda existentes.



RIOCELL
A consciência de quem sabe o que faz.



Figura 81 - Sapata na doença cancro do eucalipto, resultante, na maior parte, de lesão superficial; recuperação com a formação de periderme necrofilática, vista pós-descasque.



Figura 83 - Progresso de lesão profunda por *C. cubensis* em dois setores basais.



Figura 84 - Lesões elipsoidais profundas, sendo a superior por inoculação artificial.



Figura 82 - Intumescimento e sapata como reações a lesões superficiais e/ou profundas.

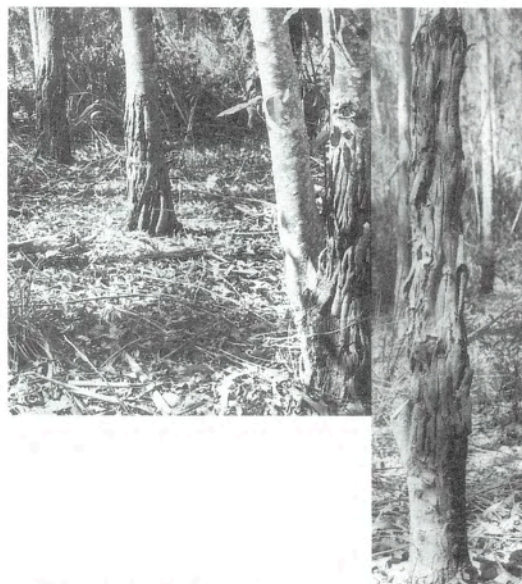


Figura 85 - Lesões basais profundas por *C. cubensis*; interligadas em tronco à direita.

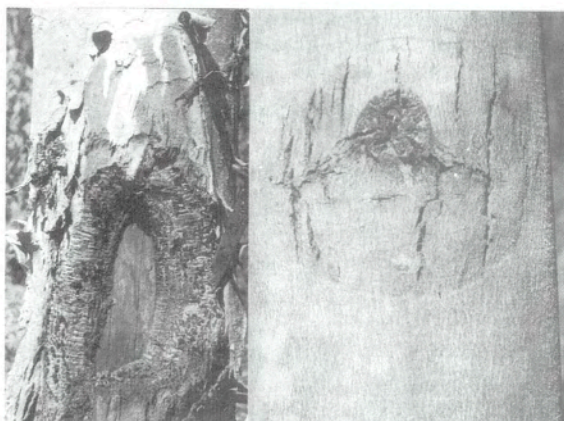


Figura 86 - Cancro típico, após retirada casca lesionada e morta, para mostrar calo e lenho anterior exposto, resultante de reação de resistência à lesão profunda, exemplificada à direita.

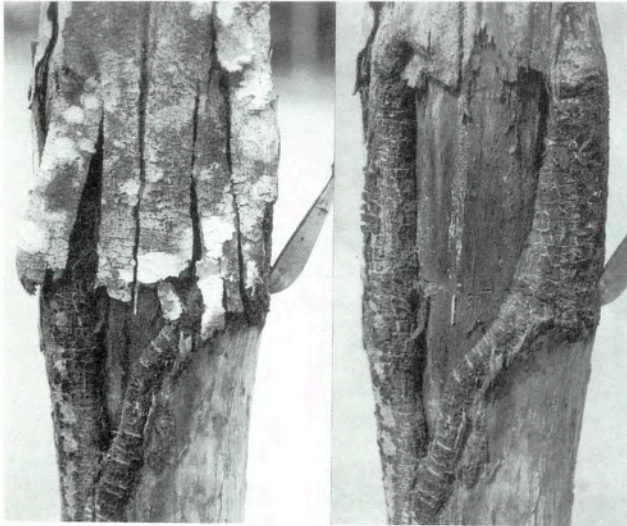


Figura 87 - Cancro típico - lesão contornada por calo - periderme necrofilática (PN) recobrimdo lenho formado pós-lesão profunda que matou porção de casca e câmbio em época anterior.



Figuras 88 e 89 - Cancro típico basal e quebra de árvore por vento à altura de um cancro por *C. cubensis*.



Figura 90 - Efeito do cancro basal - menos área de circunferência para surgir brotação.



Figura 91 - Cancros por *C. cubensis* em brotação.



Figura 92 - Toras com cancro típico e de árvores mortas, de 1 a 7 anos, semi-deterioradas, rejeitadas para celulose.

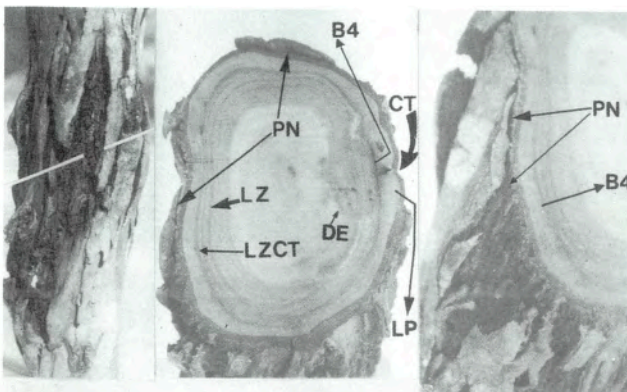


Figura 93 - Secção de tronco passando por lesão superficial por *C. cubensis*, onde a formação de periderme necrofilática (PN) impediu avanço interno do patógeno; em setor de cancro típico (CT), teve-se defesa por compartimentalização de lenho.

NOTA: LP - Lenho pós-agressão; B₄ - Barreira físico-química na primeira camada do LP; LZ - Linhas zonais - sucessivas épocas de estresse (secas?); LZCT - Estresse correspondente à época de agressão profunda precursora do CT; DE - Descoloração: alteração química + flora microbiana no lenho anterior.

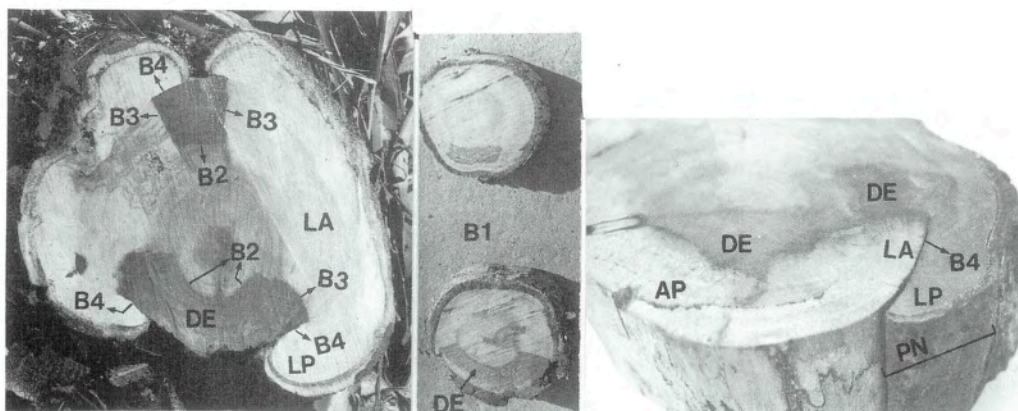


Figura 94 - Defesas em nível de lenho, após agressão que matou casca e câmbio.

NOTA: DE - Descoloração - alteração química + flora microbiana no lenho anterior (LA) (existente à época da agressão), área com DE transforma-se em apodrecimento (AP), posteriormente; B₂ - Barreira para retardar progresso da flora no sentido central; B₃ - Barreira para retardar no sentido da circunferência; B₁ - Barreira para retardar no sentido longitudinal (menos DE acima e abaixo da área com cancro típico); PN - Periderme necrofilática que recobre o lenho pós-agressão (LP); B₄ - Barreira na primeira camada do LP que o deixa imune à flora

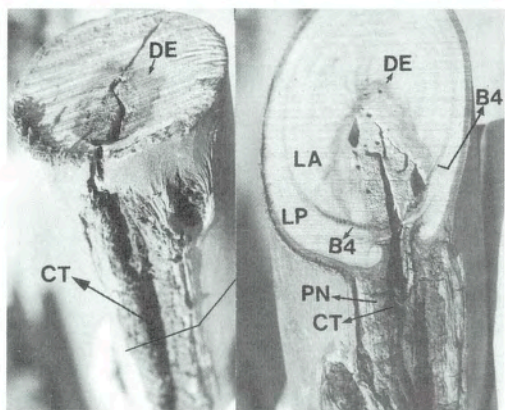


Figura 95 - Cancro típico (CT) longilíneo - causa abiótica.

NOTA: Ver Figura 94, para os códigos de defesa em nível de lenho.

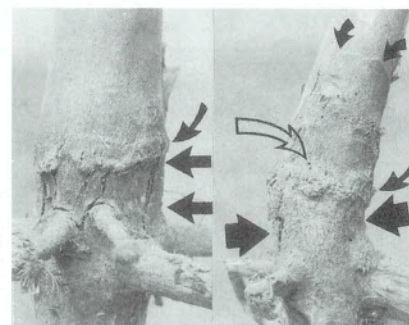
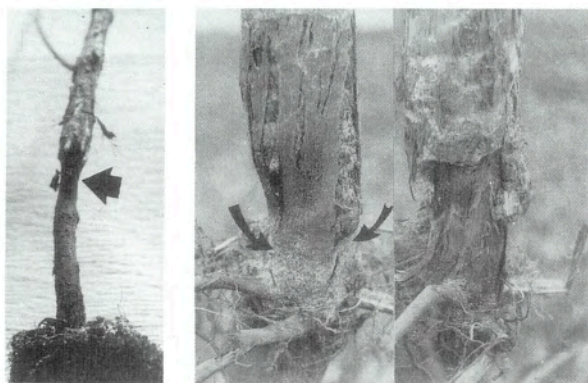
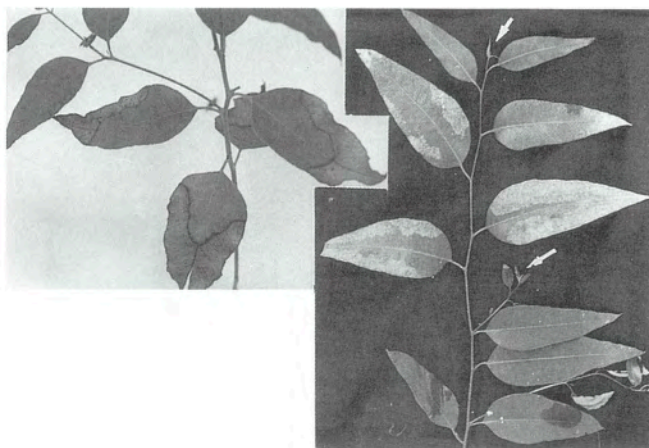


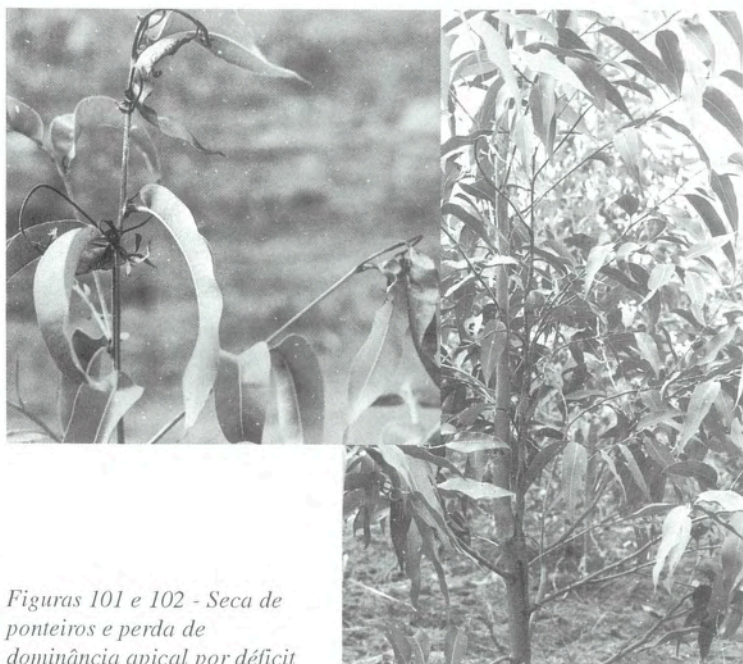
Figura 96 - Lesões e calejamento em anel pós-temperatura excessiva na superfície do solo; seguindo-se à injúria, na planta à direita, lesão por *C. cubensis* e broqueamento.



Figuras 97 e 98 - Lesão e calejamento em anel pós-temperatura excessiva na superfície do solo; em planta à esquerda, que teve afogamento de coleto, e em planta à direita, com lesão superficial de *C. cubensis* que ascendeu a partir da injúria.



Figuras 99 e 100 - Lesões em "V" invertido marcadoras de déficit hídrico, sem e com associação de déficit mineral, respectivamente; lançamentos de folhas novas, apicalmente, e de ramos indicam recuperação no início das chuvas.



Figuras 101 e 102 - Seca de ponteiros e perda de dominância apical por déficit hídrico em *E. citriodora*.



Figura 103 - Sequelas gomosas em *E. citriodora* conseqüentes de déficit hídrico.

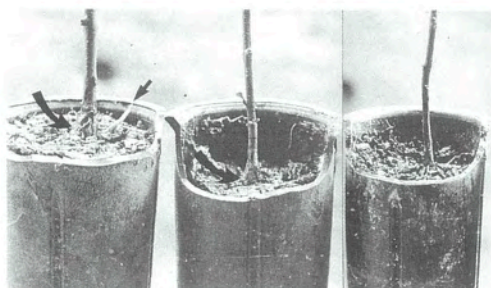


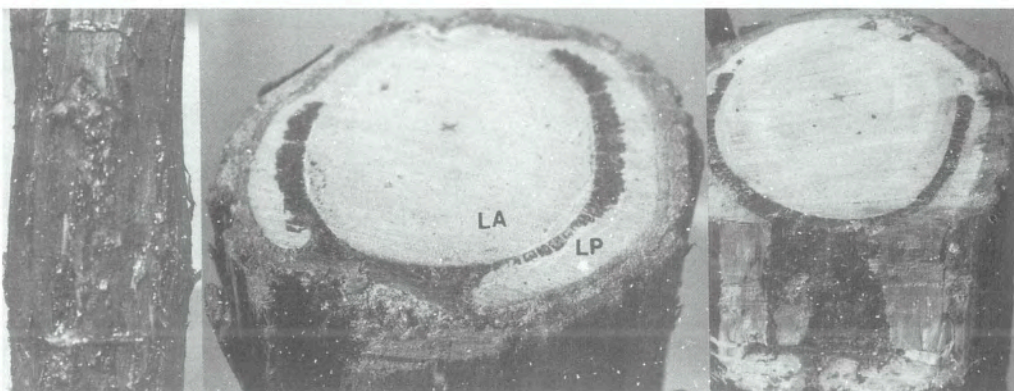
Figura 104 - Intumescimento de base de caule e lançamento de raiz adventícia grossa, esbranquiçada, conseqüentes de retenção de umidade excessiva no substrato; muda normal, à direita.



Figura 105 - Injúrias foliares e cancos, um mês após chuva-de-pedra, em *E. grandis* com seis meses de idade.

Figura 106 - Pau-preto do eucalipto com trincas gomosas; uma incrustação de goma no lenho indica um estresse ao câmbio em uma época anterior estimável pela quantidade de lenho posterior (LP) formada.

NOTA: LA - Lenho anterior (existente até a época do estresse).



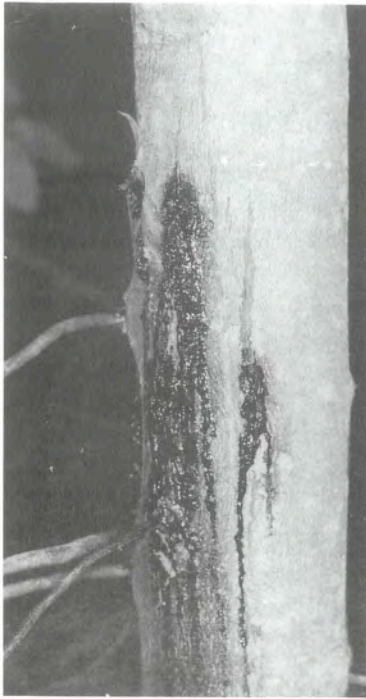


Figura 107 - Trincas e exsudação gomosa conseqüente de déficit hídrico.

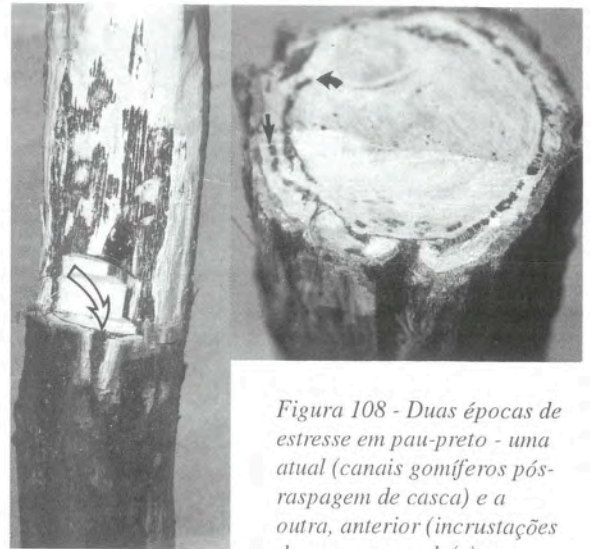


Figura 108 - Duas épocas de estresse em pau-preto - uma atual (canais gomíferos pós-raspagem de casca) e a outra, anterior (incrustações de goma marcada(s) por seta(s)).

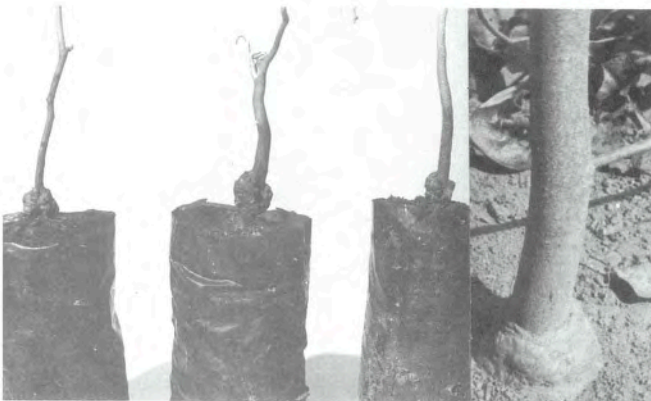


Figura 109 - Lignotúberes em *E. citriodora*.



Figura 110 - Verrugusidades em *E. grandis* por anormalidade genética

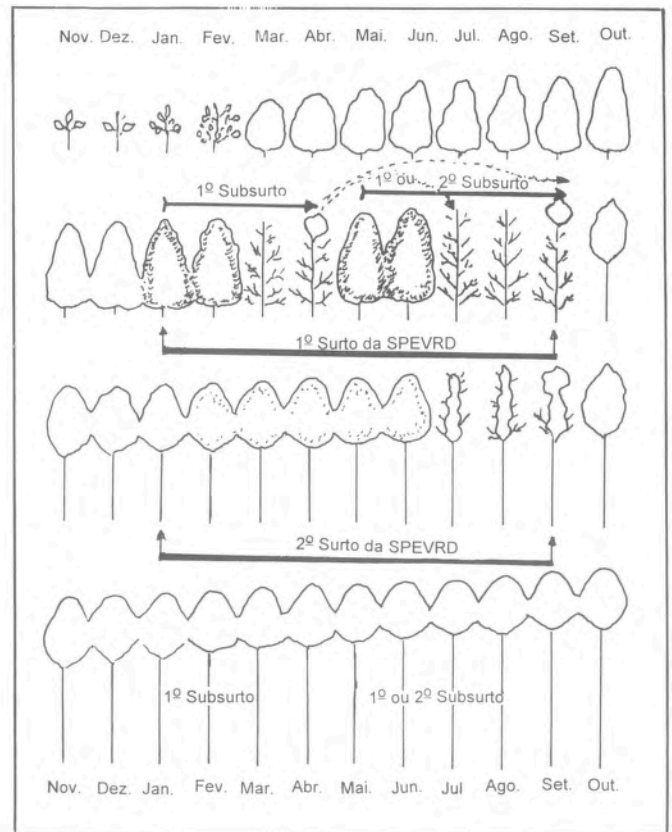


Figura 111 - Ciclo da seca de ponteiros de eucalipto do Vale do Rio Doce (SPEVRD), em MG.

(continuação da página 30)

sete talhões de 2,32 ha, para abastecimento sustentado.

Segundo Caso

Um produtor rural possui um reflorestamento de eucalipto que lhe permitirá carbonizar até 500 estéreos de lenha por mês, durante os meses de junho, julho e agosto. Deseja saber que forno usar, o número de fornos necessários, a mão-de-obra exigida na operação dos fornos, a quantidade de carvão que poderá produzir e o custo da carbonização.

Pela quantidade a carbonizar, supondo o máximo de 500 estéreos/mês, trata-se de uma pequena produção. Os fornos aconselhados podem ser o rabo-quente (Fig. 1), se a região for plana, ou o de encosta (Fig. 2), se a região for montanhosa (Valente, 1986 e CETEC, 1992).

Se for o rabo-quente de três metros de diâmetro, este forno é capaz de produzir 20 metros cúbicos de carvão (MdC) por mês, com um índice de conversão lenha/carvão de 2:1, ou seja, dois estéreos de lenha para um metro cúbico de carvão. Tem-se assim:

$$\begin{aligned} \text{Número de fornos necessários} &= \\ \frac{500 \text{ st / mês}}{20 \text{ MdC / mês forno} \times 2 \text{ st / MdC}} &= 12,5 \end{aligned}$$

Arredondando, chega-se ao número de 13 fornos, que poderão ser manejados por dois operários, sendo um carvoeiro (entendido na operação do forno) e um ajudante.

A quantidade de carvão produzida por mês será de:

$$\begin{aligned} \text{MdC / mês} &= 500 \text{ st / mês} = 250 \\ &2 \text{ st / MdC} \end{aligned}$$

A produtividade da mão-de-obra será de

$$\begin{aligned} \text{MdC/homem-dia} &= \\ = \frac{250 \text{ MdC/mês}}{2 \text{ homens} \times 30 \text{ dias / mês}} &= 4,16 \end{aligned}$$

Se o escolhido for o forno de encosta, de 3,20m de diâmetro, ele é capaz de produzir 25 MdC/mês, com um índice de conversão de 1,8 : 1. Tem-se, então:

$$\begin{aligned} \text{Número de fornos necessários} &= \\ \frac{500 \text{ st / mês}}{25 \text{ MdC / mês forno} \times 1,8 \text{ st / MdC}} &= 11,11 \end{aligned}$$

Arredondando, chega-se ao número de 12 fornos.

A quantidade de carvão produzida por mês será de:

$$\text{MdC / mês} = 500 \text{ st / mês} = 277,77$$

1,8 st/mês

A produtividade da mão-de-obra será de:

$$\begin{aligned} \text{MdC / homem dia} &= \\ \frac{277,77 \text{ MdC / mês}}{2 \text{ homens} \times 30 \text{ dias / mês}} &= 4,62 \end{aligned}$$

O índice de conversão pode variar, dependendo da habilidade do carvoeiro na condução do processo, do tipo e da umidade da lenha. Quanto à umidade, aconselha-se um período de secagem de três a quatro meses, prevendo que este tempo seja suficiente para colocar a lenha com 20 a 25% de umidade, base úmida.

Para o cálculo do custo da carbonização, será usado um salário médio de US\$100, já que o carvoeiro recebe um pouco mais do que o mínimo.

$$\begin{aligned} \text{Custo para o forno rabo-quente,} \\ \text{US \$ / MdC} &= 2 \times 100 \times 1,70 \times 1,05 = 1,42 \\ &250 \end{aligned}$$

Os valores do numerador representam, respectivamente, número de operários, salário, custo social (70%) e depreciação de fornos e custos diversos (5%). O valor do denominador representa a produção mensal de carvão.

$$\begin{aligned} \text{Custo para forno de encosta,} \\ \text{US \$ / MdC} &= 2 \times 100 \times 1,70 \times 1,05 = 1,28 \\ &277,77 \end{aligned}$$

O custo menor para o forno de encosta é o resultado do melhor índice de conversão adotado para ele, que foi de 1,8 : 1, enquanto que para o rabo-quente foi de 2 : 1.

Terceiro Caso

Um pequeno produtor rural, que pretende instalar um gaseificador em sua propriedade para acionar bomba de irrigação de 10 CV, deseja informações sobre o gaseificador a ser utilizado, o consumo de carvão e a área de eucalipto necessária para suprimento de lenha. A previsão é de que a bomba funcionará 2.100 horas/ano.

Quanto ao gaseificador, o produtor poderá optar por um conjunto bem simples, de alvenaria (Fig. 3), conforme descrito por Reis (1984). Maiores informações poderão ser obtidas no Laboratório de Painéis e Energia da Madeira, do Departamento de Engenharia Florestal da UFV. Se a opção for um conjunto metálico, o mesmo laboratório estará apto a informar sobre dimensões e detalhes construtivos e operacionais, podendo-se, também, utilizar o conjunto descrito por Mendes (1994). O motor a ser

utilizado, de combustão interna, ciclo Otto, deverá ter potência acima de 70 CV. Aconselha-se motor usado, em bom estado de funcionamento. Se for necessário retífica, deve-se aproveitar para rebaixar o cabeçote.

O gaseificador-motor, para a exigência de potência da bomba, consumirá em torno de 4 a 6 kg de carvão por hora. Trabalhando com o último valor, tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Consumo anual} &= 2100 \text{ h/ano} \times 6 \text{ kg/h} \\ &= 12.600 \text{ kg/ano.} \end{aligned}$$

Imaginando-se o carvão proveniente de eucalipto de densidade média, poderá ser adotada a densidade a granel de 210 kg/MdC. Daí vem:

$$\begin{aligned} \text{Consumo anual em MdC} &= \\ \frac{12600 \text{ kg / ano}}{210 \text{ kg / MdC}} &= 60 \text{ MdC ano} \end{aligned}$$

Utilizando um índice de conversão lenha/carvão de 1,8:1, o consumo de lenha será de:

$$60 \text{ MdC / ano} \times 1,8 \text{ st/MdC} = 108 \text{ st / ano}$$

Para uma produtividade florestal de 25 st/ha.ano, será necessária a seguinte área reflorestada:

$$\begin{aligned} \frac{108 \text{ st / ano}}{25 \text{ st / ha / ano}} &= 4,32 \text{ ha} \end{aligned}$$

Para corte aos seis anos de idade, esta área deverá ser dividida em seis talhões de 0,72ha (4,32 ÷ 6) cada um, plantados seqüencialmente em seis anos, criando-se, assim, sistema de produção sustentada. A carbonização poderá ser feita em forno rabo-quente ou de encosta, usando-se uma única unidade.

Quanto ao manejo do forno, aconselha-se que o fechamento seja um pouco depois do ponto normalmente utilizado pelos carvoeiros, para permitir a produção de carvão com maior teor de carbono, o que irá melhorar o funcionamento do gaseificador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSUMPCÃO, R. M. V. Gaseificação de madeira e carvão vegetal: princípios e aplicações. In: GASEIFICAÇÃO de madeira e carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1981. p.51-72.
- MANUAL de construção e operação de fornos de carbonização_Belo Horizonte: CETEC, 1982. 55p.
- LIMA, R.R. Elementos básicos de Engenharia Química, São Paulo: McGraw-Hill, 1978. 412p.
- MENDES, L.M. Influência do carvão vegetal no desempenho de um gaseificador-gerador de energia elétrica. Viçosa: UFV, 1994. 50p. Tese Mestrado.
- REIS, O.G. Gasogênio rústico construído em alvenaria. Brasília: EMBRAPA, 1984. 19p.
- VALENTE, O. F. Carbonização de madeira de eucalipto. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.12, n.141, p.74-79, set. 1986.

EUCALIPTO: USO ALTERNATIVO DA MADEIRA

Reinaldo Herrero Ponce¹

INTRODUÇÃO

A madeira roliça deve ter sido um dos primeiros materiais usados pelo homem na construção de sua habitação e um de seus primeiros meios de transporte. De madeira foram os primeiros barcos, carros e trenós; e as primeiras armas, o arco, a flexa, a borduna. Há pouco mais de um século, navios e vagões eram predominantemente de madeira e já neste século, automóveis, caminhões e aviões ainda tinham muitos componentes de madeira. Atualmente, a madeira tem sido substituída em muitos usos pelo aço, alumínio e por suas ligas, e pelos plásticos. No entanto, é e continuará sendo um material intenso e extensivamente usado, principalmente pelos países mais desenvolvidos tecnologicamente e economicamente. O consumo anual *per capita* de madeira serrada, de acordo com a FAO (1987), nos EUA é de 0,54 metros cúbicos, no Canadá 0,69, na Suécia 0,49, no Japão 0,29 e no Brasil 0,14. É importante notar que o Japão consome, por habitante, o dobro do Brasil, ainda que tenha que importar cerca de 55% de sua necessidade de toras para serraria.

A madeira, nos países industrializados, tem recuperado usos nos últimos anos, em virtude de suas propriedades e características agradáveis ao tato, de sua beleza, e em alguns casos, sua raridade. Portas, janelas, escadas e outras obras, muitas vezes, não são executadas em madeira, em virtude dos custos, mais elevados em muitos países, do que os materiais sucedâneos. Em países com pequena produção madeireira, obras em madeira são símbolos de prestígio e riqueza.

A produção mundial de madeira serrada tem-se mantido nos últimos anos em torno

de 500 milhões de metros cúbicos, dos quais, 75% são de coníferas e 25% de folhosas. O comércio internacional de madeira serrada perfaz um total de 95 milhões de metros cúbicos e um valor de bilhões de dólares (FAO, 1987). A produção brasileira, de acordo com a FAO (1987), é de 18 milhões de metros cúbicos, dos quais, 46% são de coníferas e 54% de folhosas. A madeira das folhosas origina-se quase que totalmente da floresta Amazônica, enquanto as coníferas são produzidas principalmente no Sul do país, nas florestas plantadas de *Pinus* e nas florestas nativas de pinho do Paraná.

A indústria de madeira serrada tem características adequadas às condições econômicas e sociais do Brasil: necessita investimentos relativamente baixos, mão-de-obra com pouco treinamento e pode alimentar a indústria moveleira com grande potencial exportador e como absorvedora de mão-de-obra.

A participação brasileira no mercado mundial de madeira serrada é muito pequena. De um total de 95 milhões de metros cúbicos comercializados internacionalmente em 1987, o Brasil participou com 526 mil metros cúbicos, cerca de 0,5%. Estes dados indicam que a indústria madeireira nacional é pouco competitiva. As causas prováveis dessa falta de competitividade são as características da floresta e da ecologia amazônica, principal fonte atual de matéria-prima floresta do país. A floresta é extremamente heterogênea, com muitas espécies ocupando a mesma área; o clima é adverso à exploração florestal, durante boa parte do ano; além disso, a infraestrutura da região é deficiente, dificultando o transporte, a produção e encarecendo os produtos.

A tendência mundial é a produção de madeira a partir de florestas plantadas ou regeneradas. Assim sendo, o diâmetro das toras produzidas tem diminuído continuamente, impulsionando o desenvolvimento de novos processos e novos equipamentos para processar madeira. Atualmente, as empresas madeireiras de alguns países preferem processar toras de pequeno diâmetro, em virtude de serem estas mais adequadas à automação e à mecanização. Além disso, foram desenvolvidos novos produtos para o aproveitamento das madeiras de menores dimensões produzidas pelas menores toras. O Brasil poderia aproveitar essa tendência para desenvolver uma nova indústria madeireira com base em florestas de rápido crescimento e curtas rotações, pois tem a melhor eucaliptocultura do mundo. Poder-se-ia aproveitar o potencial desse gênero, que responde rapidamente ao melhoramento genético e ao manejo.

O aproveitamento de florestas de rápido crescimento na produção de madeira serrada é fundamental na diminuição das concentrações de CO₂ na atmosfera, pois o gás absorvido da atmosfera e contido na madeira é imobilizado durante toda a existência dela, sendo tanto mais efetivo, quanto mais duradoura é a peça de madeira. Assim sendo, enquanto a madeira existe na forma de móveis, objetos de madeira, construções e componentes para edificações, a atmosfera terrestre estará com menos concentração de CO₂, o principal responsável pelo efeito estufa. Dessa forma, o uso de produto florestal como madeira sólida, além dos benefícios econômicos e sociais, gera também conseqüências positivas para o meio ambiente.

Neste trabalho, pretende-se discutir as

¹ Eng^o Florestal, M.Sc. - Pesq/IPT - Caixa Postal 714 - CEP 01064-970 São Paulo, SP

possibilidades, os obstáculos, as perspectivas para o uso intensivo do eucalipto como matéria-prima para madeira serrada, bem como as ações necessárias para que isso se torne realidade.

SITUAÇÃO ATUAL

A madeira de eucalipto tem sido usada como madeira serrada em vários países: Austrália, África do Sul, Chile, Nova Zelândia, Uruguai e Argentina. No Brasil, o uso do eucalipto como madeira serrada é bastante incipiente. Nenhuma serraria processa atualmente madeira plantada e manejada para esse fim. Algumas poucas processam madeira originária de floresta plantada e manejada para produção de lenha, fibra, carvão ou outra finalidade. A maioria das serrarias que serram eucalipto são pequenas unidades que processam toras produzidas em pequenos talhões ou em divisas e que ultrapassam a idade e diâmetro para serem transformados em lenha, carvão ou não têm características adequadas para postes.

A eucaliptocultura brasileira tem demonstrado ser uma das mais produtivas, avançadas e competitivas do mundo. Até agora, essas vantagens têm sido aproveitadas somente pela indústria de celulose, de painéis e pelas indústrias siderúrgicas, através do carvão. O eucalipto ainda não participa ativamente da indústria de madeira serrada e da indústria de laminados e compensados. O setor estima que a produção anual de madeira serrada de eucalipto deve-se situar em torno de 80 mil metros cúbicos, cerca de 0,44% da produção nacional. As causas prováveis de tão baixa participação são: falta de informação, tabus sobre a madeira e abundante disponibilidade de outras espécies florestais.

Até o presente, o eucalipto não foi seriamente encarado como um recurso adequado para a produção de madeira serrada e de seus produtos, tais como móveis, componentes para edificações, material para embalagens e paletes. Há uma crença bastante arraigada de que o eucalipto racha demasiadamente durante o processamento e mesmo depois, e a madeira deforma anormalmente, razões por que não pode ser economicamente aproveitável.

O eucalipto apresenta algumas características que realmente dificultam seu aproveitamento. Essas dificuldades não são, todavia, maiores que as que apresentam a maioria das madeiras. O madeireiro brasileiro, acostumado a trabalhar com toras de grande diâmetro de madeira serrada nas serrarias tradicionais, ainda não se habituou à idéia de processar toras de 15 a 20cm de diâmetro, das quais não se podem obter tábuas de grande largura. O processamento dessas toras exige equipamentos específicos para que seja alcançada uma produtividade adequada. Técnicos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. (IPT), prevendo lacunas no fornecimento de madeira serrada para vários setores industriais da região Sudeste do país, começaram a estudar alternativas para o aproveitamento das espécies reflorestadas. Em 1977, iniciou-se o desenvolvimento de usos para os *Pinus*. Naquela época, começavam a ser feitos os primeiros desbastes e, com toras de 12 a 15cm de diâmetros, foram produzidas tábuas, depois transformadas em móveis através da produção de painéis de sarrafos colados nos cantos, "edge glued", método muito usado para a produção de móveis nos países industrializados, mas muito pouco usado na época, no Brasil. Os resultados foram razoáveis, a despeito das características da madeira dos *Pinus* produzidos no país, como baixa densidade e outras características limitantes para a produção de certos tipos de móveis e outros produtos.

Em 1979, foram realizados testes de desdobro de toras de *Eucalyptus saligna* com resultados animadores. Em 1983, foi executado projeto, tendo em vista estudar a viabilidade de uso de três espécies de eucalipto (*Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, e *E. urophylla*), para a fabricação de móveis, com resultados excelentes, principalmente o *E. grandis*. Posteriormente, foram experimentados materiais de várias espécies, de várias origens e procedências, trabalhos que possibilitaram a conclusão de que o gênero *Eucalyptus* tem perspectivas muito favoráveis para a produção de madeira serrada a partir de florestas de curta duração.

OBSTÁCULOS

Há uma série de características das

madeiras que pode ocorrer nos eucaliptos. Essas características, apesar de serem geradas pela própria natureza e não serem exclusivas dos eucaliptos, causam dificuldades no processamento e no uso da madeira.

O eucalipto introduzido no país para a produção de lenha para as locomotivas, carrega até hoje o estigma de madeira de baixa qualidade, que racha demasiadamente, e não deve ser usada com madeira serrada. Na verdade, a madeira dos eucaliptos é como as demais madeiras. É lógico que existem madeiras brasileiras com propriedades excepcionais: mogno, freijó, jacarandá, ipê, etc., que as fazem quase inigualáveis para diversos usos e até permitem, em alguns casos, que sejam processadas sem muito cuidado quanto à secagem, por exemplo. Os eucaliptos, de maneira geral, comportam-se como as madeiras normais, devendo ser processados como a maioria delas. Em seguida, serão apresentadas e discutidas as principais características que de alguma maneira dificultam o processamento e uso do eucalipto.

Tensão de crescimento

Trata-se de um mecanismo apresentado pelas folhosas arbóreas para que permaneçam eretas, apesar da grande esbeltez de muitas delas. As tensões de crescimento são formadas no câmbio. As fibras, células do xilema, têm uma diminuta contração longitudinal logo após a divisão celular. Essas contrações fazem com que as novas camadas de células estejam em condição de tensão de tração. Essas tensões nas partes mais externas dos fustes, fazem o papel de armadura de aço das colunas de concreto, sendo fundamentais para que os fustes das árvores não se quebrem facilmente, quando submetidas a ventos ou outros esforços laterais. Os fustes das folhosas apresentam então uma parte externa, em tensão de tração longitudinal, e a parte interna em compressão. A tensão de compressão na parte interna pode ser tão alta que ultrapasse a tensão de ruptura, surgindo então as fraturas de compressão nas regiões centrais do corte transversal dos fustes. A consequência das tensões de crescimento são: tendência ao rachamento radial das toras e nas peças diamétrais, durante o desdobro e encurvamento das

peças desdobradas.

As tensões de crescimento não são exclusivas dos eucaliptos, mas de todas as folhosas, contudo algumas espécies as têm mais intensas do que outras. O autor já observou sinais evidentes de tensão de crescimento no mogno (*Swietenia macrophylla*), jatobá (*Hymenaea* sp.), andiroba (*Carapa guianensis*), cedro (*Cedrela* sp.), tatajuba (*Bagassa guianensis*) e cupiúba (*Goupia glabra*) e, evidentemente, nos eucaliptos. Observou-se também que a tendência do rachamento provocado pelas tensões varia nos eucaliptos, de acordo com a espécie e também entre árvores ou clones de uma mesma espécie. Fernandes (1982), pesquisando toras de *E. urophylla*, concluiu que ocorrem grandes variações de intensidades das rachaduras nas extremidades das toras durante o desdobro, sendo que as variações dentro de progênies são maiores que entre progênies.

Existe uma tendência a se atribuírem as tensões de crescimento e suas conseqüências nos eucaliptos às grandes taxas de crescimento, todavia não está provado que taxas maiores de crescimento induzem a mais tensão de crescimento. Deve-se entender então que tensão de crescimento não se trata de tensão de velocidade de crescimento.

Os efeitos das tensões de crescimento podem ser controlados de várias maneiras, dentre os quais, anelamento do tronco, de modo que ele morra e continue em pé durante, no mínimo, seis meses. Este método tem sido usado, com algumas modificações, por algumas serrarias. Há vários inconvenientes: riscos de incêndio, ataque de brocas e dificuldades logísticas nas operações.

A solução mais simples, adequada tanto para pequenas como para grandes indústrias, é o corte simultâneo de duas costaneiras, através de serras duplas, sejam de fita, sejam circulares, sejam alternativas. Em seguida, o bloco restante é desdobrado em uma serra múltipla em vários cortes simultâneos. Deste modo, têm-se obtido bons resultados, com rendimentos próximos a 50% em madeira serrada para toras de 15 a 30cm de diâmetro. Outra característica deste sistema é a alta produtividade; é possível com equipamentos nacionais o processamento de até cinco toras por minuto.

Madeira juvenil

Trata-se da madeira formada nos primeiros anos da secção transversal de um fuste; o número de anos é ainda discutido por vários autores, variando de cinco a dez. A madeira juvenil apresenta, geralmente, fibras mais curtas e menor densidade que a madeira normal. Conseqüentemente, tem propriedades mecânicas inferiores à madeira normal. A madeira juvenil ocorre tanto nas folhosas como nas coníferas, sendo que, nas coníferas, as diferenças entre madeira normal e madeira juvenil são maiores que nas folhosas. Nestas, a madeira juvenil não é considerada um problema significativo (Zobel, 1981). Toras jovens de *E. grandis*, com idades de 6 a 14 anos, têm apresentado conseqüências relativamente leves na madeira serrada, manifestada principalmente em pequenas deformações e gretamentos, devido a colapso nas faces de peças exposto medula. A madeira juvenil é também quebradiça e frágil, não devendo ser usada onde essa característica pode significar risco.

Colapso

Trata-se de uma tendência manifestada por algumas espécies ou por indivíduos de algumas espécies, de deformarem durante a secagem, prejudicando a qualidade e o rendimento da madeira beneficiada. O colapso é provocado por diferenças de permeabilidade entre os anéis de madeira, onde faixas menos permeáveis e saturadas, perdendo umidade dos lumens das células, entram em tensão, em virtude da capilaridade, ultrapassando a resistência das paredes celulares. O autor encontrou, em madeira serrada de *E. grandis*, diferenças de intensidade de colapso entre madeiras de diferentes florestas, de uma mesma espécie.

O colapso é um grande limitante ao uso da madeira, sendo que espécies com essa tendência apresentam menor rendimento e exigem programas de secagem muito mais elaborados que os demais, quando secas em estufa, necessitando tratamentos de condicionamento com vapor. No caso de secagem ao ar, o acondicionamento é impossível. Nos eucaliptos, em geral, parece haver mais tendência a colapso nas espécies de média densidade e menor

tendência naquelas de baixa e alta densidade.

Nós

O nó é a base de um galho que está encaixado no tronco de uma árvore ou em outro galho maior. O nó tem início na medula e cresce do centro para a periferia. Os nós vivos são aqueles cujos galhos estavam vivos, quando era formada a madeira em seu redor; mortos são os nós cujos galhos já não eram ativos, quando era formada a madeira em seu redor. Em corte radial, a parte interna à medula corresponde ao nó vivo; a parte mais próxima da periferia contém alguma parte morta, se o galho está vivo ou não caiu.

Em uma árvore normal de *Eucalyptus*, o tamanho dos nós aumenta de acordo com a altura, os menores estão na base e os maiores nas partes mais altas.

O tamanho e a quantidade de nós na madeira serrada depende de sua posição na tora e das características da tora. As toras, por sua vez, dependem de fatores genéticos das árvores que lhes dão origem, do espaçamento da floresta e do manejo a que esta foi submetida.

Os nós vivos, quando pequenos com relação à secção da peça serrada, não prejudicam alguns usos (lambris, forros, paredes, móveis, etc.). Os nós mortos, dependendo de sua posição nas tábuas, têm a tendência a soltar-se, quando a madeira é seca, desvalorizando-a para aqueles usos.

Em algumas espécies de *E. grandis*, por exemplo, os nós estão relacionados com exsudação de resina de várias fases, durante a secagem das peças serradas.

Nos eucaliptos, quando as florestas não são adequadamente formadas e manejadas, geralmente os nós são muito numerosos. Florestas destinadas à produção de madeira serrada ou laminada, devem ser submetidas a podas sucessivas a partir do momento que os galhos inferiores começam a morrer, até a altura desejada.

Empenamento

Os empenamentos ocorrem na madeira durante o desdobro e secagem.

O desdobro provoca encurvamento das peças em virtude das tensões de crescimento. Durante o desdobramento há uma tendência das peças de se distanciarem do centro da tora. Nesse momento é importante selecionar que tipo de encurvamento se pretende, desde que ele seja inevitável. Assim, prefere-se o encurvamento tipo "bow", evitando-se o tipo "crook". Um bom entendimento da natureza das tensões de crescimento evita este tipo de empenamento. Geralmente os cortes tangenciais produzem menos "crook" do que os cortes radiais.

Durante a secagem, podem surgir vários tipos de empenamento. Em algumas espécies de eucalipto, é comum o encanoamento, devido à grande diferença entre a contração radial e a contração tangencial, o que pode ser contornado através de empilhamento adequado durante a secagem.

Outro tipo de empenamento que pode ocorrer durante a secagem, é o torcimento, e sua causa é a grã espiralada, contida nas árvores. Algumas espécies de eucalipto apresentam indivíduos com essa característica e o autor a encontrou em clones híbridos de *E. grandis*. Além do torcimento, essa característica ocasiona sério fendilhamento nas peças de madeira e, em casos mais sérios, a madeira é inutilizada. A grã espiralada é uma característica genética e pode ser identificada nas árvores. Árvores com essa característica não devem ser usadas para produção de madeira serrada, para produção de sementes ou para produção de propágulos para enraizamento.

Bolsas de resina

São formações anormais na madeira, geralmente uma descontinuidade no lenho, formado por setores anelares de comprimento e formas variadas; a forma mais encontrada é anelar, com cerca de 2,0 a 3,0 mm de espessura e tem como característica estar cheia de um tipo de resina escura a qual exsuda. As bolsas de resinas; *resin veins* em inglês, são um dos defeitos mais freqüentemente mencionados como causa da degradação da madeira de eucalipto na Austrália (Hillis & Brown, 1978), que, quando

pequenas, desclassificam madeira para ser usada para fins nobres, tais como, móveis e painéis decorativos e, quando grandes, podem enfraquecer peças estruturais. O autor tem observado variações na ocorrência, de acordo com a espécie; por exemplo, é pouco freqüente em *E. grandis*, *E. Saligna* e *E. urophylla*, mas freqüente em *E. citriodora* cultivado no estado de São Paulo. Nesse caso, tanto a freqüência como o tamanho das descontinuidades eram tão grandes que, algumas vezes, comprometiam o uso estrutural das peças.

O grande obstáculo para um melhor aproveitamento dos eucaliptos existentes atualmente é a inadequação da maioria das florestas para esse uso, pois quase todas foram implantadas e manejadas para a produção de fibra, lenha ou carvão, sem sofrerem podas e desbastes e com espaçamentos geralmente muito pequenos, que prejudicam o crescimento diametral. Outro obstáculo na implantação e manejo das florestas é que, em muitos casos, na rebrota, são conduzidas várias hastes, que resultam em fustes curvos e de diâmetros reduzidos.

Variabilidade

Uma característica muito valorizada para a madeira usada na indústria, é a uniformidade. O processamento mecânico é facilitado e atinge-se a melhor qualidade, quando a madeira é uniforme nas várias propriedades. A madeira apresenta variação de acordo com a espécie, o que confere a cada uma características próprias. Há variação dentro das espécies, devido às procedências, fatores ambientais e manejo. Um estudo australiano registra o fato de que tratamentos culturais influíram na coloração de *E. grandis*. Há também variações provocadas pela hibridação natural e artificial.

A diversidade é um obstáculo, quando não se tem controle da fonte de suprimento, e entram no processo toras de várias procedências. Todavia, quando utilizada racionalmente, a diversidade torna-se ferramenta essencial no melhoramento da floresta e da madeira, através de práticas de melhoramento

genético ou clonagem.

OPORTUNIDADES

Os estudos feitos, não somente pelo IPT, mas também por outras instituições, têm demonstrado que madeira serrada de eucaliptos pode ser usada em muitas aplicações, em substituição das espécies nativas e, a seguir, é apresentado um relato das mais importantes:

Móveis

No IPT, foram produzidos móveis tipo gabinete (armários, estantes, gaveteiros,), escrivaninhas e mesas com *E. grandis*, com desempenho que pode ser considerado muito bom. O desempenho varia de acordo com as características genéticas, havendo diferenças de qualidade entre clones da mesma idade, provenientes da mesma região.

Foram produzidos protótipos de vários tipos de móveis com *E. saligna*, com bom desempenho, sendo essa espécie adequada para a produção de móveis estruturados (cadeiras e mesas), que demandam mais resistência mecânica que os móveis de gabinete.

Estruturas para telhado

Foram produzidas comercialmente estruturas para telhados com até 12m de vão livre, com bom desempenho; uma delas, no próprio IPT, já com 15 anos em perfeitas condições, proveniente de madeira de *E. saligna* de 25 anos, procedente de Capão Bonito-SP. Outras espécies foram também usadas em estruturas de telhado: *E. grandis* em estruturas leves; *E. citriodora* e *E. tereticornis* em estruturas mais pesadas.

Paletes

Já foram produzidos, com várias espécies, com desempenhos plenamente satisfatórios.

Casa pré-fabricada

Foi construído protótipo no IPT, aparentemente com bons resultados, todo em *E. grandis*, tendo sido

apresentado em exposição em Salesópolis, SP.

Componentes de edificações

Já foram produzidos, de diferentes espécies, assoalhos, lambris, forros, batentes, escadas, etc., com resultados variáveis de acordo com a espécie, floresta, procedência, etc.

Cruzetas para postes de transmissão

Produzidas de diversas espécies com resultados variáveis, de acordo com a espécie.

Embalagens

O eucalipto é bastante adequado para a produção de embalagens leves e pesadas, tais como, caixa tipo tomate, alface, uva, além de embalagens pesadas para máquinas e automóveis desmontados.

Escoras e pontaletes

A madeira de eucalipto tem sido usada como escoras e pontaletes em construções, podendo ser usada na forma roliça ou serrada.

Postes e mourões

Há muitos anos, os postes de eucalipto tratados com preservativos, são usados no Brasil. Postes com mais de 30 anos são encontrados ainda em uso e a espécie preferida para esse fim é *E. citriodora*; contudo, outras espécies podem ser usadas: *E. saligna*, *E. cloesiana*, *E. paniculata*, etc. O tratamento dos postes e mourões pode ser feito em instalações industriais ou caseiras, pelo processo de banho quente e frio, ou substituição da seiva, por exemplo.

Parques infantis

Podem ser construídos de madeira de eucalipto tratado com preservativos hidrossolúveis.

Construções rurais

Podem ser construídas de madeira roliça tratada: galpões, pocilgas, mangueirões e outros tipos de construções.

Passarela

Foi construída uma passarela para pedestres com estrutura de *E. citriodora*. A passarela treliçada, instalada em uma avenida de São Paulo, tem vão de 32,4m, formando conjunto, em rampa treliçadas de 16m.

Avaliando a madeira proveniente de várias florestas, o autor observou nela diferenças importantes, com idades aproximadas (em torno de 13 anos), sendo as principais fontes de variação: nós, tamanho e número; tendência a colapso da madeira; tendência a empenamento; tendência a rachamento. De acordo com Rudnos (1969), Doran (1974) e Davidson (1974), citados por Zobel (1981), as oportunidades de mudar as qualidades da madeira do *Eucalyptus* na direção desejada, através da manipulação genética, são boas. Apesar da relativa estabilidade da madeira dentro das espécies de eucalipto, ela pode ser efetivamente manipulada por mudanças no ambiente, através de tratamentos silviculturais, combinados com melhoramentos na direção desejada (Zobel, 1981).

A grande produtividade dos eucaliptos em várias regiões brasileiras, associada com disponibilidade de terra, necessidade de cobertura florestal e de mão-de-obra não ou pouco qualificada e necessidade de geração de empregos, representa uma boa oportunidade de criação de um recurso extremamente útil para a vida moderna.

PERSPECTIVAS

A retomada do desenvolvimento econômico e social do país exigirá a construção de milhões de habitações, aumento da produção industrial, importação e exportação. Esse crescimento implica o aumento da demanda de materiais e matérias-primas, entre elas, a madeira. Contudo, uma economia mais competitiva, fator fundamental para o desenvolvimento, exigirá produtos com melhor qualidade e preços equivalentes ou inferiores aos do mercado internacional. Nesse contexto, a indústria florestal brasileira tem uma missão a cumprir para evitar que o país, em alguns anos, se transforme em um país importador de madeira. Atualmente, as exportações e importações de madeira serrada

equivalem-se. Considerando-se o potencial representado pelos eucaliptos, há condições ambientais e conhecimentos silviculturais para dar ao país vantagem comparativa na produção de matéria-prima florestal. Isso porém não é suficiente. É necessário produzir com qualidade, pois nesse particular até então não somos competitivos. Com relação à madeira serrada, muito ainda deve ser feito para que o eucalipto ocupe um lugar fundamental que lhe confira o alto desempenho silvicultural. As perspectivas são favoráveis: o conhecimento já acumulado sobre a silvicultura e o manejo de várias espécies do gênero, sua maleabilidade e resposta ao manejo e ao melhoramento genético, a grande variabilidade e diferenças inter e intra-específicas, que tornam o eucalipto aplicável em um grande espectro de usos e a possibilidade de rotações curtas, fundamental no ambiente econômico de falta de política de financiamentos a longo prazo.

A produção de madeira serrada de qualidade: livre de nós, colapso, fendas, empenamento, é possível em rotações curtas, algo entre seis e dez anos. Para isso, é necessário um grande esforço de investigação em várias regiões do país. Abaixo, são apresentadas a estratégia para obtenção, em alguns anos, de material adequado para processamento industrial da madeira sólida de eucalipto para substituir espécies nativas:

a) Caracterização e identificação através de pesquisa de campo e de laboratório de espécies, procedências, progênies, clones ou indivíduos com características silviculturais e tecnológicas adequadas à produção de toras de madeira serrada. Os principais aspectos a serem determinados são: forma, comportamento da desrama, densidade e outras propriedades físicas, tendência ao rachamento, tendência ao colapso e ao empenamento;

b) testes e ensaios silviculturais e de manejo, objetivando estabelecer principalmente: método de propagação, espaçamento, cronograma de podas e duração da rotação, tendo em vista a obtenção, no mínimo prazo de tempo, de toras adequadas para serraria;

c) investigação dos melhores métodos de colheita, tratamentos de

toras, desdobro, secagem, usinagem, colagem e acabamento adequados para os vários materiais selecionados;

d) desenvolvimento de produtos adequados para as madeiras, considerando suas características e aptidões. Os produtos devem orientar-se inicialmente para aqueles que demandem maiores quantidades de madeira, por exemplo, construção civil, componentes para edificações, embalagens e móveis.

Concluindo, pode-se dizer que o eucalipto tem tudo para ser a principal madeira de serraria do país, bastando, para isso, uma investigação intensiva, tanto sob o ponto de vista tecnológico quanto silvicultural. Sem emprego intensivo de pesquisas, os resultados serão lentos e medíocres. Com um trabalho sistemático e arrojado, poder-se-á atingir uma importância econômica, comparável à da celulose de eucalipto. Sem investigação, no futuro,

importaremos madeira serrada para nossas necessidades básicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAO Forest Products YEARBOOK 1976 - 1987. Rome: FAO, v.22, 1987. 348p.
- FERNANDES, P. de S. Variações de densidade da madeira e suas relações com as tensões de crescimento em progênes de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Piracicaba: ESALQ, 1982. 85p. Tese Mestrado.
- HILLIS, W.E.; BROWN, A.G. *Eucalyptus* for wood production. Austrália: CSIRO, Austrália, 1978.
- ZOBEL, B. Wood quality from fast-grown plantation. *Tappi. The Journal of the Technical Association of the Pulp and Paper Industry*, v.64, n.1, Jan. 1981.

VARIAÇÃO DIMENSIONAL E USO DA MADEIRA DE *EUCALYPTUS*

Benedito Rocha Vital¹

Paulo Fernando Trugilho²

INTRODUÇÃO

A grande variedade de espécies pertencentes ao gênero *Eucalyptus* e a conseqüente diversidade na qualidade das madeiras produzidas permitem, pelo menos em potencial, que elas sejam empregadas para os mais diversos usos. No entanto, no Brasil, a maior parte da madeira de eucalipto é consumida para a produção de carvão vegetal (26.000.000 m³/ano), pasta celulósica (21.000.000 m³/ano) e chapas de fibra (1.500.000 m³/ano (Anuário..., 1992, Sociedade..., 1990 e Associação..., 1992). O consumo de eucalipto para lenha não é conhecido, contudo a expectativa é de que o valor seja bastante elevado.

Entretanto, as madeiras tradicionalmente utilizadas para móveis, construção civil e outras finalidades estão tornando-se

cada vez mais caras, por estarem suas fontes mais distantes dos centros de processamento e consumo. Esse problema vem-se agravando com o esgotamento das madeiras empregadas tradicionalmente pela indústria madeireira. Apesar da grande demanda de madeira serrada para a construção civil, móveis ou outros produtos de maior valor agregado, até agora os eucaliptos, que são as maiores reservas acessíveis e exploráveis, têm sido muito pouco utilizados com estes fins (Mellado, 1993). Isto se deve, em parte, à presença de certas dificuldades na sua conversão, provocadas por algumas características intrínsecas do gênero, tais como, elevada retratibilidade, propensão ao colapso durante a secagem e a presença de tensões de crescimento (Mellado, 1993), além

das dificuldades observadas na colagem da madeira de algumas espécies de eucalipto (Della Lucia & Vital, 1981, 1984). Estas características indesejáveis da madeira de eucalipto são em parte conseqüência da seleção e melhoramento aplicados às espécies, quando a maior preocupação era produzir madeira adequada para a produção de celulose e papel e também para a produção de carvão vegetal. Em outras partes do mundo, no entanto, a madeira de eucalipto é empregada sem maiores restrições para a produção de móveis (Skolmen, 1974 e Utilization..., 1984). Segundo Mangiere & Dimitri, (1958), na Austrália, a madeira de *Eucalyptus delegantensis*, *E. fastigata*, *E. fraxinoides*, *E. sieberina*, *E. oreades*, *E. dalrympleana* e *E. consideriana* são

¹Eng^o Florestal, Ph.D. - Prof. Tit./Dep^o de Engenharia Florestal/UFV - CEP 36571-000 Viçosa, MG.

²Eng^o Florestal - Pós-graduando/Ciência Florestal/Dep^o Engenharia Florestal/UFV - CEP 36571-000 Viçosa, MG.

QUADRO 1 - Variação Dimensional da Madeira, de Várias Espécies de Eucalipto, a partir da Madeira Saturada em Água e Seca a 0% de Umidade

Espécie	Idade	Origem	Contração (%)				Tangencial/ Radial	Densidade g/cm ³
			Tangencial	Radial	Longitudinal	Volumétrica		
<i>E. grandis</i>	3	1	8.1178	3.8378	0.1179	10.4319	2.27	0,42
<i>E. grandis</i>	4	1	6.6813	3.2284	0.2225	9.5259	2.17	0.42
<i>E. urophylla</i>	4	2	9.9867	5.6458	0.3003	15.4099	1.77	0.52
<i>E. camaldulensis</i>	4	2	8.7377	5.9989	0.5038	14.9419	1.54	0.60
<i>E. pellita</i>	5	1	8.5592	4.4874	0.4200	13.6999	1.90	0.49
<i>E. pellita</i>	6	1	9.6982	4.5578	0.4097	15.0999	2.12	0.50
<i>E. pellita</i>	7	1	11.4010	6.4555	0.4216	18.1348	1.80	0.56
<i>E. resinifera</i>	4	2	9.7648	6.9348	0.4699	16.8329	1.42	0.61
<i>E. tereticornis</i>	7	1	13.5708	8.4990	0.2709	23.3219	1.72	0.61
<i>E. tereticornis</i>	8	1	12.9475	8.2742	0.4122	21.8138	1.57	0.56
<i>E. cloeziana</i>	4	2	11.2396	5.8249	0.4231	17.3009	1.93	0.65
<i>E. urophylla</i>	5	1	10.4357	6.2679	0.2547	16.5609	1.83	0.49
<i>E. urophylla</i>	6	1	14.1446	8.1391	0.2674	22.6249	1.73	0.57
<i>E. urophylla</i>	7	1	10.7131	6.2462	0.1585	16.8508	1.75	0.49
<i>E. cloeziana</i>	6	1	8.0968	3.8281	0.4340	11.9609	2.16	0.49
<i>E. cloeziana</i>	7	1	9.4199	4.7605	0.3207	14.3379	2.01	0.55
<i>E. cloeziana</i>	8	1	10.5971	5.4522	0.4484	16.3899	1.98	0.59
<i>E. cloeziana</i>	9	1	10.0077	5.6378	0.2853	16.0569	1.78	0.60
<i>E. maculata</i>	7	1	9.4558	5.0726	0.4599	15.1439	1.96	0.58
<i>E. maculata</i>	9	1	10.1188	6.0802	0.2083	16.6239	1.67	0.67
<i>E. urograndis</i>	5	1	7.1597	6.1509	0.2296	12.7020	1.28	0.42
<i>E. urograndis</i>	6	1	8.2390	5.3100	0.1849	12.9709	1.60	0.47
<i>E. urograndis</i>	7	1	8.5302	5.6220	0.1916	13.7059	1.54	0.44

NOTA: Na origem: 1 - Alagoinhas (BA) e 2 - Três Marias (MG).

tradicionalmente empregadas na produção de móveis. Essas espécies produzem madeira leve, de fácil trabalhabilidade e acabamento.

ESTABILIDADE DIMENSIONAL

As madeiras de todas as espécies sofrem alguma modificação nas suas dimensões, quando o seu teor de umidade é alterado. Essas variações dimensionais ocorrem quando há flutuação na umidade da madeira abaixo de 30%, ou seja, em teores de umidade normalmente observados na madeira em uso. Alterações na umidade da madeira em teores superiores a 30% acarretam apenas

oscilações no peso, contudo, as suas dimensões permanecem inalteradas.

Variações dimensionais normalmente ocorrem em valores diferentes nas variadas direções de crescimento da árvore, devido à anisotropia. Para a madeira normal, o aumento no comprimento associado com a adição de água e a contração decorrente da perda de umidade geralmente ficam restritos a valores compreendidos entre 0,1 a 0,3%. Na direção radial, a contração devido à perda de umidade entre 30 e 14% varia de 2 a 3%. Na direção tangencial, esse valor pode ser até duas vezes maior (Panshin & Zeeuw, 1980). Os diferentes valores das contrações, nas

várias direções, são responsáveis pela formação de fendas e empenos que dificultam a colagem e, por isso, representam um contínuo obstáculo ao uso mais eficiente da madeira (Nearn, 1955). Além das alterações no teor de umidade, as variações dimensionais são afetadas por diversos outros fatores, tais como: densidade, estrutura anatômica, teor de extrativos, composição química e tensão de crescimento, entre outros.

Normalmente, a magnitude da variação dimensional é maior para madeiras mais densas. Isto ocorre devido à maior quantidade de madeira por unidade de volume observado. Além disso, madeiras mais densas,

QUADRO 2 - Variação Dimensional da Madeira de Várias Espécies de Eucalipto após Equilíbrio a uma Umidade Média Igual a 14,59% 0% de Umidade

Espécie	Idade	Origem	Contração (%)				Tangencial/ Radial	Densidad g/cm ³
			Tangencial	Radial	Longitudinal	Volumétrica		
<i>E. grandis</i>	3	1	3.4983	2.2539	0.2193	6.3799	1.58	0,42
<i>E. grandis</i>	4	1	3.4391	1.9695	0.2760	6.0249	1.79	0.42
<i>E. urophylla</i>	4	2	3.9657	2.6986	0.2626	7.0269	1.48	0.52
<i>E. camaldulensis</i>	4	2	3.9102	2.9382	0.3459	7.5669	1.40	0.60
<i>E. pellita</i>	5	1	4.2062	2.6040	0.3384	7.5649	1.61	0.49
<i>E. pellita</i>	6	1	4.5628	2.5367	0.3365	7.7329	1.81	0.50
<i>E. pellita</i>	7	1	5.0734	3.5913	0.3571	9.0489	1.43	0.56
<i>E. resinifera</i>	4	2	4.0449	3.2245	0.2967	7.8019	1.26	0.61
<i>E. tereticornis</i>	7	1	5.7682	3.4677	0.2561	9.0767	1.47	0.61
<i>E. tereticornis</i>	8	1	4.5114	3.5996	0.2932	8.8179	1.26	0.56
<i>E. cloeziana</i>	4	2	4.4962	2.7610	0.2551	7.7829	1.63	0.65
<i>E. urophylla</i>	5	1	4.3739	2.9951	0.2625	7.8709	1.55	0.49
<i>E. urophylla</i>	6	1	5.2035	3.4885	0.2625	8.9769	1.51	0.57
<i>E. urophylla</i>	7	1	4.5456	3.1129	0.2099	7.7669	1.48	0.49
<i>E. cloeziana</i>	6	1	4.0967	2.3060	0.3899	6.8139	1.79	0.49
<i>E. cloeziana</i>	7	1	4.6174	2.7907	0.3015	7.8749	1.68	0.55
<i>E. cloeziana</i>	8	1	5.2210	3.1649	0.3358	8.9379	1.68	0.59
<i>E. cloeziana</i>	9	1	4.7865	3.2091	0.2691	8.4809	1.50	0.60
<i>E. maculata</i>	7	1	4.8442	2.9631	0.3531	8.4339	1.68	0.58
<i>E. maculata</i>	9	1	5.2309	3.8029	0.1727	9.5599	1.38	0.67
<i>E. urograndis</i>	5	1	3.6321	3.3914	0.2206	7.2139	1.15	0.42
<i>E. urograndis</i>	6	1	4.1897	2.9496	0.2158	7.4999	1.43	0.47
<i>E. urograndis</i>	7	1	4.2968	3.0300	0.2197	7.6509	1.52	0.44

NOTA: Na origem: 1 - Alagoinhas (BA) e 2 - Três Marias (MG).

para um mesmo teor de umidade, contém mais água na parede celular (Tsoumis, 1991).

A estrutura anatômica é a principal responsável pela contração e expansão anisotrópica (Panshin & Zeeuw, 1980 e Tsoumis, 1991). A contração e expansão diferencial nas diferentes direções de crescimento são atribuídas, principalmente, à estrutura da parede celular e, em parte, à presença dos raios que dificultam a

variação no sentido radial.

Em um trabalho realizado no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), foram avaliadas as reduções nas dimensões da madeira nas direções radial, tangencial, longitudinal e, também, volumétrica, de várias espécies de eucalipto, em diversas idades e em duas localidades. Foram medidas as variações nas dimensões da madeira saturada em água, quando

se observou uma umidade média de 122,72%, e, após seca em estufa, de até 0% de umidade. Determinou-se também a variação dimensional para umidades compreendidas entre 14,59%, valor médio de umidade para madeira seca ao ar, e 0%, e também para umidade média de 9,13% e 0%. Os resultados podem ser observados nos Quadros 1, 2 e 3.

CONCLUSÕES

QUADRO 3 - Variação Dimensional da Madeira de Várias Espécies de Eucalipto após Equilíbrio a uma Umidade Média Igual a 9,13% 0% de Umidade

Espécie	Idade	Origem	Contração (%)				Tangencial/ Radial	Densidad g/cm ³
			Tangencial	Radial	Longitudinal	Volumétrica		
<i>E. grandis</i>	3	1	1.9564	1.3283	0.1762	3.8949	1.51	0,42
<i>E. grandis</i>	4	1	1.9262	1.1635	0.2110	3.5919	1.69	0.42
<i>E. urophylla</i>	4	2	2.8396	1.9666	0.1840	5.3059	1.45	0.52
<i>E. camaldulensis</i>	4	2	2.8595	2.2678	0.3007	5.6899	1.31	0.60
<i>E. pellita</i>	5	1	2.3233	1.4572	0.2893	4.4859	1.60	0.49
<i>E. pellita</i>	6	1	2.4671	1.4470	0.2785	4.5049	1.72	0.50
<i>E. pellita</i>	7	1	2.8575	1.9870	0.2713	5.2459	1.54	0.56
<i>E. resinifera</i>	4	2	2.9602	2.3794	0.2553	5.9299	1.25	0.61
<i>E. tereticornis</i>	7	1	2.7096	1.9434	0.1896	5.2029	1.40	0.61
<i>E. tereticornis</i>	8	1	2.6814	1.7257	0.2228	5.0939	1.55	0.56
<i>E. cloeziana</i>	4	2	3.3779	2.0794	0.2117	5.9069	1.63	0.65
<i>E. urophylla</i>	5	1	2.2847	1.5979	0.2057	4.5389	1.51	0.49
<i>E. urophylla</i>	6	1	2.8538	1.8800	0.2061	5.2139	1.54	0.57
<i>E. urophylla</i>	7	1	2.3726	1.6883	0.2082	4.3099	1.42	0.49
<i>E. cloeziana</i>	6	1	2.1029	1.2446	0.2448	3.7079	1.70	0.49
<i>E. cloeziana</i>	7	1	2.3276	1.4978	0.2172	4.2049	1.58	0.55
<i>E. cloeziana</i>	8	1	2.6330	1.6608	0.2710	4.7109	1.61	0.59
<i>E. cloeziana</i>	9	1	2.3971	1.6962	0.2068	4.8449	1.43	0.60
<i>E. maculata</i>	7	1	2.5037	1.6112	0.2377	4.6899	1.60	0.58
<i>E. maculata</i>	9	1	2.6269	2.0354	0.1502	5.2389	1.29	0.67
<i>E. urograndis</i>	5	1	1.8637	1.7784	0.1961	3.8189	1.19	0.42
<i>E. urograndis</i>	6	1	2.1658	1.5415	0.1786	4.0369	1.45	0.47
<i>E. urograndis</i>	7	1	2.1743	1.5211	0.1879	4.1799	1.43	0.44

NOTA: Na origem: 1 - Alagoinhas (BA) e 2 - Três Marias (MG).

Conforme pode ser observado nos Quadros 1, 2 e 3, as espécies com melhores índices de estabilidade foram os híbridos de *E. grandis* e *E. urophylla* nas idades de cinco, seis e sete anos. *E. grandis* com três e quatro anos foi também estável, porém apresentou uma relação entre a contração tangencial e radial muito grande. Outra espécie relativamente estável foi o *E. pellita*. A espécie menos estável foi o *E. tereticornis*.

No Quadro 4 são apresentados os resultados de algumas correlações entre características de estabilidade, além de densidade e idade da árvore. Pode-se observar que, de modo geral, as madeiras mais densas são menos estáveis, conforme indicado por

Panshin & Zeeuw, 1980. Observa-se também que a variação radial é a principal responsável pelos incrementos entre a relação contração tangencial e contração radial.

Comparados esses resultados com aqueles normalmente encontrados para espécies de uso mais tradicional (Quadro 5), observa-se que, exceto para as espécies de eucalipto mais estáveis, as demais apresentam variação dimensional, principalmente no plano tangencial, superior a daquelas espécies de uso mais tradicional. Assim, para que a madeira de eucalipto possa efetivamente competir no mercado madeireiro para a produção de móveis, é necessário algum trabalho de melhoramento na

estabilidade da madeira ou, ainda, que se procure cultivar espécies naturalmente mais estáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO - ABRACAVE. Belo Horizonte: ABRACAVE, 1992.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL (São Paulo, SP). Relatório estatístico. São Paulo, 1992. p17.
- DELLA LUCIA, R. M.; VITAL, B. R. Avaliação de qualidade de juntas coladas de madeiras de 3 espécies de *Eucalyptus*. Revista Árvore, Viçosa, v.5, n.2, p.172-180, jul./dez. 1981.
- DELLA LUCIA, R. M.; VITAL, B. R. Ensaio de adesão das madeiras de *Eucalyptus gummiifera*, *E. paniculata* e *E. resinifera*. Revista Árvore, Viçosa, v.13, n.1, p.98-106, 1989.
- MAINIERE, C.; CHIMELO, J. P. Fichas características das madeiras brasileiras. São Paulo: IPT, 1971. 418p.
- MANGIERI, H. R.; DIMITRI, M. L. Los eucalyptos en la silvicultura. Buenos Aires: Ed. ACME/SACI, 1958. 226p.
- MELLADO, E.C.E. Contribuição ao desenvolvimento tecnológico para a utilização de madeira serrada de

QUADRO 4 - Correlações entre Algumas Características da Madeira de Eucalipto e a sua Estabilidade Dimensional

Variáveis	Variação Dimensional entre Umidades de		
	122,72 e 0%	14,95 e 0%	9,13 e 0%
C. Tangencial x C. Radial	0.57	0.44	0.27
C. Tangencial x C. Longitudinal	0.15 ns	0.05 ns	0.17 ns
C. Tangencial x C. Volumétrica	0.88	0.84	0.78 C
Tangencial x Dens. Básica	0.39	0.69	0.70
C. Tangencial x T/R	0.26	0.25	-0.21 ns
C. Tangencial x Idade	0.26	0.52	0.10 ns
C. Radial x C. Longitudinal	0.12 ns	-0.07 ns	0.02 ns
C. Radial x C. Volumétrica	0.84	0.79	0.72
C. Radial x Dens. Básica	0.39	0.61	0.58
C. Radial x T/R	-0.54	-0.71	-0.13 ns
C. Radial x Idade	0.21	0.41	-0.17 ns
C. Longitudinal x C. Volumétrica	0.22	0.07 ns	0.22
C. Longitudinal x Dens. Básica	0.39	0.11 ns	0.14 ns
C. Longitudinal x T/R	0.03 ns	0.11 ns	-0.34
C. Longitudinal x Idade	-0.01 ns	-0.02 ns	-0.06 ns
C. Volumétrica x Dens. Básica	0.56	0.82	0.83
C. Volumétrica x T/R	-0.16 ns	-0.19 ns	-0.15 ns
C. Volumétrica x Idade	0.31	0.54	0.02 ns

NOTA: ns - não significativo a 0,5% de probabilidade.

QUADRO 5 - Contração da Madeira de Várias Espécies, Decorrente de Redução no Teor de Umidade da Madeira Verde e 0% de Umidade

Espécies	Contração (%)		
	Radial	Tangencial	Volumétrica
Sucupira	5.6	8.4	15.2
Peroba-rosa	4.0	7.8	13.2
Pinheiro-brasileiro	4.0	7.8	13.2
Cedro	4.0	6.2	11.6
Canela-branca	3.3	8.8	13.1
Jatobá	3.1	7.2	10.7
Copaíba	4.2	8.1	12.5
Mogno	3.2	4.5	8.6
Sumauma	3.2	5.5	9.1
Ipê-peroba	4.0	7.0	11.7

FONTE: Mainiere & Chimelo (1971).

Eucalyptus grandis na geração de produtos de maior valor agregado. Curitiba, UFPR, 1993. 33p. Tese Mestrado.

NEARN, W.T. Effect of water soluble extractives on the volumetric shrinkage and equilibrium moisture content of eleven tropical and domestic woods. Harrisburg: The Pennsylvania State University, 1955. 38p.

PANSHIN, A.J.; ZEEUW, C. Textbook of wood technology. 4.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 722p.

SKOLMEN, R.G. Some woods of Hawai ... properties and uses of 16 commercial species. California: USDA, 1974. 30p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA (São Paulo, SP). A sociedade brasileira e seu patrimônio florestal. São Paulo, 1990. 20p.

TSOUMIS, G. Science and technology of wood. structure, properties, utilization. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 494p.

UTILISATION of New Zealand-grown *Eucalypts*. Rotorua: Forest Research Institute, 1984. 4p.



Geoid
GPS e GIS

**CADASTRO TÉCNICO MUNICIPAL
FLORESTAL, AGRÍCOLA E MINERAÇÃO**

Rua Rio Grande do Norte, 1560, sala 703

Funcionários - Belo Horizonte - MG - 30130-131

Telefax: (031) 223-1513 - 444-4990 - 983 3941

PROBLEMAS E SOLUÇÕES SOBRE RACHADURAS DE TOPO DE MADEIRA DE *EUCALYPTUS SPP.* NAS FASES DE DESDOBRO E SECAGEM

José Gabriel de Lelles¹

José de Castro e Silva²

INTRODUÇÃO

Atualmente, já existem evidências de que empresas produtoras de madeira de diversas espécies de *Eucalyptus* estão dispostas a investir na utilização dessa matéria-prima para fins diversificados, além de carvão vegetal, celulose e papel. A adoção de uma ou outra opção tecnológica que permita, de forma integrada, produzir e colocar no mercado produtos finais de maiores valores agregados, é meta a ser cumprida a curto e médio prazos, por grande número de empresas.

Não obstante o grande sucesso econômico e tecnológico atingido pela eucaliptocultura brasileira, reconhecida internacionalmente, ainda persiste uma crença de que a madeira de *Eucalyptus* só oferece atributos de qualidade, adequados para produção de carvão vegetal, lenha, celulose (fibra curta), papel, chapas de fibra, mourões, postes, dormentes, cruzetas, em nível industrial. Mesmo diante das evidências de que a produção e o consumo de madeira serrada de *Eucalyptus* estão apresentando sensíveis crescimentos, existem, nos meios madeireiros, fortes resistências para a utilização da madeira em operações de desdobro e secagem, principalmente.

Da mesma forma, considerar a utilização da madeira de *Eucalyptus* como possível alternativa de matéria-prima para

a indústria de laminação e produção de madeira compensada, para marcenaria e indústria moveleira em geral, na maioria dos casos, provoca imediatas reações contrárias.

Na realidade, a madeira das espécies do gênero *Eucalyptus* manifesta efeitos desfavoráveis para alguns usos, dependendo da procedência, dimensões, idade, tratos silviculturais e variabilidade de propriedades físicas e mecânicas entre e dentro da espécie.

Tais efeitos são causados pela:

- a) Liberação de tensões de crescimento;
- b) anisotropia dimensional;
- c) secagem.

TENSÕES DE CRESCIMENTO

De acordo com a Sociedade Americana de Engenheiros Florestais³, as tensões de crescimento existentes na madeira são forças desenvolvidas no interior dos troncos das árvores vivas. O fenômeno tem origem na camada cambial, ou seja, na própria formação da madeira. Existem evidências de que, durante o processo de multiplicação cambial, as células em crescimento tendem a se contrair na direção longitudinal e a se expandir na direção transversal. O equilíbrio natural de tais movimentos é dado por forças de ligações já existentes entre células anteriormente formadas. Se, por alguma razão, ocorrer o rompimento do equilíbrio natural existente

dentro da árvore, ocorrerão liberações das tensões de crescimento com conseqüentes efeitos danosos para a utilização da madeira (Dinwoodie, 1966). Na prática, os efeitos danosos são visualizados principalmente nas seções transversais dos topos de árvores recém-abatidas ou de toras recém-seccionadas. Trata-se de rachaduras no sentido dos raios, tendo como origem pontos próximos à medula, imediatamente após efetuado o corte transversal de abate ou traçamento. As rachaduras, assim formadas, em alguns casos podem-se estender transversalmente de casca a casca e, longitudinalmente, atingir todo o comprimento da tora, durante a fase de armazenamento.

Ao se processar o desdobro ou laminação das toras, o equilíbrio natural de forças existentes no interior do tronco é mais uma vez alterado. Em conseqüência, ocorrerá um aumento das rachaduras radiais, que chegam, em alguns casos, a abrir-se total e rapidamente no sentido longitudinal. A velocidade e a magnitude das forças desenvolvidas chegam a causar acidentes em operadores e danos ao próprio equipamento. Numa operação de desdobro manual de uma tora de certa espécie de *Eucalyptus*, ocorreu um caso de abertura total e abrupta da tora submetida ao desdobro, em um estaleiro típico do interior do país, causando acidente ao operário que acionava a lâmina de serra no sentido de cima para baixo.

¹Eng^o Florestal, M.Sc. - Prof. Tit./Dep^o Engenharia Florestal/UFV - CEP 36571-000 Viçosa, MG.

²Eng^o Florestal, M.Sc. - Prof. CEDAF/UFV - CEP 36571-000 Viçosa-MG.

QUADRO 1 - Contrações Lineares, Contrações Volumétricas, Coeficientes de Retratibilidade e Fatores de Anisotropia para Madeira de *Eucalyptus* e Outras Espécies Latifoliadas

Espécie	Densidade Aparente g/cm ³ (15% de umidade)	Contrações Foliáres (%)		Contração Volumétrica (%) CV	Coeficiente de Retratibilidade Q	Fator de Anisotropia Ac
		Radial βr	Tangencial αt			
<i>E. citriodora</i>	0,98	6,9	9,4	18,2	0,76	1,36
<i>E. grandis</i>	0,81	5,5	11,6	18,8	-	2,11
<i>E. maculata</i>	0,81	5,9	9,4	16,4	0,59	1,59
<i>E. microcorys</i>	0,77	5,6	11,5	19,2	0,63	2,05
<i>E. paniculata</i>	1,06	7,5	14,5	24,6	0,79	1,93
<i>E. saligna</i>	0,69	6,8	13,4	23,4	0,58	1,97
<i>E. robusta</i>	0,80	5,8	12,0	20,2	0,50	2,06
<i>E. pílularis</i>	0,82	4,8	10,3	16,5	0,59	2,14
<i>E. camaldulensis</i>	0,87	6,8	15,3	25,9	-	2,28
<i>E. tereticornis</i>	0,95	6,9	13,4	23,0	0,45	1,94
<i>E. viminalis</i>	0,72	5,6	16,0	24,5	0,51	2,86
<i>E. propiua</i>	0,83	7,1	12,6	22,1	0,66	1,77
<i>E. regans</i>	0,79	6,8	17,0	26,7	0,45	2,50
<i>E. longifolia</i>	0,78	6,2	13,4	21,0	0,66	2,16
<i>E. blabulos</i>	0,73	8,6	21,9	35,7	0,51	2,55
<i>E. kirtoniana</i>	0,71	5,5	11,6	18,8	0,55	2,11
<i>E. umbra</i>	0,86	4,5	9,7	15,7	0,58	2,15
<i>E. capitelata</i>	0,85	7,9	14,7	12,9	0,61	1,86
<i>E. maidemi</i>	0,84	7,3	17,6	26,8	0,68	2,41
<i>E. polyanthemus</i>	0,82	6,7	18,0	28,1	0,50	2,70
<i>E. trabuti</i>	0,76	6,1	19,6	27,6	0,45	3,21
<i>E. stuartiana</i>	0,88	8,5	18,0	31,0	0,65	2,18
<i>E. microphylla</i>	0,97	7,6	12,2	22,3	0,76	1,60
<i>E. punctata</i>	0,91	6,0	12,5	20,2	0,65	2,08
<i>E. bosistoana</i>	0,90	6,0	12,0	19,6	0,63	2,00
<i>E. botryoides</i>	0,89	6,9	13,1	22,0	0,63	1,89
<i>E. ocmenooides</i>	0,89	5,3	10,6	17,3	0,61	2,00
Mogno	0,63	3,2	4,5	8,6	0,39	1,41
Baguassú	0,54	4,1	9,4	14,3	0,46	2,29
Pau-roxo	1,13	4,4	7,9	14,4	0,69	1,79
Combarú	1,10	4,9	7,3	12,5	0,61	1,49
Caviuna	0,99	2,9	7,1	10,8	0,55	2,45
Peroba	0,82	4,0	7,6	14,1	0,62	1,90
Cedro	0,52	4,0	6,0	12,0	1,50	1,50
Teca	0,67	3,0	5,8	9,4	-	2,35

FONTE: Brotero (1956).

Na madeira já serrada e em lâminas desenroladas ou faqueadas, a liberação das tensões de crescimento continua promovendo danos, na forma de rachaduras, arqueamento, encanoamento, encurvamento, torcimento, variação de dimensões (largura, espessura e comprimento), caso não tenham sido empregadas técnicas para favorecer a liberação de tensões, antes e durante as fases de desdobro e laminação.

As tensões de crescimento que ocorrem transversalmente em um tronco são menores que as que ocorrem longitudinalmente (cerca de dez vezes maior). Como a madeira é menos resistente no sentido transversal, as tensões neste sentido, mesmo sendo menores ainda causam rachaduras.

Segundo Kubler (1987), as tensões longitudinais são as responsáveis pela origem dos empenamentos em madeiras serradas, se a causa for tensão de crescimento.

É comum atribuir somente à madeira de *Eucalyptus* o problema de tensões de crescimento. Segundo Ponce⁴, madeiras tropicais, tradicionalmente utilizadas no país e destinadas à exportação, têm manifestado os efeitos de liberação de tensões de crescimento.

Métodos recomendados para aliviar as tensões de crescimento e minimizar os efeitos provocados durante a liberação

Para a madeira de *Eucalyptus*, vários métodos têm sido testados. Os mais eficientes são:

Técnicas aplicadas na árvore em pé (viva), visando reduzir ou até impedir ocorrências de rachaduras transversais (topo) e longitudinais (ao longo do comprimento), por ocasião da derrubada e seccionamento das toras:

a) Anelamento do albarno e imediata execução do abate: o anelamento do albarno deve ser efetuado com o auxílio da motosserra. A profundidade do anelamento em torno de todo o perímetro, em geral, é de 1/3 ou 1/2 do valor do raio. Kubler (1987) adotou profundidade igual a 1/3 do raio da tora e realizou o corte de derrubada a uma distância igual a 1/4 do seu diâmetro, conforme mostra a Figura 1.

Exemplificando: para uma árvore de *Eucalyptus* spp. com 220cm de

circunferência, adotando-se profundidade de anelamento igual a $1/3$ do raio, teremos:

$$C = D$$

$$D = 70\text{cm}$$

$$R = 35\text{cm}$$

A profundidade de anelamento será de $1/3 \times 35\text{cm} = 11,7\text{cm}$. A distância entre o anelamento e o corte de derrubada será de $1/4 \times 70\text{cm} = 17,5\text{cm}$. Após o abate da árvore, ao se marcarem as posições para seccionamento das toras (traçamento), convém respeitar os mesmos critérios. Aplicando-se adequadamente o método, obtêm-se bons resultados em termos de redução de rachaduras de topo, ocorrendo variações em função de espécies. É evidente que este tipo de intervenção

libera parte das tensões de crescimento e serve para evitar a propagação das rachaduras de topo que podem ocorrer posteriormente. O tratamento por anelamento cumpre, em parte, o objetivo de liberar as tensões de crescimento após o corte das árvores e obtenção das toras. Não se consegue, entretanto, impedir o aparecimento de perdas no centro das pranchas e tábuas após o desdobro, conforme será visto mais adiante.

b) anelamento, morte e secagem da árvore em pé: estudos realizados por De Villiers (1973) e Nicholson (1973), através da morte e secagem da árvore em pé, concluíram que o método oferece efetivas vantagens em termo de redução de rachaduras de topo. Vários pesquisadores têm experimentado diferentes intervalos de tempo entre o anelamento do alburno e a derrubada. Em geral, os intervalos experimentados estão entre cinco até 17 meses. A grande desvantagem do método é a possibilidade de ataques de xilófagos, enquanto a árvore permanece em pé, secando e liberando gradativamente as tensões.

c) armazenamento da madeira

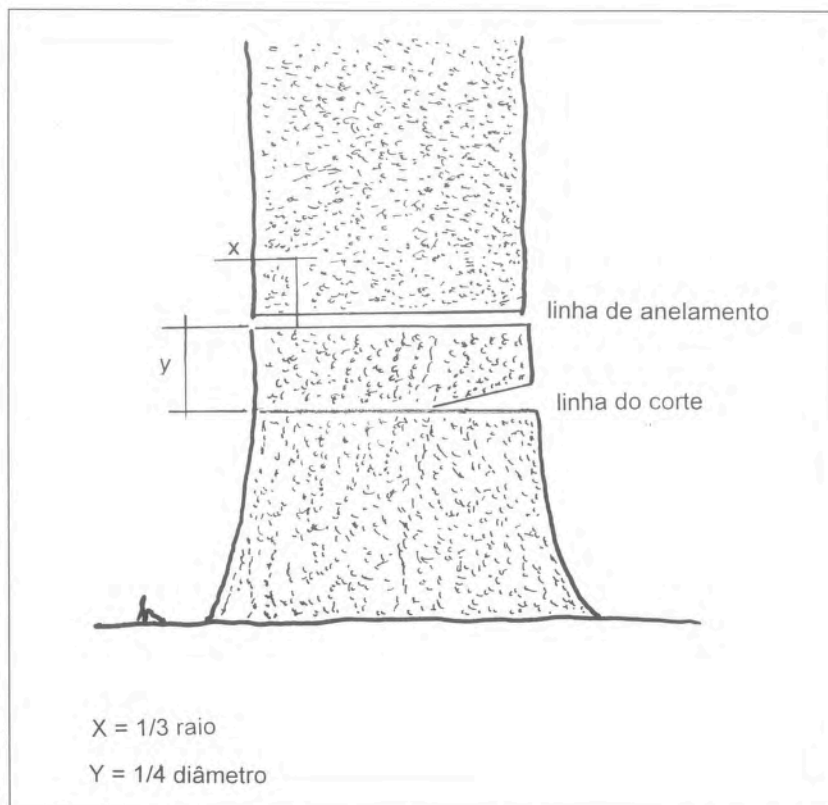


Figura 1 - Anelamento com motosserra da árvore em pé.

FONTE: Mellado (1993).

totalmente imersa em água ou sob aspersão contínua ou intermitente: trabalhando com *Eucalyptus robusta*, Skolmen (1965), citado por Malan (1984), armazenou a madeira sob aspersão por 3 meses e meio, obtendo excelentes resultados em termos de redução de rachaduras, manchas e ataque de insetos.

Aguiar (1986), trabalhando com *Eucalyptus grandis*, obteve bons resultados armazenando a madeira sob aspersão e imersão total. O autor concluiu que o tratamento de imersão total foi mais efetivo no controle de rachaduras de topo, ataque de insetos e fungos.

d) tratamento térmico através de vaporização e cozimento em água: vários trabalhos têm indicado que a vaporização de toras de *Eucalyptus* spp. acelera a formação de rachaduras nos topos, apesar de ser um tratamento recomendado e satisfatório para melhorar a plasticidade, permeabilidade e anisotropia da madeira. Por essa razão, havendo necessidade de fazer vaporização, a madeira deve receber em suas extremidades uma restrição mecânica exercida por fitas metálicas, anelamentos e entalhes (em cruz) feitos

com motosserra na ponta da tora. O entalhe previne a formação de fendas durante o armazenamento e durante a vaporização, enquanto o anelamento irá dificultar a formação de rachaduras.

Lutz e Panzer (1969), citados por Kubler (1987), concluíram que o aquecimento de toras em água a 93°C , por dois dias, liberou completamente as tensões de crescimento. Segundo os autores, a 65°C o tratamento chegou a aliviar $2/3$ das tensões. Skolmen (1967) submeteu a madeira de *Eucalyptus viminalis* a imersão por 24 horas em água quente, obtendo resultado satisfatório. O mesmo autor vaporizou madeira de *Eucalyptus saligna* a 96°C (48 horas), obtendo bons resultados.

A madeira serrada, obtida de toras submetidas a tratamentos tipo anelamento + vaporização + abertura de fendas com motosserra no topo + aplicação de fitas nas extremidades, antes da vaporização, não fica isenta de rachaduras de topo, apesar de significativa redução do mencionado defeito.

e) técnicas adequadas de desdobro: em decorrência das características e da natureza da distribuição das tensões de crescimento existentes dentro do tronco, principalmente de *Eucalyptus* spp., um simples corte efetuado de um lado da tora pode desencadear desequilíbrio de tensões e conseqüentes empenamentos e rachaduras, tanto na tora como na madeira serrada.

Sob o ponto de vista de desequilíbrio de tensões, os efeitos indesejáveis podem ser minimizados mediante a utilização de técnica de desdobro, conhecida como "cortes simultâneos" ou, ainda, *gang sawing*. Consiste na utilização de equipamentos que possuam duas ou mais serras, que possibilitam, ao mesmo tempo, a obtenção de pranchas ou tábuas. No Brasil, os conhecidos engenhos para

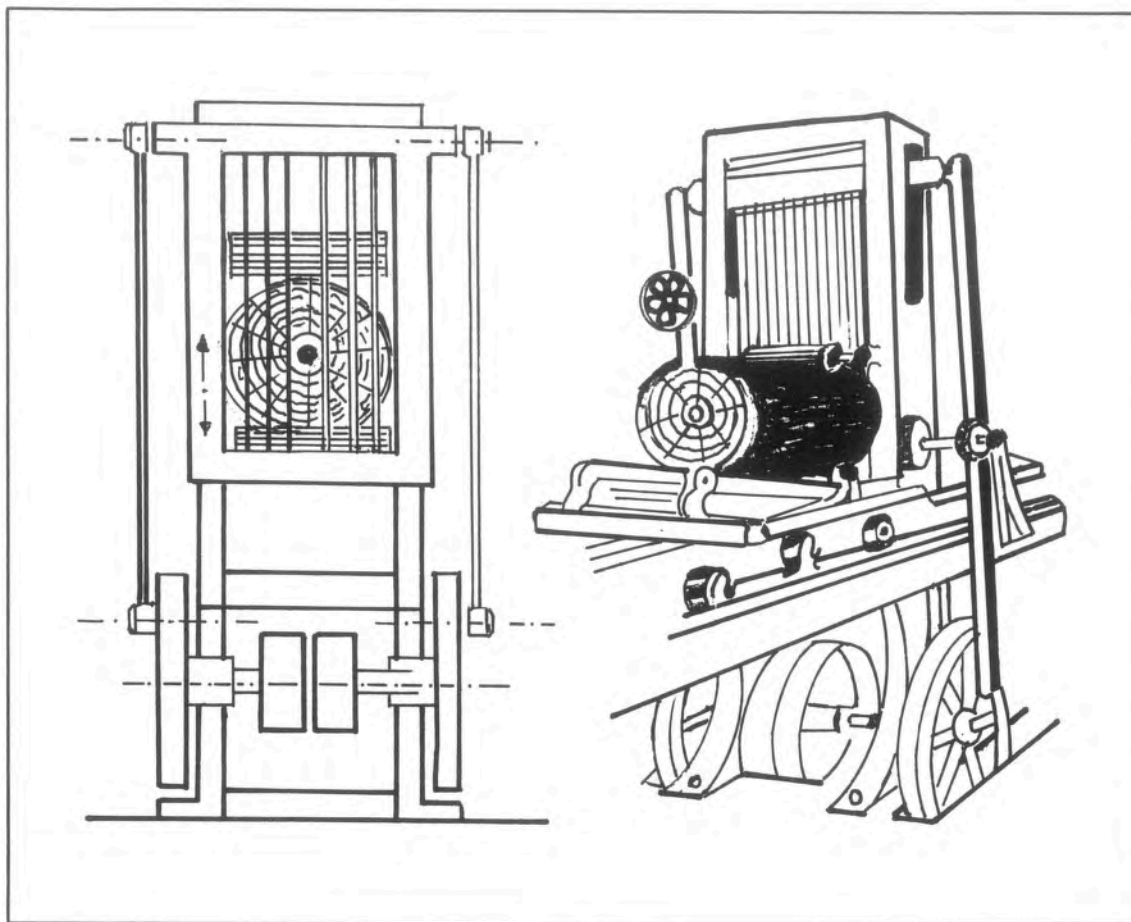


Figura 2 - Vista de frente de um engenho de desdobro tipo "francês", apresentando detalhes de movimentação de tora na alimentação.

desdobro tipo "francês" oferecem parcialmente esta possibilidade. A Figura 2 mostra um engenho tipo "francês" típico. Existem no mercado internacional equipamentos que propiciam cortes

simultâneos, garantindo excelente controle dimensional e transformação simultânea das costaneiras em cavacos.

A técnica "cortes simultâneos", principalmente em *Eucalyptus* spp., não

anterior, outro grupo de serras múltiplas completa o desdobro simultâneo do restante da tora.

No Brasil, devido à simplicidade e disponibilidade de equipamentos, podem-se conseguir bons resultados através do esquadrejamento da tora em três faces, sendo o bloco restante desdobrado em cortes paralelos diretos. Esse método combina desdobro em faces "tangenciais", paralelas ao eixo longitudinal e "cortes alternados".

f) uso de corretores metálicos: a aplicação de corretores metálicos anti-rachaduras, tipo *gang nail* e ganchos na forma de "S" e "C" sobre o topo do tronco, imediatamente após o abate ou seccionamento de toras, oferece bons resultados em termos de restrição mecânica ao desenvolvimento de rachaduras. Esta técnica, principalmente utilizando corretores *gang nail*, tem larga aplicação no controle de rachaduras de topo em madeiras destinadas a postes,

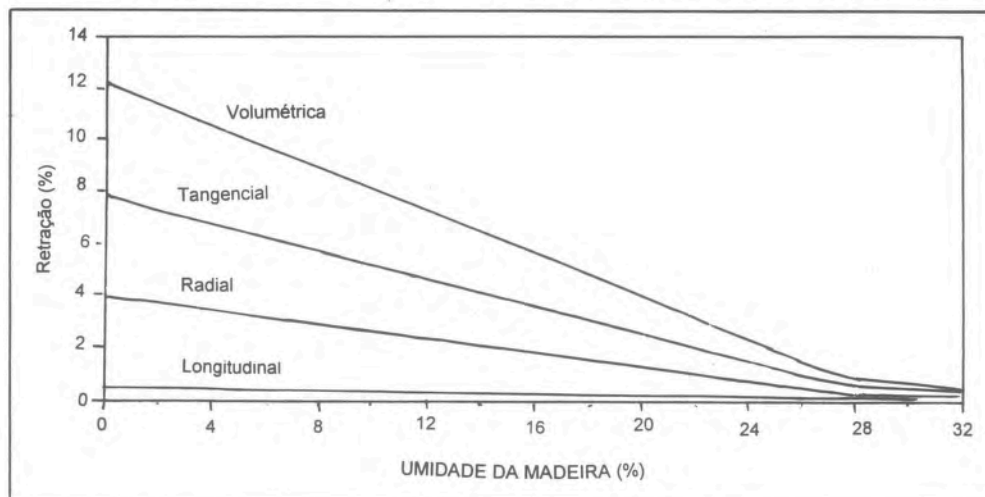


Figura 3 - Característica da retração da madeira (volumétrica e nas direções longitudinal, radial e tangencial), em função da umidade.

FONTE: Galvão & Jankowsky (1985).

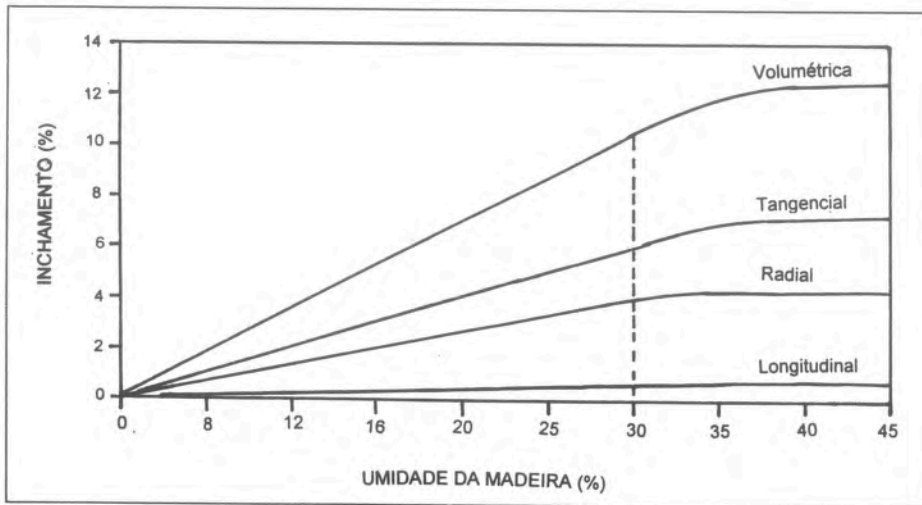


Figura 4 - Característica do inchaço da madeira (volumétrico e nas direções longitudinal, radial e tangencial), em função da umidade.

FONTE: Galvão & Jankowsky (1985).

dormentes e mourões.

Kubler & Chen (1975) recomendam também uso de fitas metálicas ou plásticas, colocadas ao redor do tronco da árvore, antes de sua derrubada ou antes do seccionamento das toras.

INSTABILIDADE DIMENSIONAL NA MADEIRA

Pelas informações contidas nos gráficos das Figuras 3 e 4, verifica-se que a madeira incha e contrai-se diferencialmente, segundo os sentidos de crescimento radial, tangencial e longitudinal, fenômeno conhecido como *anisotropia dimensional*, responsável por defeitos que ocorrem na madeira em processos de secagem e condicionamento, tais como: torções, rachaduras, empenos, abaulamentos, colapso de fibras internas, etc.

A anisotropia dimensional em contração ou inchaço é determinada quantitativamente, através de um fator conhecido como "Fator de Anisotropia Dimensional", assim calculado:

$$A_c = \frac{\alpha t}{\alpha r}$$

onde:

A_c = fator de anisotropia em contração;
 t = contração linear no sentido tangencial;

r = contração linear no sentido radial,
 ou

$$A_i = \frac{\beta t}{\beta r}$$

onde:

A_i = fator de anisotropia em inchaço;

t = inchaço linear no sentido tangencial;

r = inchaço linear no sentido radial.

Diante do exposto, um fator de anisotropia de contração igual a 1 mostra alteração igual de dimensões nos sentidos radial e tangencial, situação que não provoca nenhuma formação de tensões internas, devido à secagem.

Quanto maiores os desvios nesses dois sentidos, mais alto será o fator de anisotropia, causando maiores danos à secagem (tensões internas maiores). Madeiras com fator de anisotropia entre 1,2-1,5 são consideradas excelentes sob o ponto de vista de estabilidade dimensional. Como exemplo, temos o cedro (*Cedrela fissilis*) que tem uma anisotropia dimensional igual a 1,5. Madeiras com essa condição, salvo a ação de outros fatores, são próprias para usos que não permitem empenamentos. Um fator de anisotropia entre 1,6-1,9 é ainda considerado normal, a não ser em situações em que não pode ocorrer nenhum defeito proveniente de instabilidade dimensional. A partir do fator 2,0, o uso da madeira é muito restrito em grande número de aplicações (Nock et al., 1975 e Calil Júnior et al., 1992).

O Quadro 1 apresenta o valor de contrações lineares e os fatores de anisotropia em contração até 15% de umidade para madeiras de *Eucalyptus* spp. e outras espécies latifoliadas.

Aplicações práticas do conhecimento da anisotropia dimensional da madeira

É possível selecionar madeiras mais estáveis dimensionalmente. Quanto mais próximos forem os valores absolutos da contração linear no sentido tangencial e radial, mais estável é a madeira. Da mesma forma, quanto menor for o fator de anisotropia em contração, mais estável é a madeira. O bom conhecimento destas relações constitui excelente base para se definir com segurança, se é viável ou não o uso de determinada madeira em aplicações, cuja falta de estabilidade dimensional constitui fator limitante, no caso de fabricação de instrumentos musicais, esquadrias etc. Não existem, na prática, madeiras totalmente estáveis, mas existem madeiras com boa e até excelente estabilidade.

Uma rápida análise dos dados do Quadro 1 mostra que a madeira de *Eucalyptus*, em geral, apresenta baixa estabilidade dimensional. Em 27 espécies relacionadas, 78% apresentam fator de anisotropia maior que 2. Esta realidade, entretanto, não elimina a possibilidade de usos da madeira de várias espécies de *Eucalyptus* na indústria moveleira, construção civil, esquadrias, etc. Existem técnicas de desdobro, secagem e processamento final da madeira que eliminam ou minimizam o problema. Por outro lado, existe a possibilidade de transformação da madeira natural em painéis compensados ou reconstituídos, em que os problemas de instabilidade dimensional praticamente são eliminados.

Técnicas recomendadas para minimizar os efeitos da instabilidade dimensional da madeira de *Eucalyptus* spp.

Desdobro

Segundo o ITP (Madeira... 1985), desdobro de toras é o processo utilizado para serrar uma tora, transformando-a em peças de seções quadrangulares ou retangulares. Sob o ponto de vista anatômico e geométrico, uma das alternativas para desdobrar uma tora é executar o corte em função dos anéis de crescimento. Agindo dessa forma, obtêm-se no final peças com faces tangenciais e radiais. Peças com faces tangenciais são

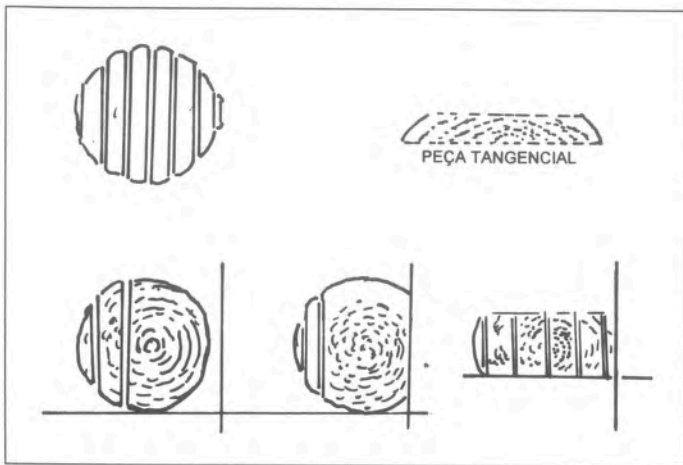


Figura 5 - Descobro no sentido tangencial.

FONTE: Madeira... (1985).

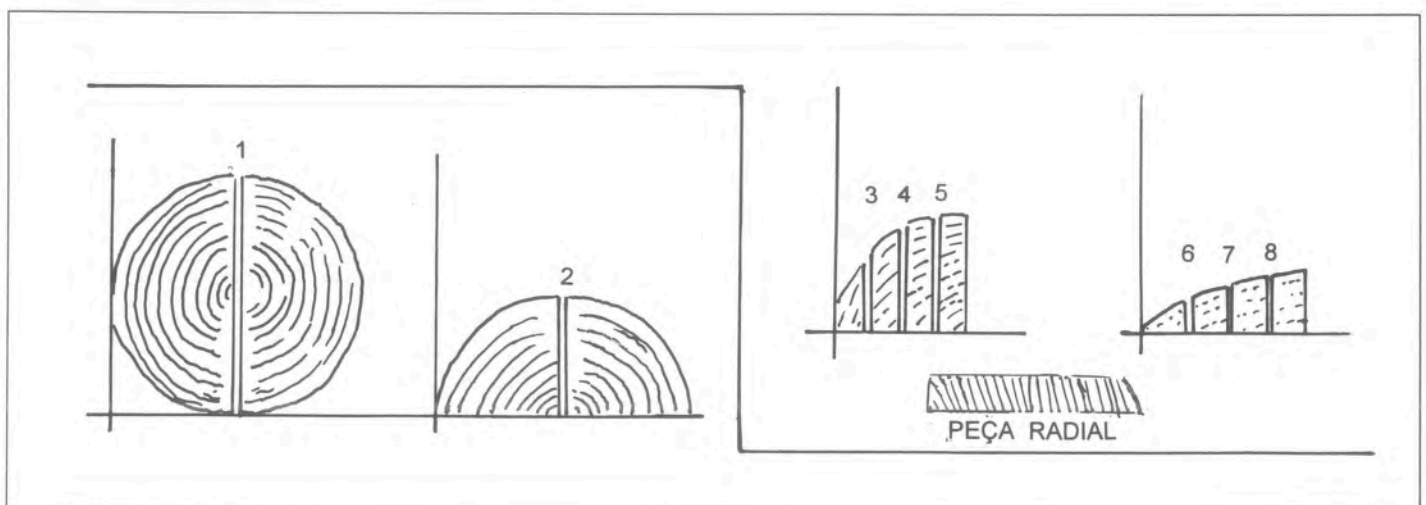
obtidas, quando a tora é serrada em cortes paralelos e as peças são obtidas no plano tangencial aos anéis de crescimento. Este é o sistema frequentemente mais utilizado, devido, principalmente, à simplicidade de operação, conforme Figura 5. O grande problema é que peças com faces tangenciais são muito susceptíveis a sofrerem abaulamento, encanoamento etc., especialmente em *Eucalyptus* spp.

Executando o descobro de modo que a serra intercepte perpendicularmente os anéis de crescimento e, ao máximo possível, executando cortes paralelos aos anéis de crescimento, obtêm-se peças com faces radiais, conforme Figura 6.

Sempre que possível, deve-se procurar obter o máximo de peças com faces radiais.

Figura 6 - Descobro no sentido radial.

FONTE: Madeira... (1985).



Além de mais estáveis, as superfícies radiais apresentam aspectos decorativos mais interessantes, evidenciando-se o brilho das faixas de parênquima dos raios lenhosos.

Outra seqüência utilizada para obter peças com faces radiais, pode ser descrita da seguinte forma:

Divide-se a tora em quatro partes,

através de cortes perpendiculares que se cruzam no centro. Os quartos obtidos, conforme Figura 5, são processados separadamente. Pratica-se, em primeiro lugar, um corte paralelo em uma das faces, obtendo-se uma tábua de faces aproximadamente paralelas ao raio. Gira-se, em seguida, o bloco em uma rotação de 90°, executando o segundo corte paralelo a outra face, dando uma segunda tábua de largura um pouco inferior. Repetindo-se estas operações consegue-se a serragem do bloco, do qual as primeiras tábuas são de faces radiais e as restantes, de faces com orientação tendendo para tangencial. As ilustrações da Figura 7 mostram como executar o descobro até a obtenção final de uma peça de seção quadrada, conhecido como barrote. É evidente que a obtenção

de peças orientadas ao máximo possível no sentido radial encarece e dificulta o processo de descobro. Para usos em que a estabilidade dimensional é importante, a adoção desta técnica chega a ser obrigatória.

Secagem e controle de colapso

Em decorrência das características de anisotropia dimensional, acentuados níveis de tensões de crescimento, elevados teores de extrativos, características anatômicas pouco favoráveis e tendências ao desenvolvimento de colapso, a madeira de espécies de *Eucalyptus*, em geral, pode ser considerada de difícil secagem.

Diante das considerações, qualquer programa de secagem de madeira de *Eucalyptus* deve incluir etapas destinadas à redução dos níveis de tensões de crescimento, aumento da permeabilidade e da plasticidade da madeira, eliminação de tensões de secagem e recuperação de colapso.

Estas etapas são: pré-vaporização, fase de recuperação de colapso e vaporização final.

Para auxiliar no controle dos efeitos da instabilidade dimensional, recomendam-se utilizar recursos propiciados pela restrição mecânica.

Em geral, as técnicas de secagem de madeira de espécies de *Eucalyptus* recomendam secar a madeira ao ar livre até atingir o ponto de saturação das fibras (PSF). Em seguida, deve-se secá-la em estufa até atingir o teor de umidade final desejado.

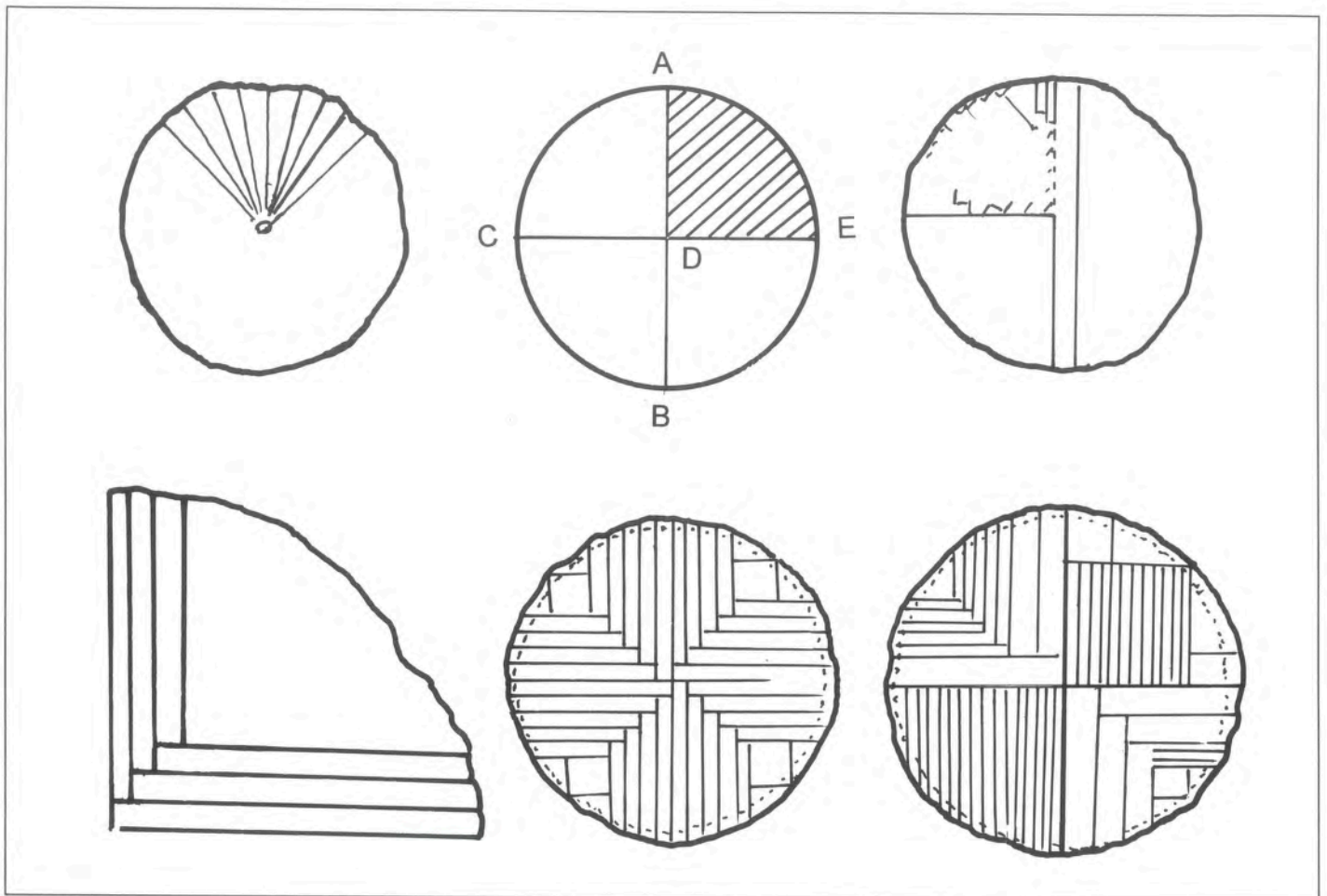


Figura 7 - Seqüência para desdobro, visando obter peças com faces radiais.
 FONTE: Tecnologia... (1965).

Segundo Neuman (1989), no Chile, a madeira de *Eucalyptus globulus* tem sido secada ao ar até atingir 30% de umidade, num período de oito a 15 meses, dependendo da latitude. Posteriormente, a secagem é feita em estufa até o teor final, em duas a três semanas.

O mesmo autor recomenda secar a madeira de *Eucalyptus globulus*, através de uma pré-secagem, e completá-la com alta temperatura. Para madeira de 30mm de espessura, o tempo de secagem desde 70% de umidade até 21% é de 35 dias, com uma temperatura inicial de 22,5°C e final de 35°C. O tempo de secagem de 21% até 10% seria de 30 horas, com temperatura de 110°C. Segundo Kaumann (1992), citado por Mellado (1993), o tempo de secagem para *Eucalyptus* a partir do PSF seria em torno de 120-200 horas, num período

de cinco a oito dias.

Mellado (1993), trabalhando com tábuas de madeira de *Eucalyptus grandis* de 30mm de espessura, desde a condição de verde até o teor final de 9%, conseguiu, no final da secagem, 94% de madeira aproveitável, apesar de ter constatado durante o trabalho, ocorrência de encanoamento, colapso e rachaduras. O pesquisador utilizou um programa de secagem com as seguintes características: início com temperatura não superior a 40°C e umidade relativa baixa, restrição mecânica (pressão de 140 kg/m²), vaporização inicial de duas horas, recuperação intermediária para recuperação das madeiras colapsadas (a 17% de umidade) e vaporização variando de uma até quatro horas, visando à liberação de tensões de secagem e equilíbrio do gradiente de

umidade da madeira.

CONCLUSÕES

Para a plena utilização da madeira de *Eucalyptus* spp. em processos industriais, visando à obtenção de produtos de maior valor agregado, seja através da integração industrial seja isoladamente, muitos problemas de ordem técnica ainda dependem de soluções. As grandes empresas do setor industrial madeireiro já vislumbraram que o uso alternativo da sua matéria-prima é uma opção estratégica. O grande desafio, entretanto, é conseguir que reflorestadoras adotem modernos e eficientes planos de manejo nos povoamentos a serem implantados ou conduzidos. O pleno sucesso do uso alternativo da madeira de espécies de *Eucalyptus*, além de depender em

grande escala do desenvolvimento de tecnologias em nível industrial, está intimamente ligado ao manejo adequado, à correta seleção das espécies, ao melhoramento genético e ao uso de técnicas que evitem o aparecimento de defeitos até a fase de utilização da madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, O.J.R. Métodos para controle das rachaduras de topo para toras de *Eucalyptus grandis* (Hill Ex

Malden) visando a produção de lâminas por desenvolvimento. Piracicaba: USP, 1986. Tese mestrado.
 BROTERO, F.A. Métodos de ensaios adotados no I.P.T. para o estudo de madeiras nacionais: tabelas de resultados obtidos para madeiras nacionais. 2.ed. São Paulo: [s.n.], 1956. 60 p. (Boletim, 31).
 CALIL JÚNIOR, C.; INO, A.; ACHCAR, J. Análise estatística da retração de algumas espécies de eucalipto. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 4, 1992, São Carlos. Anals... São Carlos: LAMEM/EESC/USP, 1992. p.167-177.
 DE VILLIERS, A.M. Utilization problems with some eucalypts. In: IUFRO Meeting, 5, 1973, Cape Town, RSA. Proceedings... Cape Town, Republic of South Africa: [s.n.], 1973. v.2. p.238-255.
 DINWOODIE, J.M. Growth stress in Timber. A Review of Literature Forestry, London, v.39, n.2, p.238-255, 1973.
 GALVÃO, A.P.M.; JANKOWSKY, I.P. Secagem racional da madeira. São Paulo: [s.n.], 1985. 111p.
 KUBLER, H.; CHEN, T.H. Prevention of crusscut and heating checs in log enols. Wood Science Technology, New York, v.9, n.1, p.15-24, 1975.

KUBLER, H. Growth stress in trees and related wood properties. Forest Products Abstracts, Oxford, v.10, n.3, p.61-119, 1987.
 MADEIRA: o que é e como pode ser processada e utilizada. São Paulo: IPT, 189p. (IPT. Boletim ABPM, 36).
 MALAN, F.S. Studies on the phenolpic variation in growth stress intensity and its association with tree and wood properties of South Africa grow, *Eucalyptus grandis* (Hill Ex. Malden). Stellenbosch, 1984. Tese Doutorado.
 MELLADO, E.C.E.R. Contribuição ao desenvolvimento tecnológico para utilização de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* (Hill Ex. Malden): na geração de produtos com maior valor agregado. Curitiba: UFPR, 1993. 133p. Tese Mestrado.
 NEUMAN, R. Kiln drying young *Eucalyptus globulus* boards from green. In: WOOD DRYING SIMPOSIUM, 1989, Seattle. Proceedings... Seattle: IUFRO, 1989. p.107-115.
 NICHOLSON, J.E. Growth stress differences in eucalypts. Forest Science, Lawrence, Kansas, v.19, n.3, p.169-174, 1973.
 NOCK, P.; RICHTER, H.G.; BURGUER, L.M. Tecnologia da madeira. Curitiba: UFPR, 1975. 201p. Apostila.
 SKOLMEN, R.G. Heating logs... to relieve growth stress. Forest Product Journal, Madison, v.17, n.7, p.41-42, 1967.
 TECNOLOGIA florestal. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia, 1965. 149p. Apostila.

EPAMIG - FAPEMIG

Fazendo o progresso através da Ciência e
Tecnologia

O progresso e o desenvolvimento dos povos
sempre dependeram de Ciência e Tecnologia

A agropecuária sem tecnologia não
conseguirá produzir os alimentos e matérias-
primas necessárias para suprir as
necessidades da agroindústria e das
populações.

Por isso é de vital importância o
investimento em Ciência e Tecnologia

EPAMIG - FAPEMIG
Uma parceria feliz

NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE EUCALIPTO

Nairam F. de Barros¹
 Júlio César L. Neves²
 Roberto F. de Novais³

INTRODUÇÃO

A adubação é a técnica mais eficiente para acelerar o crescimento tanto de mudas no viveiro, como de plantas no campo. Atualmente esta técnica é amplamente utilizada no Brasil, para a produção de mudas de eucalipto e para seu cultivo no campo. Contudo, para o seu uso racional, há que se conhecer a demanda nutricional delas, seja no viveiro seja no campo, e a capacidade do substrato de crescimento das plantas em fornecer os nutrientes necessários na quantidade e no tempo adequados. Com isso, pode-se decidir sobre a necessidade de adubação e, se for o caso, sobre como administrá-la.

CRESCIMENTO E DEMANDA NUTRICIONAL

Tanto no viveiro como no campo, há uma estreita relação entre a demanda de nutrientes e o crescimento das plantas. Por sua vez, o crescimento mostra uma relação definida com a idade das plantas, assumindo, em geral, uma tendência sigmoideal, conforme ilustrado no Gráfico 1. No modelo sigmoideal, três fases podem ser identificadas, mas as razões para sua existência podem ser diferentes, se se considera a produção de mudas no viveiro ou a planta crescendo no campo.

No viveiro, a fase I corresponde ao período imediatamente após a

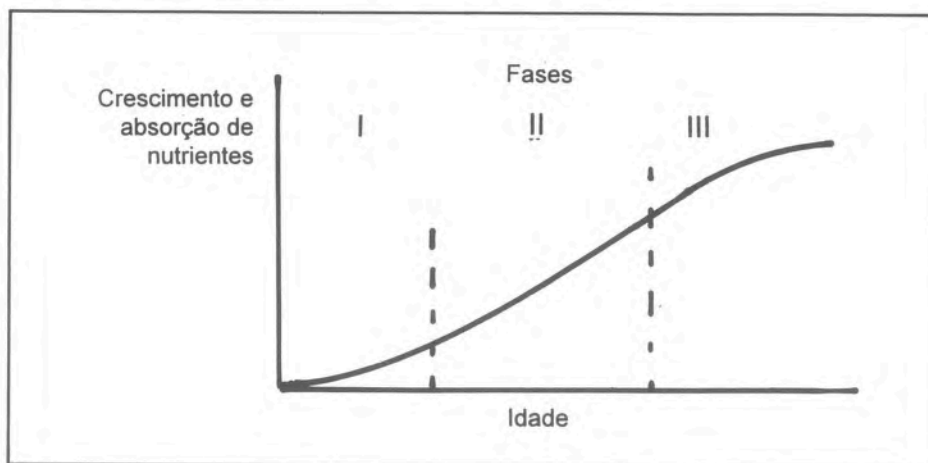
germinação das sementes até o momento em que há um razoável volume de raízes para a absorção de água e de nutrientes. Nesta fase, o crescimento é lento, porque a plântula direciona, em termos relativos, a maior parte de suas energias para a formação de raízes e para a expansão da área foliar. Para eucalipto, ela normalmente vai até à idade em que se procede ao raleio das mudas, 30-35 dias após a sementeira. Aqui, nutrientes para o rápido crescimento radicular, como nitrogênio (N) e fósforo (P), são importantes. Em geral, a adubação nitrogenada é mais leve, devido ao efeito salino dos adubos nitrogenados e à facilidade de lixiviação do nutriente, e a fosfatada mais pesada, devido à baixa mobilidade do nutriente na maioria dos substratos. No caso do P, aliado à

sua baixa mobilidade, há de se considerar o reduzido volume de raízes das plantas nesta fase, o que reforça a necessidade de uso de quantidades mais elevadas do nutriente.

O rápido crescimento das mudas na fase II é consequência da existência de adequados volume de raízes e área foliar para absorção de água e de nutrientes e absorção de CO₂ e energia radiante. Normalmente, no viveiro, esta fase ocorre para o eucalipto, a partir de 40 dias da sementeira. Esta é a fase em que a demanda de nutrientes é mais intensa e elevada, e, se for o caso (isto é, de acordo com a fertilidade do substrato), a administração de fertilizantes deve ser mais elevada e mais freqüente.

No viveiro, a terceira fase indicada no Gráfico 1 ocorre em função da

Gráfico 1 - Relação entre crescimento e absorção de nutrientes com a idade das plantas.



¹ Eng^o Florestal, Ph.D. - Prof. Tit/Dept^o/Solos/UFV - CEP 36571-000 Viçosa, MG

² Eng^o Agr^o, M.Sc. - Prof. Assist/Dept^o/Solos/UFV - CEP 36571-000 Viçosa, MG

³ Eng^o Agr^o, Ph.D. - Prof. Tit/Dept^o/Solos/UFV - CEP 36571-000 Viçosa, MG

QUADRO 1 - Níveis Críticos de P, K e Mg no Solo (camada de 0-20cm) para a Manutenção da Produtividade de *Eucalyptus* spp

Elemento	Espécie	Tipo de Solo	Produtividade Esperada (m ³ /ha/ano)				
			10	20	30	40	50
P (mg/kg)	<i>E. citriodora</i>	argiloso	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4
P (mg/kg)	<i>E. citriodora</i>	arenoso	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8
⁽¹⁾ K (mg/kg)	<i>E. citriodora</i>	-	36	54	72	90	108
⁽²⁾ Ca ²⁺ (cmol _c /kg)	<i>E. citriodora</i>	-	0,30	0,45	0,60	0,70	0,80
⁽²⁾ Mg ²⁺ (cmol _c /kg)	<i>E. citriodora</i>	-	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20
P (mg/kg)	<i>E. cloeziana</i>	argiloso	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2
P (mg/kg)	<i>E. cloeziana</i>	arenoso	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2
K (mg/kg)	<i>E. cloeziana</i>	-	16	23	31	39	47
Ca ²⁺ (cmol _c /kg)	<i>E. cloeziana</i>	-	0,18	0,29	0,36	0,42	0,48
Mg ²⁺ (cmol _c /kg)	<i>E. cloeziana</i>	-	0,08	0,11	0,15	0,18	0,22
P (mg/kg)	<i>E. urophylla</i>	argiloso	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5
P (mg/kg)	<i>E. urophylla</i>	arenoso	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5
K (mg/kg)	<i>E. urophylla</i>	-	30	45	60	75	90
Ca ²⁺ (cmol _c /kg)	<i>E. urophylla</i>	-	0,22	0,33	0,44	0,51	0,60
Mg ²⁺ (cmol _c /kg)	<i>E. urophylla</i>	-	0,06	0,08	0,11	0,13	0,16
P (mg/kg)	<i>E. grandis</i>	argiloso	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5
P (mg/kg)	<i>E. grandis</i>	arenoso	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5
K (mg/kg)	<i>E. grandis</i>	-	30	45	60	75	90
Ca ²⁺ (cmol _c /kg)	<i>E. grandis</i>	-	0,30	0,45	0,60	0,70	0,80
Mg ²⁺ (cmol _c /kg)	<i>E. grandis</i>	-	0,07	0,10	0,13	0,16	0,19
P (mg/kg)	<i>E. camaldulensis</i>	argiloso	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8
P (mg/kg)	<i>E. camaldulensis</i>	arenoso	8,7	8,8	8,9	9,0	10,0
K (mg/kg)	<i>E. camaldulensis</i>	-	40	60	80	100	120
Ca ²⁺ (cmol _c /kg)	<i>E. camaldulensis</i>	-	0,36	0,54	0,78	1,02	1,26
Mg ²⁺ (cmol _c /kg)	<i>E. camaldulensis</i>	-	0,07	0,10	0,13	0,16	0,19

FONTE: Barros & Novais (1992).

(1) Extrator Mehlich-1.; (2) Extrator KCl 1 Mol/L.

limitação imposta pelo tamanho do recipiente. Em geral, como os recipientes utilizados têm volume

reduzido, nesta fase tende a haver um desequilíbrio da parte aérea: raízes, levando à redução de crescimento, em

razão de o sistema radicular não ser capaz de absorver nutrientes e água para sustentar o crescimento da parte aérea. Portanto, o crescimento da parte aérea se reduz de modo a manter um adequado equilíbrio raiz: parte aérea. Com isso, a quantidade de nutrientes demandada é menor.

Uma variação no modelo representado no Gráfico 1, pode ser observada, quando se considera a produção de mudas por enraizamento de estacas. As estacas, aparentemente, possuem reservas maiores que as sementes de eucalipto. Por isso, a fase inicial do crescimento, ou pelo menos parte dela, pode ser suportada pela retranslocação de reservas e de alguns nutrientes minerais. Assim, algumas empresas não misturam fertilizantes com o substrato de enraizamento das estacas, retardando a aplicação de adubos para o período após a emissão de raízes pelas estacas, isto é, 30 a 40 dias após o início do processo de produção das mudas. Embora não se disponha de estudos específicos, há observações que indicam a vantagem da mistura do fertilizante, especialmente o fosfatado, com o substrato de enraizamento. Este procedimento leva a um crescimento mais rápido da muda enraizada e a um melhor aspecto nutricional.

Passados os primeiros 30 - 40 dias no processo de produção de mudas de estacas, as fases II e III, indicadas no Gráfico 1, se aplicam. As razões e processos a elas referentes são os mesmos já discutidos para a produção de mudas a partir de sementes.

No campo, depois de uma fase inicial bem curta de adaptação da muda ao novo ambiente e com pouca demanda de nutrientes, a planta entra num estágio de crescimento intenso e de acúmulo de nutrientes, quando a taxa de absorção é linearmente relacionada com a idade da planta (Gráfico 1). Este estágio corresponde ao estágio I definido por Attiwill (1981) e Miller (1984) e é caracterizado por elevada taxa de crescimento e alta demanda de nutrientes. A maior parte do CO₂ fixado é alocada na copa (folhas e galhos finos) e sistema radicular

QUADRO 2 - Quantidades (kg/ha) de P₂O₅, K₂O e CaO para Suprir as Necessidades de Espécies de Eucalipto sob Vários Níveis de Produtividade de Madeira

Elemento ⁽¹⁾ (kg/ha)	Espécie	Produtividade Esperada (m ³ /ha/ano)				
		10	20	30	40	50
P ₂ O ₅	<i>E. citriodora</i>	183	187	190	194	198
K ₂ O	<i>E. citriodora</i>	86	129	173	216	259
CaO	<i>E. citriodora</i>	207	308	414	487	560
P ₂ O ₅	<i>E. cloeziana</i>	137	145	146	149	152
K ₂ O	<i>E. cloeziana</i>	38	55	74	94	113
CaO	<i>E. cloeziana</i>	146	224	286	336	392
P ₂ O ₅	<i>E. urophylla</i>	149	152	156	160	163
K ₂ O	<i>E. urophylla</i>	72	108	144	180	216
CaO	<i>E. urophylla</i>	157	230	308	358	426
P ₂ O ₅	<i>E. grandis</i>	149	152	156	160	163
K ₂ O	<i>E. grandis</i>	72	108	144	180	216
CaO	<i>E. grandis</i>	207	308	409	482	554
P ₂ O ₅	<i>E. camaldulensis</i>	205	209	214	220	224
K ₂ O	<i>E. camaldulensis</i>	96	144	192	240	288
CaO	<i>E. camaldulensis</i>	248	370	490	578	665

FONTE: Barros & Novais (1992).

(1) Quantidades estimadas para produção da biomassa total.

(especialmente raízes finas), partes com concentrações de nutrientes relativamente elevadas. Nesta fase, a relação entre matéria seca total produzida e nutrientes absorvidos é pouco significativa.

Na segunda fase ou estágio, a planta investe na formação de seu suporte físico, o tronco, que é uma parte com menor demanda relativa de nutrientes e, por isso, o processo de absorção de nutrientes do solo diminui. Neste estágio, já se aproxima o tempo de fechamento das copas e a restrição lumínica evita fortes ganhos adicionais em biomassa e área foliar. Os nutrientes absorvidos e retranslocados são enviados, principalmente, para a formação de tronco. Isso implica que a ciclagem bioquímica e geoquímica de nutrientes é intensificada. Como consequência, uma parte considerável da demanda nutricional no povoamento é satisfeita pelo processo de ciclagem. Por fim, na terceira fase ou estágio de crescimento, a floresta avança para a maturidade com a formação de estruturas definitivas como o cerne.

Há uma forte redução da demanda de nutrientes do solo e, praticamente, a nutrição do povoamento é toda satisfeita pela ciclagem de nutrientes. Do ponto de vista de economia de nutrientes, esta é a fase mais recomendada para a colheita florestal, pois a produção de matéria seca por unidade de nutriente absorvido (coeficiente de utilização biológica - CUB) tende para valores próximos do ótimo. Na prática, como a definição da idade de corte do povoamento é feita com base no incremento médio anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA) em volume, que se interceptam em idades mais jovens (em geral dois a três anos antes) do que acontece para biomassa, a colheita é feita antes que o ótimo nutricional seja atingido.

ADUBAÇÃO MINERAL NO VIVEIRO

A técnica de adubação mineral de

mudas de eucalipto foi detalhadamente abordada por Neves et al. (1990). Esses autores, com base em uma série de estudos, recomendam, para quando o substrato a ser utilizado for solo, a aplicação de 50 a 150 g/m³ de N, iniciando com a adição de 50 g/m³. Essas doses podem ser atendidas com o emprego de 240 a 715 g/dm³ de sulfato de amônio ou de 110 a 325 g/m³ de uréia. No caso de P, a recomendação é de 200 a 300 g/m³ de substrato, ou seja, 460 a 690g de P₂O₅/m³, que podem ser supridos com o uso de 980 a 1470 g/m³ de superfosfato triplo ou 2550 a 3830 g/m³ de superfosfato simples.

A recomendação de potássio (K) feita por aqueles autores leva em conta a necessidade de elevar o nível do nutriente no solo para 30 mg/dm³. Para cada mg/dm³ de K a ser acrescido no solo, deve-se aplicar 1g K/m³ ou 2g de KCl/m³. Para enxofre (S), os autores recomendam, de maneira genérica, de 20 a 40g S/m³. Esta recomendação pode ser atendida pelo uso de sulfato de amônio (85 a 170 g/m³ de substrato) ou de superfosfato simples (180 a 360 g/m³) ou, ainda, de gesso (110 a 220 g/m³ de solo). Ao se optar pelo sulfato de amônio para suprir N ou superfosfato simples para suprir P, estar-se-á automaticamente atendendo à recomendação de S.

Quanto à aplicação de calcário, em razão da tolerância da maioria das espécies de eucalipto à acidez do solo (Neves et al., 1982), a recomendação é adicionar o cálcio (Ca) e magnésio (Mg) como nutrientes para atingir os níveis de 0,40 cmol_c/dm³ de Ca²⁺ (corresponde a 80 g Ca/m³) e 0,10 cmol_c/dm³ de Mg²⁺ (corresponde a 12 g Mg/m³). A necessidade de Ca é normalmente satisfeita, se superfosfato triplo (1kg contém 130g de Ca) ou superfosfato simples (2,3kg contém 440 g de Ca) é utilizado como fonte de P. Nesse caso, a recomendação de Mg pode ser atendida pelo uso de MgSO₄, cerca de 60 g/m³ de solo.

Dos micronutrientes, o boro (B) e o zinco (Zn) são aqueles em que, a não aplicação via fertilizantes, mostra maiores chances de reduzir o

QUADRO 3 - Taxa Relativa de Produção de Biomassa e de Acúmulo de N, P, K, Ca e Mg em Povoamentos de *Eucalyptus grandis* na Região de Bom Despacho-MG

Idade (meses)	Biomassa Aérea	N%	P%	K%	Ca%	Mg%
12	9,6	16	17	16	16	15
24	17,0	22	20	21	18	19
36	17,4	20	20	21	22	19
48	22,1	16	17	16	17	18
60	18,1	13	14	14	14	15
72	15,7	12	11	11	12	14

FONTE: Dados básicos: Reis et al. (1987).

crescimento de mudas de eucalipto no viveiro. A suplementação destes nutrientes, quando necessária, - normalmente definida com base no aparecimento de sintomas visuais de deficiência -, deve ser feita via água de irrigação, aplicando-se, durante duas ou três semanas, soluções contendo 0,1% de bórax e 0,1% de sulfato de zinco.

Atualmente, a maioria das empresas florestais utilizam, em substituição ao solo, outros substratos ou misturas de substratos com composição química e propriedades físico-químicas bastante variadas. Dentre os materiais utilizados, têm-se a vermiculita, moinha de carvão, palha de arroz carbonizada, turfa, compostos orgânicos obtidos de diversos materiais etc. A variação nas características desses substratos tem dificultado, de maneira considerável, a recomendação de adubação, pois, de acordo com os materiais utilizados para a formação do substrato e a proporção entre eles, a capacidade de retenção de umidade e de nutrientes também varia. Além disso, a composição química e a taxa de liberação de nutrientes diferem de material para material e em suas misturas. Por isso, tem sido freqüente o fato de algumas empresas terem dificuldade de produzir mudas com o padrão e a qualidade desejados no tempo programado para o plantio no campo. Problemas de natureza

nutricional são comuns, por falta, excesso ou desequilíbrio entre nutrientes.

Idealmente, para cada substrato ou mistura a ser utilizada, dever-se-ia, antes de decidir sobre a adubação, conduzir estudos para determinar a capacidade do substrato em fornecer nutrientes e reter os nutrientes aplicados via fertilizantes. Sabe-se, por exemplo, que a vermiculita é rica em K e Mg (Neves et al., 1990) e que, possivelmente, dispensa a aplicação destes nutrientes via fertilizantes. A capacidade da vermiculita em reter P é relativamente pequena, e a lixiviação do nutriente aumenta com a dose aplicada e com a intensidade de irrigação. Esta capacidade não é muito alterada, se esterco bovino ou moinha de carvão é misturado à vermiculita (60% desta em volume), mas é melhorada se a mistura é feita com composto orgânico (Trindade et al., 1989). Lima et al. (1991) estudaram a lixiviação de N, P, K, Ca e Mg de três substratos (A - vermiculita: terra de substrato: moinha de carvão na relação de 2:1:1 em volume; B - vermiculita: subsolo: casca de arroz carbonizada, na relação de 2:1:1, e C - vermiculita: composto de casca de eucalipto, na relação 1:1) e constataram perda dos nutrientes em qualquer situação, especialmente nos primeiros 21 dias após o início da irrigação. Esses autores ressaltam, ainda, a diferença entre os substratos testados na

capacidade de suprir nutrientes, sendo o substrato B mais rico em K e o C em Ca e Mg.

Diante das dificuldades de se obterem na prática as informações necessárias ao manejo ideal da adubação, no viveiro tem-se optado pela aplicação de parte dos nutrientes em mistura com o substrato, sendo o restante suprido via água de irrigação. Dessa forma, a mistura de cerca de 1kg de P_2O_5/m^3 de substrato, acompanhada ou não de menor porção de N (0,3 kg/dm³) e de K (0,6 kg de K_2O/m^3), tem sido recomendada. Após a eliminação das mudas excedentes (raleio), inicia-se a aplicação de N e K (adubo 20-00-20, por exemplo) e, eventualmente, P via água de irrigação, em soluções - com cerca de 0,3 a 0,4% de sais. Esta aplicação deve ser feita semanalmente ou em semanas alternadas, de acordo com o aspecto e crescimento das mudas. Após cada aplicação, deve-se fazer uma irrigação leve com água para eliminar sais que podem-se acumular sobre as folhas.

Uma excelente opção para a adubação desses materiais ou mistura deles é o emprego de "osmocote", um fertilizante com liberação lenta de nutrientes. O emprego de 3 a 4kg de osmocote/m³ de substrato tem permitido produzir mudas de ótima qualidade. Ressalta-se que o osmocote deve ter formulação NPK em torno de 17-9-11 e liberar os nutrientes em cerca de 90 dias.

A ocorrência de deficiência de micronutrientes, quando se utilizam outros materiais que não o solo, é muito freqüente. Por isso, deve-se estar atento ao aparecimento dos sintomas, que podem ser eliminados com a aplicação de soluções 0,1% de bórax, 0,1% de sulfato de zinco, 0,1% de sulfato de ferro ou 0,1% de sulfato de manganês, de acordo com a deficiência observada. Essas soluções devem ser aplicadas duas ou três vezes para eliminar o problema. Fotografias mostrando os sintomas de deficiências desses micronutrientes em eucalipto são apresentadas no livro Relação-Solo-Eucalipto (Barros & Novais, 1990).

ADUBAÇÃO DE JARDIM CLONAL

Empresas que produzem mudas por

enraizamento de estacas, normalmente utilizam jardins clonais, isto é, áreas onde são plantados os clones, em espaçamento reduzido, para coleta de estacas. Até o momento não se dispõe de informações de pesquisa sobre o manejo da adubação de jardins clonais. Contudo, em razão da grande intensidade com que se coletam as brotações para obtenção das estacas, pode-se inferir a forte exaustão de nutrientes a que é submetido o solo desses jardins. Por isso, tem-se recomendado correção e adubações relativamente pesadas para essas áreas. O teor de Ca + Mg deve ser elevado para cerca de 2 cmol/dm³, a dose de P deve variar de 300 a 400kg P₂O₅/ha, de FTE de 150-200 kg/ha, em área total, e a aplicação de N e K ser parcelada, após o estabelecimento da muda, de modo a fornecer de 150 a 200 kg de N e K₂O/ha. Estes dois últimos nutrientes são especialmente necessários para um crescimento vegetativo viçoso, assim que a brotação inicia seu crescimento após a coleta de estacas.

Deficiências de P e Zn nas brotações têm sido freqüentemente observadas após a coleta das estacas, possivelmente em decorrência da morte de raízes absorventes para obter um novo equilíbrio raiz: parte aérea. Se a dose de P aplicada na época de formação do jardim é alta, a deficiência deste nutriente é menos intensa, talvez pela remobilização interna, mas a de Zn é intensificada. Por isso, a adubação foliar de Zn é recomendada, podendo-se utilizar solução 0,1%, à base de ZnSO₄. Duas ou três aplicações podem ser necessárias para eliminar o problema.

ADUBAÇÃO DE PLANTIOS DE EUCALIPTO

Considerações básicas

Conforme está no item Crescimento e Demanda Nutricional, neste artigo, em se conhecendo o perfil de absorção de nutrientes do povoamento e a época em que a floresta apresenta o CUB ótimo ou crítico, o manejador florestal poderia com certa facilidade determinar as épocas de

aplicação de fertilizantes para o aproveitamento máximo pela planta e a época mais adequada para a exploração. Isto implica que, a exemplo da nutrição de outros seres vivos, também para a floresta existe uma relação ótima entre nutrição e crescimento. Esta relação expressa pelo CUB, é variável, para um determinado genótipo, com a idade da planta. Pode também variar com as condições de sítio que levem a maior ou menor absorção de nutrientes ou de CO₂ pela planta.

Pelo que se abordou anteriormente, em condições de suprimento adequado de nutrientes, o valor do CUB é baixo em plantios jovens e é mais alto em plantios maduros.

Um outro conceito fundamental é que, dentro de certos limites, a absorção de nutrientes pela planta é proporcional à disponibilidade do nutriente no solo. Assim, quando a disponibilidade do nutriente no solo é alta, há uma elevada absorção pela planta sem o crescimento correspondente. A isto se denomina "consumo de luxo" e, nesta condição, o CUB é muito baixo. Se, por outro lado, a disponibilidade do nutriente no solo é muito baixa, a quantidade absorvida pela planta será insuficiente para manter uma taxa de crescimento satisfatória, isto é, haverá deficiência mineral e o CUB tende a atingir valores máximos. O conceito de consumo de luxo não é todo aplicado a culturas perenes ou de ciclo longo no que diz respeito a elementos móveis na planta, pois ela pode armazenar e retranslocar esses nutrientes mais tarde para crescimento adicional.

A partir do valor crítico do CUB, o crescimento começa a cair e, de início, a planta, provavelmente, remobilizará o máximo de nutrientes (os móveis) de partes mais velhas para partes mais jovens, no sentido de compensar a deficiência destes nutrientes. Numa condição de extrema deficiência, há redução da área foliar (queda de folhas basais, na falta de N, P, K ou Mg) e conseqüente redução ou paralisação de crescimento. Portanto, na prática do reflorestamento, seria de grande valia para o manejo racional da nutrição da floresta o conhecimento dos valores críticos do CUB em cada uma das três fases já discutidas.

Atualmente, com base nos trabalhos desenvolvidos na Universidade Federal de Viçosa (UFV), tem-se uma idéia aproximada desses valores para florestas de eucalipto com idade variando de oito a dez anos. Isto permite estimar as quantidades de nutrientes necessárias para se atingirem diferentes produtividades, definidas pela qualidade do sítio. Em se conhecendo essas quantidades e os teores dos nutrientes disponíveis no solo, pode-se estabelecer o *balanço nutricional* do ecossistema florestal, e prever a produtividade futura e a adubação necessária para atingir a produtividade potencial do sítio. Com base nessa filosofia, desenvolveu-se na UFV um 'software' para microcomputador - NUTRICALC (Barros et al., 1995), que permite às empresas e aos silvicultores executarem um manejo nutricional mais adequado de seus plantios de eucalipto.

Levando-se em conta vários resultados de pesquisas desenvolvidas na UFV, e o CUB de P, K, Ca e Mg, foi possível elaborar os Quadros 1 e 2, que fornecem os níveis críticos desses nutrientes no solo e a demanda nutricional, respectivamente, para sítios de diferentes capacidades produtivas.

Operacionalização da Adubação

Em termos operacionais, distinguem-se três tipos de adubação:

a) Adubação de plantio: aquela realizada na época do plantio da muda no campo, na operação de implantação ou de reforma do povoamento;

b) adubação de manutenção: adubações realizadas durante a fase de intenso crescimento da floresta, normalmente ao final da fase I e durante a fase II, indicadas no Gráfico 1;

c) adubação da brotação ou rebrota: adubações feitas em touças de eucalipto em fase de crescimento. Portanto, no que diz respeito à relação do crescimento e da demanda nutricional com a idade, esta fase de brotação corresponderia ao final da fase I e fase II, do Gráfico 1, e a

adubação aqui realizada seria semelhante à adubação de manutenção.

Definidas as quantidades de corretivos e fertilizantes a serem utilizadas na adubação florestal, é importante determinar em que época ou fase do crescimento a operação será realizada. Para isso, além da taxa de demanda nutricional (normalmente mais elevada na fase II do Gráfico 1 e Quadro 3) do povoamento, há de se considerar a dinâmica do elemento no solo e a operacionalização da adubação.

Embora o acúmulo relativo de nutrientes nas plantas seja mais intenso entre o primeiro e o terceiro anos de idade (Quadro 3), elementos de menor mobilidade no solo, como P, Zn e Cu, devem ser aplicados mais localizadamente, na época do plantio, para facilitar o seu contato e a sua absorção pelas raízes. Por isso, a adubação de plantio é, em geral, mais rica em P, cujas doses variam de 20 a 30 g de P_2O_5 /planta, na forma de adubos fosfatados mais solúveis, como superfosfato simples, superfosfato triplo, monoamônio fosfato (MAP) ou formulações NPK. A variação na dose é determinada pela textura do solo, se arenoso ou argiloso, e teor de P do solo. Quando a quantidade de P exigida para atingir a produção desejada, é superior à fornecida pela adubação de plantio, deve-se complementá-la usando uma fonte de fósforo de menor solubilidade, como os fosfatos de rocha ou fosfatos parcialmente acidulados. Estes materiais podem ser aplicados em pré-plantio ou posteriormente ao plantio, na entrelinha, com incorporação ao solo.

Quando N e K já são necessários desde o início do plantio, o que ocorre no momento que os teores de K e de matéria orgânica do solo são extremamente baixos, pode-se optar por uma formulação NPK que supriria os três nutrientes de uma só vez. Neste caso, há de se ter o cuidado de misturar muito bem o fertilizante com o solo da cova, para evitar a "queima" da muda, devido ao elevado índice salino dos fertilizantes nitrogenados e

potássicos.

A adubação de manutenção, aplicada de uma a três vezes ou parcelas, é, em geral, feita para complementar ou suprir as necessidades de N e K das plantas. A quantidade de adubo vai depender da produção esperada (Quadro 2) e do ritmo de crescimento da floresta (Quadro 3). De qualquer forma, ela deve ser feita em períodos em que há ocorrência de chuvas. Dependendo do crescimento radicular, ela pode ser aplicada em filete contínuo próximo à linha de plantas (quando o sistema radicular ainda não está bem desenvolvido) ou em área total. Não há necessidade de incorporação do adubo ao solo, mas deve-se ter o cuidado de fazer com que ele entre em contato imediato com o solo úmido, para evitar ou reduzir possíveis perdas de N por volatilização. Quando a aplicação é mecanizada podem-se utilizar correntes que, arrastadas pela máquina, movem as folhas e outros resíduos, direcionando os grânulos do fertilizante para a superfície do solo.

Juntamente com o NK, pode-se, onde necessário, adicionar o B, em quantidade suficiente para suprir de 1,0 a 2,0 g/planta.

O suprimento de Ca e Mg pode ser feito via calcário, ou outros materiais que os contêm em sua composição, como o gesso agrícola misturado com MgO. Essas fontes podem ser aplicadas em pré-plantio ou na entrelinha de plantas em florestas, sendo implantadas, reformadas ou conduzidas por brotação. Neste último caso, torna-se difícil fazer a incorporação do material ao solo. Por isso, na maioria das vezes, não se procede à incorporação, deixando-se o material espalhado sobre o solo e resíduos florestais da colheita anterior.

O emprego de gesso como fonte de Ca tem a vantagem de suprir também S, elemento para o qual se têm obtido respostas significativas de crescimento, especialmente em solos de cerrado.

A adubação de brotação é feita em cobertura, distribuindo-se o fertilizante ao longo das linhas de touças ou em área total. Em geral, as

melhores respostas têm sido obtidas pela aplicação de N e K, mas há situações em que a adição de P, Ca e Mg é também necessária. A quantidade desses nutrientes a ser aplicada varia com a produtividade anterior e a futura, fertilidade do solo, tipo de colheita adotado, com ou sem descasque na área, etc. Em princípio, descontando-se a quantidade de nutrientes que permanece na área nos resíduos da colheita florestal, podem-se utilizar as informações dos Quadros 1, 2 e 3 para estimar a dose e época de aplicação da adubação de touças. O software NUTRICALC (Barros et al., 1995) aplica-se também a essa situação.

Embora ainda não se disponha de informação específica, acredita-se que a primeira aplicação ou parcela de adubos para touças deve ser adicionada, quando os brotos apresentam altura de 20 a 30cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTIWILL, P. Energy, nutrient flow, and biomass. In: AUSTRALIAN FOREST NUTRITION WORKSHOP PRODUCTIVITY IN PERPETUITY. Proceedings... Canberra: CSIRO, 1981. p.131-144.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. Eucalypt nutrition and fertilizer regimes in Brazil. In: ATTIWILL, R. (Ed.) Nutrition of the Eucalypts. No prelo.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. Relação solo-eucalipto. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 1990. 330p.
- BARROS, N. F.; NOVAIS, R.F.; TEIXEIRA, J.L.; FERNANDES FILHO, E.I. NUTRICALC 2.0: sistema para cálculo. In: MANEJO NUTRITIVO DE PLANTACIONES FORESTALES. Actas... Valdivia: IUFRO/Universidad Austral de Chile, 1995. p.301-304.
- LIMA, P.C.; CLEVELÁRIO JÚNIOR, J.; GASPARINI, J.L. G.; BARROS, N.F. Perdas por lixiviação de nutrientes em três substratos comumente empregados na formação de eucalipto. Viçosa: UFV-DPS. 25p. Trabalho não publicado.
- MILLER, H.G. Biomass and nutrient cycling in plantation ecosystems. In: BOWEN, G.D.; NAMBIAR, E.K.S (Ed.). Nutrition of plantation forests. Sidney: Academic Press, 1984. p.53-78.
- NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; ANJOS, J.L. Efeito do alumínio em amostras de dois latossolos sob cerrado sobre o crescimento e absorção de nutrientes de mudas de *Eucalyptus* spp. Revista Árvore, Viçosa, v.6, n.1, p.17-28, jan./jun. 1982.
- NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; NOVAIS, R.F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: Barros, N.F.; Novais, R.F. (Ed.). Relação solo-eucalipto. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 1990. p.99-126.
- REIS, M.G.F.; BARROS, N.F.; KIMMINS, J.P. Acúmulo de nutrientes em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex-Maiden) plantado no cerrado, em duas áreas com diferentes produtividades, em Minas Gerais. Revista Árvore, Viçosa, v.11, n.1, p.1-15, jan./jun. 1987.
- TRINDADE, C.; VILLANI, E.M.; GALO, M.V.; BARROS, N.F. Lixiviação de nutrientes em quatro substratos utilizados para produção de mudas de *Eucalyptus* spp. em tubetes. Viçosa: UFV-DPS. 1989. 19p. Trabalho não publicado.

REGENERAÇÃO DE POVOAMENTOS DE EUCALIPTO¹

Laércio Couto²

José Mauro Gomes³

INTRODUÇÃO

Há um determinado momento na vida de cada povoamento florestal em que ele deve ser regenerado, ou seja, deve ser submetido a uma reposição total ou parcial, sem a qual não é possível manter uma continuidade da produção florestal (Smith, 1962). A este processo de recuperação da floresta, que lhe confere condição de continuidade de crescimento, visando à nova rotação para produção de madeira, dá-se o nome de regeneração florestal (Simões et al., 1981).

A regeneração de um povoamento florestal pode ser obtida artificialmente por meio da semeadura direta ou do plantio de mudas no campo, ou naturalmente, por meio de brotação de cepas e raízes das árvores, ou ainda por meio de mudas originárias de sementes que vão sendo produzidas e que se distribuem na área do povoamento com o decorrer do tempo (Daniel et al., 1979). No Brasil, a regeneração dos povoamentos de eucaliptos tem sido obtida artificialmente por intermédio do plantio de mudas originárias de sementes e de enraizamento de estacas e, naturalmente, por meio de brotação das cepas remanescentes das árvores, após o corte raso ao final da rotação (Simões et al., 1981).

MÉTODOS DE REGENERAÇÃO E DE REPRODUÇÃO DE POVOAMENTOS FLORESTAIS

Conforme mencionado anteriormente, um método de regeneração ou reprodução é um procedimento por meio do qual se estabelece ou se renova um povoamento florestal. Este processo é executado na vida do povoamento durante o período denominado regeneração, por meio de reprodução natural ou artificial.

Os vários métodos de regeneração florestal existentes incluem a remoção total ou parcial do povoamento original, o estabelecimento de um novo povoamento e quaisquer tratamentos adicionais da vegetação, dos resíduos e do solo, destinados a criar e manter condições favoráveis ao estabelecimento e crescimento das novas plantas. Assim, qualquer procedimento, intencional ou não, que resulte no estabelecimento de um novo povoamento, pode ser considerado um método de reprodução florestal (Smith, 1962).

Existem vários métodos de reprodução de povoamentos florestais, que podem ser agrupados como a seguir:

Métodos de alto-fuste

São aqueles que produzem povoamentos cujas árvores originam de sementes.

Métodos que dão origem a povoamentos equiâneos

Podem ser:

a) Corte raso: envolve remoção de todo o povoamento original, com a regeneração obtida artificial ou naturalmente, a partir de sementes provenientes de árvores de povoamentos adjacentes ou daquelas cortadas na área.

b) porta semente: envolve a remoção de todas as árvores maduras do povoamento, em um só corte, com exceção de um pequeno número de árvores matrizes que são deixadas na área, a fim de fornecer sementes para regeneração do povoamento.

c) cobertura: envolve a remoção de todas as árvores maduras do povoamento, em uma série de cortes sucessivos que se estendem por um período relativamente curto no final da rotação do povoamento sob abrigo parcial.

Método que dá origem a povoamentos inequiâneos

Seletivo: envolve a remoção das mais velhas ou maiores árvores do povoamento, isoladamente ou em grupos, em cortes parciais repetidos indefinidamente a intervalos relativamente curtos e por meio dos quais se assegura uma regeneração contínua das espécies, mantendo sempre o caráter inequiâneo do povoamento.

Métodos de talhadia

São aqueles que produzem povoamentos cujas árvores são provenientes da regeneração vegetativa.

¹Artigo publicado anteriormente no Informe Agropecuário nº 141 de 1986.

²Eng^a Florestal, Ph.D. - Prof. Tit./Dept^o Engenharia Florestal/UFV - CEP 36571-000 Viçosa, MG.

³Eng^a Florestal, M.Sc. - Prof. Tit./Dept^o Engenharia Florestal/UFV - CEP 36571-000 Viçosa, MG.

a) Talhadia simples: é qualquer tipo de corte em que a reprodução do povoamento se verifica por meio de regeneração vegetativa.

b) talhadia composta: ocorre quando há uma manutenção na mesma área de reprodução vegetativa e de árvores originárias de sementes, as quais são conduzidas numa rotação mais longa do que as provenientes de brotação de cepas ou raízes.

No caso particular dos eucaliptos no Brasil, o método normalmente utilizado é o da talhadia simples, no qual a exploração é feita em corte raso, sendo a regeneração assegurada pela brotação das cepas, que são partes vivas dos troncos remanescentes dos cortes das árvores (Fonseca et al., 1978).

Teoricamente, deveria ser possível conduzir um povoamento de eucalipto, sob o sistema de talhadia, indefinidamente. Entretanto, o que se tem observado, para as espécies e técnicas silviculturais atualmente utilizadas, é uma sobrevivência progressivamente reduzida das cepas na sucessão de cortes, envolvendo o método de talhadia. Quando bem conduzida, esta brotação tem permitido realizar, em média, três rotações sucessivas e econômicas (Simões et al., 1981).

REGENERAÇÃO DE POVOAMENTOS DE EUCALIPTOS PELO MÉTODO DE TALHADIA

Dentre as folhosas, o gênero *Eucalyptus* é o que possui espécies que apresentam as árvores de maior dimensão e de mais rápido crescimento. Além disso, a maioria dessas espécies é capaz de se reproduzir vegetativamente por brotações de cepas, tornando-se excelentes candidatas ao estabelecimento de plantações sob condições de manejo intensivo e rotações curtas (Blake, 1983). É o caso das florestas de eucaliptos implantadas no Brasil e, particularmente, em Minas Gerais, para a produção de matéria-prima para as indústrias de papel e celulose e para a indústria siderúrgica a carvão vegetal. Essas florestas são normalmente plantadas em espaçamentos que variam de 6 a 9m²/planta, utilizando-se originalmente de mudas provenientes de sementes ou de enraizamento de estacas. São conduzidas sob um regime de manejo intensivo, com

rotação variando de 15 a 21 anos e três ciclos de corte em torno de cinco a sete anos.

Assim que o povoamento atinge a idade para o primeiro corte, deve-se proceder a uma limpeza do local do cultivo para facilitar os trabalhos da exploração florestal. É aconselhável, nessa ocasião, um repasse para controle de formigas dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, as quais poderão causar danos consideráveis nas brotações das cepas.

As brotações das cepas ocorrem em razão da interrupção do fluxo de auxinas produzidas na copa e que normalmente inibem o crescimento de brotações basais (Pereira & Brandi, 1981), que apresentam de maneira geral um crescimento muito mais rápido do que as plantas da mesma idade originárias de sementes. Isto se deve provavelmente à presença de um sistema radicular já desenvolvido (Daniel et al., 1979), à proximidade entre brotação e o sistema radicular (Wareing, 1980) e à produção de hormônios de crescimento pelas raízes, provocando um rejuvenescimento da árvore por meio da brotação de sua cepa (Taylor et al., 1982).

Apesar de as brotações apresentarem um rápido crescimento inicial, em comparação com plantas originárias de sementes, elas não mantêm a mesma intensidade de crescimento ao longo das rotações (Pereira & Brandi, 1981).

O manejo da brotação, durante o período de regeneração do povoamento, é muito importante para que se possam assegurar níveis adequados de produção nos cortes subsequentes. Estes cuidados envolvem não só o controle de formigas cortadeiras, mas também a limpeza ao redor das cepas, para que não sejam abafadas por resíduos da exploração florestal, tais como, ramos, folhas e cascas. Deve-se evitar que o material lenhoso seja empilhado sobre as cepas e que estas sejam danificadas pelas máquinas e equipamentos utilizados na área para a remoção da madeira (Simões et al., 1981). É importante, também, que pelo menos nos três primeiros meses a área seja mantida limpa, a fim de evitar brotação e concorrência, entre plantas daninhas, por luz, umidade e nutrientes.

Uma operação tradicionalmente utilizada era a desbrota, com a eliminação dos brotos mais fracos, deixando-se de dois

a quatro por cepa. Atualmente, tal técnica tem sido questionada e vem sendo descartada pela maioria das empresas florestais.

FATORES QUE AFETAM A BROTAÇÃO DE EUCALYPTUS

Espécie

Algumas espécies de *Eucalyptus* como, por exemplo, *E. saligna*, *E. urophylla* e *E. citriodora*, apresentam boa capacidade de brotação após a exploração, ao passo que outras, como *E. grandis*, têm apresentado deficiência de brotação (Simões et al., 1981).

O fato de algumas espécies apresentarem maior porcentagem de brotação deve-se à presença de protuberâncias, contendo reservas alimentares e gemas dormentes, chamadas "lignotuber", próximas à região do coleto das árvores (Balloni et al., 1984).

Altura do corte

De maneira geral, a maioria das empresas florestais procura cortar as árvores bem próximas ao solo, procurando minimizar o volume de madeira remanescente na área explorada (Pereira & Brandi, 1981).

Espécies com boa qualidade de brotação são cortadas a uma altura de 5cm acima do solo, ao passo que outras, com baixa capacidade de brotação, como, por exemplo, o *E. grandis*, têm sido cortadas a uma altura de 10 a 15cm. Tal prática tem aumentado a porcentagem de brotações das cepas (Simões et al., 1981). Isto se deve, provavelmente, à existência de maior número de gemas basais, numa cepa de maior altura.

A altura de corte é, portanto, um fator importante a ser considerado, pois, quanto maior é o volume de madeira produzido, menores são as porcentagens de falhas (Balloni & Silva, 1978).

Entretanto, estudos realizados com *Eucalyptus* sp., na região de Santa Bárbara, Minas Gerais, demonstraram não haver aumento na produção volumétrica de madeira no primeiro e segundo cortes, à medida que a altura das cepas foi aumentada de 15 para 40cm (Rezende et al., 1980). Porém, em estudo realizado no

Norte de Minas, com alturas de cortes variando de 5 a 30cm, verificou-se que houve um aumento da porcentagem de sobrevivência da brotação de *E. grandis* e *E. cloeziana*, com aumento da altura de corte. Para o *E. citriodora*, não houve influência (Nascimento Filho et al., 1983). É bem provável que, com o aumento da sobrevivência, haja um aumento da produção volumétrica após o primeiro e segundo cortes.

Diâmetro das cepas

Estudos realizados na África do Sul (Venter, 1972) e no Brasil (Simões et al., 1972) demonstraram que o vigor das brotações está diretamente correlacionado com o diâmetro das cepas. Essa correlação existe, também, como referência ao número de brotos por cepa, que cresce à medida que aumenta o diâmetro das cepas (Briquelot et al, 1975 e Avolio & Ciancio, 1975).

Em estudos mais recentes, Pereira et al. (1980) verificaram que o número de brotos aumentava com a idade e que, para uma determinada idade, as cepas com menores diâmetros proporcionaram números reduzidos de brotos, o mesmo acontecendo nas cepas com grandes diâmetros. Isso indica que, dentro de certos limites, o número de brotos aumenta à medida que aumenta o diâmetro das cepas.

Época de corte

Quando as espécies apresentam uma variação da brotação em relação à época do corte, a sobrevivência é geralmente maior, se as árvores forem cortadas no inverno, é menor, se no verão (Blake, 1983). Este declínio da capacidade de brotação das cepas e do vigor da brotação nos cortes de verão tem sido observado para *E. obliqua* (Blake, 1972) e *E. regnans* (Cremer, 1973). Nesse caso, os melhores resultados foram obtidos com os cortes efetuados no inverno ou no início da primavera. Entretanto, para *E. grandis*, a porcentagem de brotação e a taxa de crescimento dos brotos foram maiores nos cortes realizados no verão (Hills & Brown, 1978).

Segundo Pereira & Brandi (1981), a época de corte influencia a brotação e, conseqüentemente, a produção futura de

madeira. Porém, no caso de empresas, elas não podem restringir suas operações de corte a uma determinada época do ano, em razão de o consumo de madeira não sofrer interrupções durante o ano.

Na realidade, tem-se verificado que um dos elementos que contribui para o prejuízo da brotação é a existência de déficit hídrico no solo, por ocasião dos cortes das árvores (Freitas et al., 1979), razão pela qual se recomenda a execução destes em épocas de suprimento adequado de água no solo (Pereira & Brandi, 1981).

PRÁTICAS SILVICULTURAIS

Limpeza das cepas

Existem resultados contraditórios que, às vezes, podem ser explicados por diferenças genotípicas do 'site'. Briquelot et al. (1975) verificou que as operações de limpeza das cepas e a pré-desbrota não influenciavam a sobrevivência e o desenvolvimento das brotações de eucaliptos no Vale do Rio Doce, em Minas Gerais. Por outro lado, Pereira et al. (1980) recomendaram a limpeza em torno das cepas, com retiradas da galhada e cascas para evitar o abafamento da brotação e, conseqüentemente, obter melhores resultados. Parece, portanto, haver uma interação dessa operação de limpeza com a espécie em questão, conforme verificado por Rezende et al. (1980) os quais observaram que, dentre *E. saligna*, *E. grandis*, *E. alba* e *E. paniculata*, apenas o último se beneficiou da limpeza sistemática das cepas.

O uso do fogo para eliminação dos resíduos da exploração prejudica a brotação, ocorrendo situação idêntica, quando se usa o fogo antes da exploração, mesmo quando há pequenas quantidades de material combustível, indicando que o fogo é prática indesejável de limpeza das cepas (Rezende et al., 1980). Resultados semelhantes foram obtidos por Pereira et al. (1980) que constataram o efeito prejudicial da operação de limpeza com fogo no desenvolvimento das brotações de eucaliptos.

Adubação

A aplicação de fertilizantes (NPK 6-10-

5) em sulcos, nas entrelinhas antes do corte das árvores, produziu bons resultados na brotação de eucalipto, em solos de cerrado, em São Paulo (Balloni & Silva, 1978). Em Minas Gerais, a aplicação de NPK (10-28-6), acrescida de boro e zinco, logo após o corte das árvores, promoveu melhor desenvolvimento das brotações, em comparação com áreas não adubadas (Rezende et al., 1980).

Há, portanto, evidências de que a fertilização mineral das cepas é uma prática que deve ser adotada na condução de povoamentos de eucaliptos em regime de talhadia.

Gradagens

Ao lado dos benefícios que o cultivo dos povoamentos de eucalipto, por meio de gradagem, pode trazer para a brotação, em face da eliminação de plantas daninhas, existe também o efeito benéfico causado pela poda das raízes pelos discos da grade (Blake, 1983).

A literatura pertinente tem indicado que a poda das raízes de árvores, por meio do cultivo com grades, aumenta o vigor do sistema radicular, influenciando positivamente na porcentagem de brotação de cepas (*Eucalyptus...*, 1955). Entretanto, esta operação deve ser evitada por ocasião do fim da estação chuvosa nas regiões sujeitas a déficit hídrico.

CONCLUSÕES

O sistema de regeneração utilizado para *Eucalyptus* no Brasil tem sido o de talhadia simples, manejando a brotação das cepas após os cortes realizados de 5-7 e de 10-15 anos.

As operações envolvem o abate das árvores, a remoção da madeira, o enleiramento da galhada e resíduos da exploração, o controle das formigas cortadeiras, o cultivo para eliminação de plantas daninhas e, em alguns casos, a desbrota com remoção dos brotos de menor vigor.

A porcentagem de brotação, a sobrevivência e o crescimento dos brotos sofrem grande influência da espécie, da carga genética dos indivíduos, bem como da ação de fatores edafoclimáticos e tratamentos silviculturais.

Na realidade, o que existe é uma

interação genótipo x meio ambiente que irá influenciar na brotação de cepas. Por exemplo, no caso do *E. grandis*, que tem apresentado certa dificuldade de brotação nas regiões de cerrado, o problema tem sido superado por meio da multiplicação clonal de indivíduos com boa capacidade de brotação. Há necessidade de se procurar entender bem a fisiologia da brotação, para que sejam definidas as práticas silviculturais adequadas, a fim de se conseguirem melhores resultados. Isso já foi obtido por intermédio de programas de pesquisa bem elaborados, realizados pelas empresas florestais que atuam em Minas Gerais e demais Estados do país.

O desenvolvimento de híbridos e de novos clones de *Eucalyptus*, a cada ano, tem feito com que a maior parte das empresas florestais substitua as plantações originais ao invés de utilizar o sistema de talhadia para a reprodução de seus povoamentos. As empresas mais avançadas possuem programas computacionais que permitem simular e comparar economicamente as alternativas de regeneração dos seus povoamentos de

Eucalyptus (condução da brotação ou novo plantio). Esses programas levam em consideração não só a porcentagem de brotação das cepas mas também o crescimento da brotação e a quantidade e qualidade da matéria-prima a ser produzida e que será utilizada em seus processos industriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVOLIO, S.; CIANCIO, D. Osservazioni sulla rinnozione di *Eucalyptus x trautviti* e di *Eucalyptus occidentales*. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, Arezzo, v.6, p.123-147, 1975.
- BALLONI, E.A.; SILVA, P.A. Condução de touças de *Eucalyptus*: resultados preliminares. IPEF, Piracicaba, n.16, p.35-42, 1978.
- BALLONI, E.A.; SIMÕES, J.W.; SILVA, A.P. Condução de touças de *Eucalyptus*. *Silvicultura*, São Paulo, v.777, p.87-89, 1984. Edição especial: Congresso Florestal Brasileiro, 3, 1978, Manaus.
- BLAKE, T.J. Coppice systems for short-rotation intensive forestry. *Australian Forestry Research*, v.13, p.279-291, 1983.
- BLAKE, T.J. Studies in the lignotubers of *Eucalyptus obliqua* - L'Herit: III - the effects of seasonal and nutritional factors on dormant bud development. *New Phytologist*, Oxford, v.71, p.329-334, 1972.
- CREMER, K.W. Ability of *Eucalyptus regnans* and associated evergreen hardwoods to recover from cutting or complete defoliations in different seasons. *Australian Forest Research*, Canberra, v.6, p.9-22, 1973.
- BRIQUELOT, A.L.; REZENDE, G.C.; MENDES, C.J. Pesquisas sobre limpeza das cepas de *Eucalyptus spp.* Belo Horizonte : CAF, 1975. 4p.
- SIMÕES, J. W.; BRANDI, R. m.; LEITE, N. B. ; BALLONI, E. A. Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento. Brasília : IBDP, 1998. 131 p.
- DANIEL, T.W.; HELMS, J.A.; BAKER, F.S. *Principles of silviculture*.

2. ed. New York: Mc. Graw-Hill, 1979. 500p.
- EUCALYPTUS* for planting. *FAO Forest and Forest Products Studies*, Rome, v.11, p.125-131, 1955.
- FONSECA, A.G.; BRANDI, R.M.; PAULA NETO, F.; GOMES, J.M. Influência da época de corte sobre o vigor das brotações de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. *Sm. SIF*, Viçosa, v.1, n.3, p.26-31, 1978.
- FREITAS, M.; SILVA, A.P.; GUTIERREZ NETO, F.; CANEVA, R.A. O interplântio como alternativa para rotações sucessivas em *Eucalyptus*. IPEF, Piracicaba, n.19, p.1-16, 1979.
- HILLS, W.E.; BROWN, A.G. *Eucalyptus for wood production*. Melbourne: CSIRO, 1978. 217p.
- NASCIMENTO FILHO, M.B.; MAGALHÃES, J.G.R.; FERNANDES, J.C.; PEREIRA, A.R. Influência da altura do corte sobre a sobrevivência das touças de *Eucalyptus*. *Silvicultura*, São Paulo, v.8, n.28, p.389-390, jan./fev. 1983. Edição especial: Congresso Florestal Brasileiro, 4, 1982, Belo Horizonte.
- PEREIRA, A.R.; BRANDI, R.M. Condução da brotação em povoamento de eucalipto. *SIF*, Viçosa, v.6, p.1-14, 1981.
- PEREIRA, A.R.; PAULA NETO, F.; RAMALHO, L.R. Determinação do número ótimo de brotos em brotações de *Eucalyptus spp.* Viçosa: SIF, 1980. 11p. (SIF. Boletim Técnico, 10).
- REZENDE, G.C.; MENDES, C.J. Pesquisas sobre limpeza das cepas de *Eucalyptus spp.* Belo Horizonte: CAF, 1975. 4p.
- REZENDE, G.C.; SUITER FILHO, W.; MENDES, C.J. Regeneração dos maciços florestais da Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara. Viçosa: SIF, 1980. 24p. (SIF. Boletim Técnico, 7).
- SIMÕES, J.W.; KROGH, H.J.O.; CIGRO NETO, A.D.; POMPEU, R.M. Influência do vigor das árvores sobre a brotação das touças de eucaliptos. IPEF, Piracicaba, n.5, p.51-55, 1972.
- SMITH, D.M. *The practice of silviculture*. 7.ed. New York: John Wiley & Sons, 1962. 578p.
- TAYLOR, J.S.; BLAKE, T.J.; PHARIS, R.P. The role of plant hormones and carbohydrates on the growth and survival of coppiced eucalypt seedlings. *Plants Physiology*, v.55, p.421-430, 1982.
- VENTER, A. The effect of stump size on vigour coppice growth in *Eucalyptus grandis*. *Forest in South Africa*, v.13, p.51-52, 1972.
- WAREING, P.F. Root hormones and shoot growth. In: LITTLE, C.H.A. *Control of shoot growth in trees*. New Brunswick, Canada: IUFRO Workshop Fredericton, 1980.

IMPORTÂNCIA DE ESTUDOS DOS CENÁRIOS FUTUROS NA CADEIA FLORESTAL MINEIRA

José Luis dos Santos Rufino¹

As constantes e rápidas transformações ambientais, tecnológicas, sociais, econômicas, políticas e institucionais em curso nos âmbitos internacional e nacional, exigem que os setores público e privado busquem, cada vez mais, uma maior sintonia com os rumos da sociedade, antecipando os novos desafios ao seu desenvolvimento. Em consequência, as tentativas ordenadas e sistêmicas de perscrutar tecnicamente o futuro emergem como

um instrumental estratégico de grande utilidade para nortear o processo decisório dos dirigentes e administradores dessas instituições.

É neste contexto de mudanças e de necessidades que o exercício permanente da elaboração de cenários futuros apresenta-se como uma alternativa cada vez mais utilizada por aqueles que precisam decidir com maior margem de acerto no médio e longo prazos. A utilidade destes cenários é permitir a

reflexão acerca dos desdobramentos desejáveis ou mais prováveis dos diversos aspectos relevantes ligados a determinado setor ou negócio específico. A partir dessas reflexões, podem ser tomadas providências antecipadas que venham a permitir que os objetivos pretendidos sejam alcançados. A idéia básica é observar as tendências dos aspectos importantes, antecipando seus estágios futuros e, assim, aproveitar as oportunidades e evitar as ameaças que

¹Doutor em Economia Rural e Pesquisador da EMBRAPA/EPAMIG-CRZM.

se apresentam.

O segredo do sucesso no uso desse instrumento de gestão estratégica, é poder enxergar obstáculos e possibilidades alternativas com a maior antecedência possível. No entanto, a elaboração dos cenários futuros não é, em nenhuma hipótese, um exercício de adivinhação. Essa técnica consiste na elaboração de futuros alternativos pautados na análise das muitas influências de fatores que retratam o ambiente externo relevante para uma instituição. Por esta razão, é imprescindível que seja feita uma monitoração constante de cada alternativa, a fim de que correções de rumo possam ser elaboradas com a antecedência desejável. Neste processo, os objetivos de determinado projeto institucional podem até sofrer naturais modificações e, é exatamente esta flexibilidade da técnica que lhe permite um amplo uso na economia moderna e dinâmica dos anos noventa.

Estas considerações ganham importância no Brasil de hoje, quando se observa que as realidades política, social, econômica e empresarial apresentam-se suficientemente complexas, tornando a análise prospectiva da realidade uma necessidade fundamental. Inseridas neste conjunto de complexidades, as instituições públicas e privadas do estado de Minas Gerais, devem buscar, na elaboração de cenários indicativos do futuro, uma ferramenta para orientar seus esforços de planejamento, visando o melhor uso de seus recursos e atuando como promotor da competitividade, da qualidade e da antecipação correta das necessidades de seus clientes.

Principalmente no que diz respeito àquelas instituições ligadas ao negócio agrícola mineiro, o desenho das alternativas futuras é um pré-requisito indispensável para o sucesso duradouro,

dada a grande dimensão, heterogeneidade e amplas possibilidades de mudanças de um segmento que representa cerca de 50% do PIB do Estado, dos quais, aproximadamente, 15% são representados apenas pelas explorações agrosilvopastoris.

É importante relevar, também, que neste conjunto denominado "negócio agrícola" as especificidades do setor rural estão fortemente vinculadas a inúmeros relacionamentos infra-setorial e inter-regional, que balizam um complexo emaranhado de interesses, dos quais faz-se desejável conhecer as principais tendências e marcar a inserção de determinada empresa ou instituição.

Quanto mais extensa, complexa, importante e sujeita a fortes mudanças for a cadeia de produção objeto de análise, maior é a exigência de que sejam realizados periódicos estudos das alternativas futuras relevantes. A cadeia de produção florestal enquadra-se perfeitamente neste perfil. A exploração florestal, em conjunto com as atividades a ela encadeadas (indústria de madeira, de papel e celulose, siderúrgica e carvão vegetal) tem significativa relevância na economia mineira, respondendo, em 1994, por 11% do PIB estadual e por ampla parcela de emprego no campo.

Além disso, são grandes as possibilidades de turbulência ligadas à cadeia de produção florestal. Emergem novas demandas das sociedades por produtos de origem florestal. Discute-se o papel do setor na preservação do meio ambiente e na qualidade de vida da população. Surgem novas tecnologias e, a cada momento, acirram-se as concorrências interna e externa.

Certamente que, nesta complexidade, levarão vantagens aqueles agentes da cadeia de produção florestal que conseguirem implantar instrumentos para melhor avaliar o futuro, e, em consequência, tomarem medidas corretivas adequadas.

**GOVERNO DO ESTADO DE
MINAS GERAIS**

Governador: Eduardo Azeredo

**SECRETARIA DE ESTADO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA E
ABASTECIMENTO**

Secretário: Alysso Paulinelli



EPAMIG

**Empresa de Pesquisa Agropecuária de
Minas Gerais - EPAMIG**

Presidência

Guy Torres

Diretoria de Operações Técnicas

Reginaldo Amaral

Diretoria de Administração e Finanças

Marcelo Franco

Gabinete da Presidência

Cláudio Amílcar Soares Chaves

Assessoria de Marketing

Luthero Rios Alvarenga

Assessoria de Planejamento e Coordenação

Sebastião Gonçalves de Oliveira

Assessoria Jurídica

Maria Auxiliadora Duque Portugal

Auditoria Interna

Ronald Botelho de Oliveira

Departamento de Pesquisa

Alberto Marcatti

Departamento de Produção

Emílio Moucherek Filho

Departamento de Recursos Humanos

Dalci de Castro

Departamento de Patrimônio e

Administração Geral

Argemiro Pantuso

Departamento de Contabilidade e Finanças

Geraldo Dirceu de Resende

Centro de Pesquisa e Ensino/Instituto de

Laticínios Cândido Tostes

Fernando Antônio Resplande Magalhães

Centro de Pesquisa e Ensino/Instituto

Técnico de Agropecuária e Cooperativismo

Marcello Garcia Campos

Centro Regional de Pesquisa do Sul de

Minas

Adelson Francisco de Oliveira

Centro Regional de Pesquisa do Norte de

Minas

Rogério Antônio da Silva

Centro Regional de Pesquisa da Zona da

Mata

José Luis dos Santos Rufino

Centro Regional de Pesquisa do Centro-oeste

Geraldo Antônio Resende Macêdo

Centro Regional de Pesquisa do Triângulo e

Alto Paranaíba

Reginério Soares de Faria

**A EPAMIG integra o Sistema Nacional de
Pesquisa Agropecuária, coordenado pela
EMBRAPA**

Para você ter uma idéia da qualidade dos serviços da COPASA MG, a cidade de Belo Horizonte, uma das 513 localidades atendidas por nós, é a capital brasileira mais bem servida em água tratada e coleta de esgotos e uma das melhores em toda a América Latina. Pretendemos, já em 1997, fazer de Belo Horizonte a primeira capital brasileira a ter 100% de sua



população servida com água tratada. E para a COPASA MG todo o impacto sobre o meio ambiente também é muito importante.

Por isso, contratamos a Fundação Biodiversitas para elaborar um Diagnóstico Ambiental, que será fundamental para a configuração do Sistema de Gestão e Auditoria Ambiental. Através dele, poderemos orientar nossas ações, prevenir e minimizar as consequências para o meio ambiente em todas as nossas atividades.

A COPASA MG desenvolve projetos como o PROSAM - Programa de



Saneamento Ambiental das Bacias do Onça e do Arrudas. Este programa vai permitir o tratamento de todo o esgoto de Belo Horizonte e Contagem, as duas maiores cidades do Estado de Minas Gerais. Outro programa é o de controle e redução de perdas que vai, até 1998, reduzir para 20% o índice

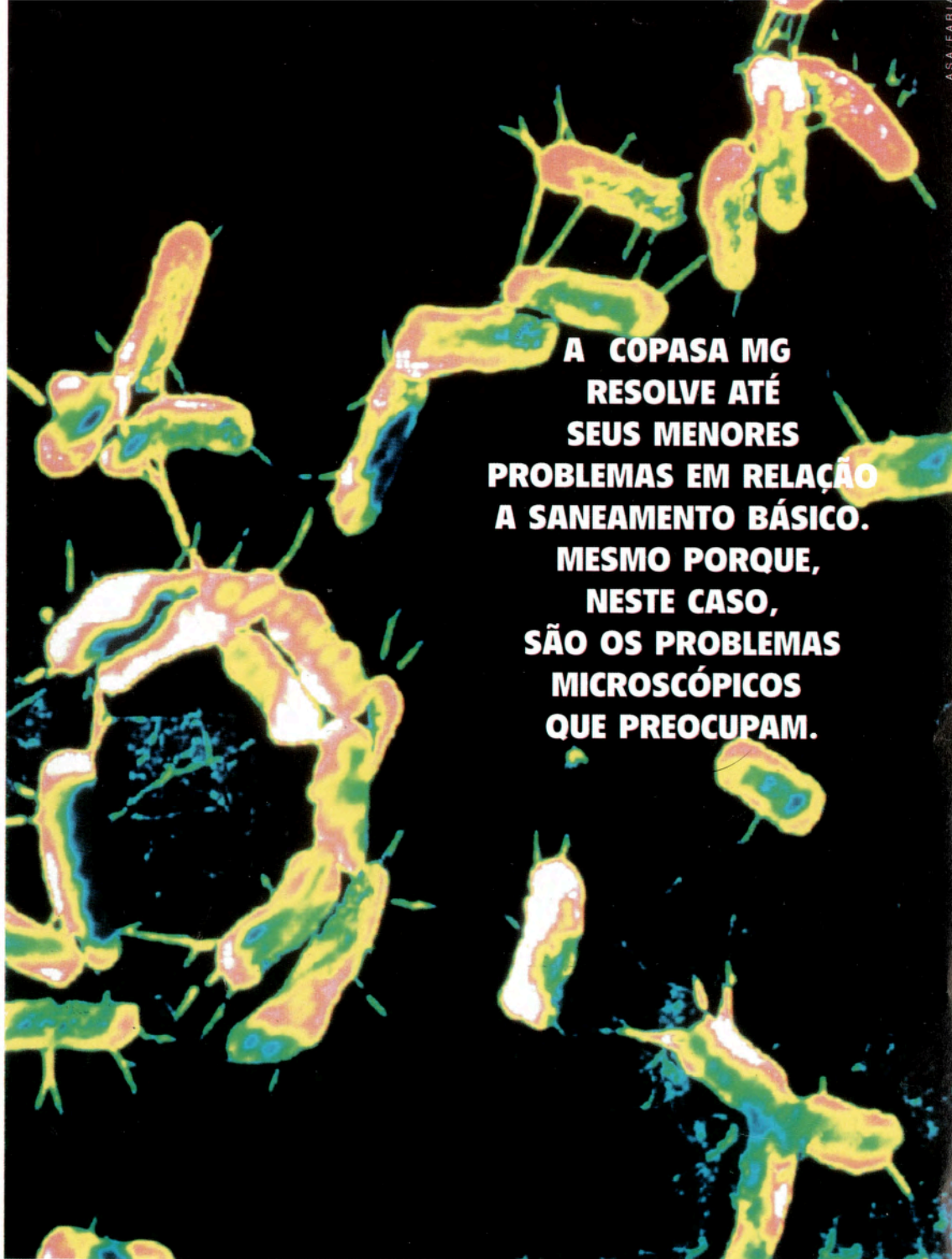
nas perdas medidas. Os resultados obtidos pela COPASA MG estão cada vez mais próximos aos encontrados em países do Primeiro Mundo. E não vamos parar por aí. São 24 horas por dia dedicadas a atender nossos clientes cada vez melhor.

A COPASA MG está à disposição para oferecer seus serviços dentro e fora do Estado de Minas.

Além do tratamento e distribuição de água e coleta de esgoto, trabalhamos com consultoria, planejamento e assessoria técnica para implantação, melhoria e manutenção de sistemas de saneamento.

COPASA MG. A solução para qualquer problema em relação a saneamento básico. Até para aqueles que só aparecem em microscópio.

**A COPASA MG
RESOLVE ATÉ
SEUS MENORES
PROBLEMAS EM RELAÇÃO
A SANEAMENTO BÁSICO.
MESMO PORQUE,
NESTE CASO,
SÃO OS PROBLEMAS
MICROSCÓPICOS
QUE PREOCUPAM.**



Bactérias Salmonella typhi.

SEMENTE BÁSICA DA EPAMIG É

PLANTAR
&
CULTIVAR

A cada ano, a EPAMIG vem aprimorando o seu sistema de produção de sementes básicas. Isto quer dizer que, dos campos de produção, saem sementes recomendadas para as diversas regiões de Minas Gerais e com qualidade superior, que vão permitir aos produtores aumentar a produtividade e a rentabilidade das suas culturas.

A alta tecnologia utilizada pela EPAMIG garante isto.

Sementes básicas:

feijão, soja, arroz, algodão, milho pipoca e sementes selecionadas de café

Informações pelo telefone: (031) 273-3544 - Ramais 148/158 - Fax: (031) 273-3884
Departamento de Produção - Setor de Comercialização e Marketing - Belo Horizonte - MG