

Sumário

Introdução

Espécies de pínus mais plantadas no Brasil

Produção de sementes de alta qualidade genética

Produção de mudas

Propagação vegetativa

Micropropagação de pínus por meio de embriogênese somática

Danos gerais de origem abiótica

Doenças

Pragas

Exigências climáticas

Sistemas de plantio

Planejamento e manejo de plantação

Importância socioeconômica

Coefficientes técnicos e custos da produção

Sistemas silvipastoris

Tecnologia da madeira

Certificação florestal

Referências

Glossário

Dados Sistema de Produção

Embrapa Florestas

Sistema de Produção, 5

ISSN 1678-3913 5

Versão Eletrônica
2ª edição | Jun/2014



Cultivo de Pinus

Introdução

Esta versão trata-se da mesma edição disponibilizada em mai/2011, sem alteração no conteúdo.

O gênero *Pinus* engloba mais de 100 espécies com grande potencial a ser explorado. No Brasil, espécies desse gênero vêm sendo plantadas há mais de um século, tendo sido, inicialmente, introduzidas para fins ornamentais. Somente a partir da década de 1960 é que se iniciou o plantio de pinus em escala comercial, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do País. A sua madeira é usada, principalmente, pelas indústrias de madeira, de serrados e laminados, de chapas, de resina e de celulose e papel. Nas décadas de 1970 e 1980, as plantações deste gênero foram as principais fontes de matéria-prima para o desenvolvimento da indústria florestal, abastecendo um mercado altamente diversificado. Atualmente, a madeira de pinus representa 30% das plantações florestais destinadas à produção de papel e celulose, contribuindo com fibras longas, imprescindíveis à fabricação de papéis que exigem maior resistência ao rasgo e estouro, e melhor absorção de tinta. Além disso, o estabelecimento e o manejo de florestas plantadas de pinus vêm possibilitando o abastecimento de madeira que anteriormente era suprido com a exploração do pinheiro brasileiro. Assim, a cultura do pinus estabeleceu-se como uma importante aliada dos ecossistemas florestais nativos, pois vem suprindo uma parcela cada vez maior da necessidade atual de madeira e contribuindo, assim, para a diminuição do corte de florestais naturais.

As espécies de pinus são plantadas em vários países e são valorizadas pelas seguintes características:

- madeira de cor clara, variando de branca a amarelada;
- madeira de fibra longa, apropriada para a fabricação de papel de alta resistência para embalagens, papel de imprensa e outros tipos;
- possibilidade de extração de resina, em escala comercial, em algumas espécies;
- rusticidade e tolerância, possibilitando o plantio em solos marginais à agricultura e, assim, agregar valor ao agronegócio com a produção adicional de madeira, formação de cobertura protetora do solo e reconstrução de ambiente propício à recomposição espontânea da vegetação nativa em ambientes degradados;
- valor ornamental para arborização e paisagismo.

Autores deste tópico: Ananda Virginia de Aguiar, Valderes Aparecida de Sousa, Jarbas Yukio Shimizu

Espécies de pinus mais plantadas no Brasil

Espécies de pinus vem sendo cultivadas no Brasil há mais de um século para usos múltiplos. As primeiras introduções foram feitas com espécies de regiões com regimes de temperatura e precipitação contrastantes com as condições brasileiras, não tendo muito êxito. Os primeiros plantios com espécies subtropicais iniciaram por volta de 1936. Estes foram estabelecidos pelo Serviço Florestal do Estado de São Paulo, atual Instituto Florestal de São Paulo. Com o programa de incentivo fiscal ao "reflorestamento" em meados dos anos 1960, iniciaram-se os plantios comerciais sob regime de silvicultura intensiva nas regiões Sul e Sudeste. As espécies mais difundidas foram *P. elliottii* e *P. taeda*, introduzidas dos Estados Unidos e, em menor escala, *P. caribaea* e *P. oocarpa*. Naquele período, os povoamentos apresentavam baixa qualidade de fuste e produtividade de apenas 20 a 25 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. A partir dos anos 1970, iniciaram-se as experimentações com espécies tropicais como *P. caribaea*, *P. oocarpa*, *P. tecunumanii*, *P. maximinoi* e *P. patula*, possibilitando a expansão da cultura de pinus em todo o Brasil, utilizando-se a espécie adequada para cada região ecológica.

No início da década de 1970, com a criação do Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (Prodepf) foram realizadas várias ações de pesquisa requeridas para gerar subsídios técnicos aos projetos de reflorestamento. A partir dos anos 1980, experimentos com amostras de várias procedências das espécies já conhecidas, bem como de espécies tropicais, possibilitaram a ampliação das opções de espécies e do potencial econômico desses pinus em plantios comerciais. Espécies como *P. maximinoi*, *P. tecunumanii*, *P. chiapensis* e *P. greggii* poderão, em breve, ser incorporadas operacionalmente como produtoras de madeira, assim que estudos de produtividade e adaptação das diferentes procedências chegarem à maturidade e os povoamentos entrarem em fase de produção de sementes.

Para a identificação da maioria das espécies de pinus, são consideradas algumas características básicas, tais como: o número, a disposição, a forma e a coloração das acículas, a forma e a cor das sementes, o formato e o tipo de abertura dos cones, as características das resinas (quantidade exsudada, coloração, cristalização) e outras.

Pinus caribaea

Pinus caribaea compreende três variedades, de rápido crescimento e produtoras de madeira resinosa, de grande utilidade para o processamento mecânico. Em condições favoráveis ao rápido crescimento, as variedades *hondurensis* e *bahamensis* apresentam alta frequência de árvores com crescimento anormal, denominado "fox-tail" (rabo-de-raposa). Esta anomalia é caracterizada pelo crescimento somente do eixo principal da árvore, coberto de acículas, sem a formação de ramos. A variedade *caribaea* se caracteriza pela frequência baixa ou nula de "fox-tail", além de apresentar ramificações finas, regulares e perpendiculares ao eixo do fuste. A variedade *hondurensis* é a mais plantada na região tropical brasileira (regiões Amazônica, Centro-Oeste, Central, Leste e Sudeste), abrangendo uma área de aproximadamente 700 mil hectares destinada à produção de madeira para processamento mecânico e extração de resina.

P. caribaea var. *hondurensis* ocorre na América Central, incluindo a Nicarágua, Honduras, El Salvador, Guatemala e Belize, estendendo-se até a parte leste do México, em locais livres de geada, em altitudes desde o nível do mar até 700 m e, ocasionalmente, até 1.000 m, onde ocorrem precipitações pluviométricas médias anuais de 2.000 mm a 3.000 mm. As árvores, comumente, crescem em torno de 30 m de altura e 80 cm de DAP, podendo, eventualmente, atingir 45 m de altura e 135 cm de DAP. Geralmente, o tronco é reto e bem formado, não apresentando excesso de ramificações. No Brasil, os plantios devem ser restritos às regiões livres de geada, devendo-se escolher, cuidadosamente, as procedências originárias de altitudes correspondentes às dos locais de plantio. Esta espécie apresenta deformações quando ecótipos de baixa altitude são plantados em locais de altitude elevada.

P. caribaea var. *hondurensis* está entre os pinus tropicais mais plantados no mundo. Ela é recomendada em toda a região tropical brasileira, devido às suas características morfológicas e silviculturais. O plantio comercial com esta variedade tem expandido para as regiões Sudeste e Centro-Oeste e algumas áreas das regiões Norte e Nordeste, exceto no Semiárido. Sua madeira é de densidade moderada a baixa, mas de grande utilidade geral. Além disso, ela produz resina em quantidade viável para a exploração comercial.

A variedade *bahamensis* destaca-se como uma das mais importantes para a produção de madeira e resina na região Sudeste brasileira. Ela ocorre no arquipélago das Bahamas, nas ilhas Grand Bahamas, Andros, Abaco e New Providence. Essa é uma região de clima tropical (25 °C), sub-úmido (chuvas anuais de 700 mm a 1.300 mm), praticamente ao nível do mar (30 m), com solo de reação neutra a ligeiramente alcalina (pH 7,5 a 8,5). Ela tem sido introduzida em vários países e tem apresentado crescimento satisfatório, mesmo em solos de reação ácida, como também em locais de maior altitude, suportando, inclusive, geadas em regiões subtropicais. As condições ecológicas para o seu melhor desenvolvimento no Brasil são semelhantes às requeridas pela variedade *hondurensis*. Mas, em regiões de altitudes maiores que 700 m, apresentam melhor crescimento. O crescimento desta variedade é intermediário entre o de *P. caribaea* var. *caribaea* e o de *P. elliotii*. Sua madeira, por ser mais densa, é de melhor qualidade física e mecânica do que da variedade *hondurensis*. Um dos fatores que contribuem para a baixa difusão desta variedade, em plantios comerciais, é a baixa produção de sementes.

A variedade *caribaea* é nativa do oeste de Cuba, em Pinar del Rio e Isla de la Juventud, em altitudes de até 280 m, com inverno seco, temperatura média anual variando de 5 °C a 25 °C, precipitação pluviométrica média anual variando de 750 mm a 1.300 mm e solos ácidos (pH 4,5 a 6,0). Algumas de suas características são o fuste retilíneo e ramos finos, apesar de serem numerosos. Esta variedade, também é recomendada para a produção de madeira e resina, em regiões quentes. Assim como a variedade *bahamensis*, ela apresenta dificuldade para produzir sementes no Sudeste brasileiro. Testes de progênes desta espécie, no Brasil e na China, têm indicado base genética restrita.

As três variedades de *Pinus caribaea* podem ser plantadas em toda a região tropical brasileira, podendo se estender, inclusive, para a região Sul, desde que as geadas não sejam severas.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 1. *P. caribaea* var. *hondurensis* em Ibaiti, SP.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 2. *P. caribaea* var. *bahamensis* no litoral norte do Estado de Santa Catarina.

Pinus chiapensis

Pinus chiapensis apresenta madeira de coloração clara e de excelente qualidade para aplicações que não requerem alta resistência física. Sua densidade é baixa e uniforme no sentido medula-casca. Esta é a única espécie do grupo de "pinus brancos" que se adaptou bem no Brasil. Sua madeira é esbranquiçada, macia, de baixa densidade (gravidade específica entre 0,34 g/cm⁻³ e 0,36 g/cm⁻³) e tem grande valor para uso em acabamentos, marcenaria, confecção de embalagens finas e artesanatos.

P. chiapensis é originária do México, ocorrendo em regiões com 150 m a 2.300 m de altitude e precipitações pluviométricas elevadas, variando de 1.300 mm até 3.000 mm anuais. Na fase inicial de estabelecimento, esta espécie tende a produzir fustes múltiplos e troncos com casca fina, muito suscetíveis aos danos mecânicos ou por fogo. Portanto, um trabalho de manejo é fundamental, inclusive raleio para deixar somente um fuste por planta, adotando-se as devidas medidas de proteção.

No Brasil, *P. chiapensis* tem apresentado bom desenvolvimento e alta produtividade de madeira na região central do Estado de São Paulo, na Zona da Mata de Minas Gerais e no norte do Paraná. No entanto, ainda não é plantado comercialmente devido, principalmente, à falta de sementes para operações em grande escala.

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 3. Cones de *P. chiapensis*.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 4. Povoamentos de *P. chiapensis* em Ventania, PR.

Pinus elliottii

Existem duas variedades de *Pinus elliottii*: a var. *elliottii*, que é típica e ocorre no sul dos Estados Unidos, onde é amplamente plantada para a produção de madeira destinada ao processamento mecânico, bem como para a produção de celulose, papel e extração de resina; e a var. *densa*. Esta variedade ocorre em área com temperaturas mais elevadas, em baixa altitude, restrita ao extremo sul do estado da Flórida, onde ocorrem chuvas estacionais, predominantemente no verão, com pequena deficiência hídrica no inverno e na primavera. Em comparação com a variedade típica, a variedade densa caracteriza-se pelo crescimento mais lento, acículas mais longas e densas, ramos mais grossos, madeira mais dura e densa ($0,89 \text{ g/cm}^{-3}$), casca mais grossa e cones menores. Além disso, esta variedade apresenta estágio de grama em sua fase de mudas, com raiz pivotante vigorosa e as árvores adultas com copa irregular. Devido à baixa produtividade de madeira, esta variedade não despertou interesse para plantios comerciais.

No Brasil, a var. *elliottii* dessa espécie é a mais plantada nas regiões Sul e Sudeste. Porém, em menor escala do que *P. taeda*, visto que sua madeira não é usada pelas indústrias de celulose e papel, e sim na produção de madeira para processamento mecânico e na extração de resina. Em comparação com *P. taeda*, *P. elliottii* apresenta as seguintes características marcantes:

- exsudação de resina mais abundante pelos cortes e ferimentos na madeira, ramos e acículas;
- acículas mais densas, longas e de coloração mais escura;
- cones pedunculados com escama sem espinho.

A produção brasileira de resina de *P. elliottii*, em grande parte, teve início no final dos anos 1970, tornando-se o maior produtor na América do Sul. Atualmente, o Brasil é o segundo país exportador de goma-resina, com uma produção em torno de 106.366 toneladas por ano. A produção anual média varia em torno de 2,0 kg em árvores sem melhoramento genético. Genótipos geneticamente melhorados mediante seleção de matrizes mais produtivas, a produção anual pode passar de 10,0 kg por árvore. Esta variedade cresce mais do que *P. taeda* em regiões de baixa altitude, como na planície costeira de toda a região Sul, desenvolvendo-se bem, mesmo em solos com lençol freático próximo à superfície.

P. elliottii var. *elliottii* ocorre naturalmente no Sul e Sudeste dos Estados Unidos, desde a planície costeira do sul da Carolina do Sul ($33^{\circ} 30' \text{ N}$) até a região central da Flórida e, para oeste, até a Louisiana. O clima predominante na região de ocorrência natural caracteriza-se pelos verões chuvosos, com precipitação pluviométrica média anual em torno de 1.270 mm e temperatura média anual de 17°C , ocorrendo, esporadicamente, temperaturas extremas de 18°C até 41°C . No Brasil, esta variedade requer clima fresco com inverno frio e disponibilidade de umidade constante durante o ano.

Ela é indicada para plantio em toda a região Sul e Sudeste do Brasil. No entanto, a atividade de extração de resina deverá ser restrita às regiões com períodos mais prolongados de temperaturas altas do que no planalto sul, para se obter maior rendimento. Por exemplo, nas planícies costeiras e nas áreas de transição para a região tropical (região de cerrado nos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais). A região mais apropriada ao seu maior crescimento e produtividade de madeira avança até os Cerrados no sul do Estado de São Paulo, onde as altas temperaturas e a ocorrência de deficiência hídrica, em parte do ano, limitam o desenvolvimento de espécies como *P. taeda*.

De maneira geral, *P. elliottii* apresenta um incremento volumétrico menor do que *P. taeda*. Mas, a sua produção de madeira adulta inicia-se mais cedo, a partir dos sete a oito anos de idade, ao contrário de *P. taeda*, que começa com 12 a 15 anos. Esta característica apresenta um diferencial importante para a produção de madeira, destinada ao processamento mecânico, visto que a madeira de *P. elliottii* apresenta melhor qualidade física e mecânica do que a de *P. taeda*.

Fotos: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 5 e Figura 6. *P. elliotii* var. *elliotii* com 20 anos de idade, desbastado, em Colombo, PR.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 7. *P. elliotii* var. *elliotii*, acículas longas, densas e verde-escuras.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 8. *P. elliotii* var. *elliotii* – cone pedunculado e sem espinhos proeminentes nas escamas.

Pinus greggii

Pinus greggii é endêmico do México e ocorre em duas regiões: na parte norte do país, nos estados Nuevo Leon e Coahuila (latitude 24° a 25° N) e nos estados Puebla, San Luis Potosi, Hidalgo, Queretaro e Veracruz (20° a 21° N) na região Central. As populações do norte e do centro-leste são denominadas como população do norte e população do sul, respectivamente. Essas populações ocorrem em altitudes que variam de 1.250 m a 2.600 m, com precipitações pluviométricas médias anuais entre 650 mm a 1.600 mm. A temperatura mínima, em suas origens, na maioria das vezes, chega a -9 °C nos meses de inverno. As árvores da população do norte crescem 6 m a 15 m de altura e 22 cm a 40 cm de DAP (diâmetro à altura do peito) quando adultas. As taxas de crescimento das árvores da população do norte são em torno de 1 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ a 2 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Árvores das populações do sul crescem de 9 m a 20 m de altura e 25 cm a 40 cm de DAP e a taxa de crescimento mais comum varia de 3 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ a 6 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

A madeira de *P. greggii* apresenta coloração amarelo-pálida e aspecto pouco resinoso, densidade entre 0,45 g/cm⁻³ e 0,55 g/cm⁻³, podendo ser facilmente descascada e serrada. Isto representa um potencial para seu uso como peças sólidas. Devido ao número de ramos que produz, se não for devidamente manejada, ela tende a concentrar um grande número de nós na madeira, tornando-a de baixa qualidade para processamento industrial. O papel produzido com a madeira desta espécie apresenta maior resistência ao rasgo, ao estouro e à tração quando comparado ao de outras espécies, além de apresentar uma polpa de boa qualidade.

Em ensaios de campo, foi observado que as populações do sul apresentam crescimento mais rápido do que as do norte. Com base nessas observações e outros resultados, reconhecem-se, atualmente, duas variedades taxonômicas: *P. greggii* var. *greggii*, que ocorre na parte norte da área de distribuição natural da espécie, e *P. greggii* var. *australis*, que ocorre no sul.

O desempenho de *P. greggii* tem sido observado em ensaios de campo em vários países. Nestes, tem-se observado rápido crescimento em altura e diâmetro, potencial para adaptar-se em condições secas e à baixa temperatura. As procedências da região central do México têm maiores probabilidades de êxito no Sul do Brasil em relação às do Norte. Entre as particularidades desta espécie estão a resistência às geadas severas e a precocidade do florescimento. Desde o primeiro ano no campo, já podem ser observados primórdios de estróbilos femininos. Além disso, esta espécie tem grande potencial para geração de híbridos interespecíficos, visando à combinação de suas características favoráveis com as de outras espécies plantadas comercialmente na região.

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 9. Cones e acículas de *P. greggii*.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 10. Povoamentos de *P. greggii* em Ponta Grossa, PR.

Pinus kesiya

Pinus kesiya é originário da Ásia. É uma espécie de clima tropical, com potencial para produção de madeira e resina. Ela engloba o grupo anteriormente chamado *P. insularis*, que ocorre na Ilha Mindoro, nas Filipinas, e os grupos chamados *P. khasya* e *P. yunnanensis* de países do Sudeste Asiático, parte da China e Índia. Seu nome comum, no idioma inglês, é "Khasi Pine", devido ao nome do local de sua origem. As árvores desta espécie atingem em torno de 45 m de altura e 100 cm de DAP. Suas populações ocorrem em ambientes de altitudes que variam de 300 m a 2.700 m, com precipitação pluviométrica média anual entre 700 mm e 1.800 mm, com longo período de deficiência hídrica. A temperatura média anual, em sua região de origem, é de 17 °C a 22 °C.

A madeira de *P. kesiya* é utilizada na fabricação de chapas de partículas aglomeradas (MDP), celulose e papel. A densidade básica da madeira é de 0,560 g/cm³. A madeira é leve, fácil de ser trabalhada, de coloração amarelo-clara, muito suscetível ao ataque de cupins e fungos apodrecedores. Esta espécie tem potencial para produção de resina.

As árvores de *P. kesiya* apresentam tronco com casca grossa, de coloração marrom-escura e fissuras longitudinais. A partir dos dois anos de idade, seus ramos apresentam coloração marrom-avermelhada e se tornam robustos, tendendo a crescer no sentido horizontal. Suas acículas são agrupadas em três por fascículo, de 15 cm a 20 cm de comprimento e apresentam coloração verde-escura.

Em plantios comerciais não melhorados no Brasil, *P. kesiya* apresenta rápido crescimento, mas seu fuste tem forte tendência à forma cônica, geralmente, tortuoso e com muitos ramos que precisam ser removidos no manejo. Esta espécie tem grande perspectiva como produtora de madeira nos trópicos brasileiros, onde ocorre deficiência hídrica durante parte do ano, como na região dos Cerrados.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 11. Povoamentos de *P. kesiya* em Vilhena, RO.

Pinus maximinoi

Pinus maximinoi, antes conhecido como *P. tenuifolia*, atinge grandes dimensões, até 35 m de altura e 100 cm de DAP (diâmetro à altura do peito). As acículas, em cinco por fascículo, são finas, flexíveis e pendentes, com 15 cm a 28 cm de comprimento. Os cones são ovalados longos, com 5 cm a 8 cm de comprimento, assimétricos, marrom-avermelhados, com pedúnculos de 10 mm a 15 mm de comprimento. Sua madeira é resistente, com densidade maior do que a de *P. patula* (0,32 a 0,51 g/cm³) e é considerada de alta qualidade, tanto para processamento mecânico quanto para produção de celulose e papel. Trata-se de uma espécie produtora de madeira de coloração clara. No Brasil, sua cultura ainda está na fase experimental, demonstrando alto incremento volumétrico e poderá ser uma alternativa estratégica como fonte de madeira nas regiões tropicais e subtropicais. Os materiais genéticos disponíveis para plantio ainda apresentam grande variação na forma e vigor. Porém, com trabalhos básicos de melhoramento genético, grande parte dos defeitos poderá ser eliminada rapidamente. Portanto, esta é mais uma espécie que figura como opção para a diversificação de espécies em plantios destinados à produção de madeira sólida.

P. maximinoi tem distribuição natural em uma série de populações disjuntas, estendendo-se desde a região central do México até a Nicarágua, em altitudes de 600 m a 2.400 m. É uma espécie tropical de rápido crescimento que expressa melhor desenvolvimento em ambiente subtropical, em altitudes entre 800 m e 1.500 m, com precipitação pluviométrica média anual entre 1.000 mm e 2.000 mm.

No Brasil, *P. maximinoi* pode ser plantado em toda a região tropical e subtropical. No entanto, em locais de baixa altitude, ele tende a apresentar alta incidência de *fox-tail*. Esta espécie tem demonstrado alto incremento volumétrico e fuste de boa forma na região do cerrado, no sul do Estado de São Paulo, em solo arenoso. Na região Sul, a cultura desta espécie é limitada devido à ocorrência de geadas severas.

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 12. Cones de *P. maximinoi*.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 13. *P. maximinoi* aos 21 anos de idade, em Ventania, PR.

Pinus oocarpa

Pinus oocarpa é uma espécie produtora de madeira com tonalidade amarelada e cerne marrom-pálido, de dureza média e alta resistência física. Em sua região de origem, ela é usada, também, para extração de resina. Ela é originária do México e da América Central, com ampla dispersão no sentido norte-sul, estendendo-se desde o deserto de Sonora, no noroeste do México e ao sul pelas encostas da Sierra Madre Ocidental, e as montanhas da Guatemala, Belize, El Salvador e Honduras até o noroeste da Nicarágua. O clima nestas regiões é determinado por estações secas, com períodos de até seis meses com precipitações pluviométricas menores que 50 mm e temperatura média mensal de 26 °C a 36 °C.

Os cones de *P. oocarpa* são serôdios. Suas formas variam desde globosas a ovoides, com 6 cm a 10 cm de comprimento, de cor marrom-amarelada pálida a ocre e pedúnculos persistentes de 3 cm a 4 cm. As sementes têm 7 mm de comprimento, com asas de 10 mm a 15 mm. No Brasil, esta espécie é plantada para produção de madeira para processamento mecânico, na região dos planaltos tropicais. Sua madeira é moderadamente dura e resistente, de alta qualidade para usos em estruturas, construções civis, confecção de chapas e madeira reconstituída. Além de madeira, *P. oocarpa* produz resina em quantidade viável para extração em escala comercial. Esta espécie produz muitas sementes, facilitando a ampliação de suas áreas de reflorestamento. Ela não se adapta às regiões de baixa altitude ou planícies costeiras. Na região Amazônica, além de apresentar pouco desenvolvimento, é severamente atacada por doenças bacterianas nas acículas, levando-a à morte.

A variedade *ochoterenai* apresenta características semelhantes às da espécie, inclusive na distribuição geográfica, exceto que se estende para o norte somente até o sul do México. Seus cones não são serôdios como ocorre na espécie, de forma ovoide alongado, mas menores (5 cm a 8 cm de comprimento), de cor ocre-avermelhada, mais escura do que da espécie e pedúnculos pouco persistentes, de 1 cm a 2,5 cm. As sementes são ligeiramente menores e as asas ligeiramente mais longas do que as da espécie (6 mm de comprimento, com asas de 12 mm a 15 mm). No Brasil, apesar de não haver registro de plantios comerciais com esta variedade, ela pode estar presente na maioria dos povoamentos estabelecidos como *P. oocarpa*, visto que seu crescimento tende a ser maior e, assim, seletivamente favorecida em detrimento da espécie.

Na parte norte da área de ocorrência natural de *P. oocarpa*, o clima é caracterizado como temperado seco, com precipitação pluviométrica média anual de 500 mm a 1.000 mm. Na parte central, que inclui o Sul do México, Guatemala e El Salvador, a precipitação pluviométrica média anual varia de 1.500 mm a 2.000 mm e, em Belize, Honduras e Nicarágua, de 2.000 mm a 3.000 mm. *P. oocarpa* ocorre em altitudes desde 200 m até 2.500 m, mas o melhor desempenho se observa nas encostas bem drenadas, em regiões temperadas amenas a subtropicais, em altitudes em torno de 1.500 m e com precipitações pluviométricas médias anuais entre 1.500 mm e 2.000 mm. No Brasil, esta variedade pode ser plantada em toda a região do planalto tropical.

Pinus oocarpa var. *ochoterenai* ocorre, naturalmente, em regiões desde semiárida, com precipitação pluviométrica média anual de 800 mm, até tropical úmida, com precipitação pluviométrica média anual de 3.000 mm e altitudes variando de 500 m até 2.600 m, na faixa de latitudes de 14° N até 18° N. O melhor desenvolvimento desta variedade se observa entre as altitudes de 1.500 m a 2.500 m, com precipitação pluviométrica média anual de 1.600 mm.

P. oocarpa tolera geada moderada após a fase inicial de plantio e, por isso, tem sido recomendado para plantios numa ampla área do Brasil, que engloba todo o planalto, nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. A espécie tem apresentado bom desenvolvimento no Estado de São Paulo, bem como no Pará e Rio Grande do Sul. Deve-se evitar o seu plantio na região Amazônica, onde é mais susceptível às doenças de origem bacteriana.

Pinus palustris

Pinus palustris ocorre naturalmente nas planícies do sudeste dos Estados Unidos. Neste ecossistema ocorrem de um a cinco incêndios naturais por ano. Em condições naturais, as árvores desta espécie podem atingir 40 m de altura e 100 cm de DAP. Na época da colonização europeia, esta era a espécie mais explorada para produção de madeira e resina.

No Brasil, diferentes procedências de *P. palustris* foram testadas em 1970, nas regiões Sul e Sudeste. Mas, a sua produtividade foi muito baixa, além de requerer cuidados especiais nos primeiros anos após o plantio. O seu baixo desempenho inicial deve-se à dormência apical que se caracteriza pelo "estágio de grama" (Grass stage). Nos Estados Unidos, o estágio de grama pode durar até 12 anos e, no Brasil, de 5 a 6 anos. Durante esse período, a planta investe toda a sua energia no desenvolvimento do sistema radicular. Como não há crescimento apical nesse período, a parte aérea da planta apresenta a aparência de um "maço de capim", o que dificulta os tratos culturais. As longas acículas conferem às plântulas resistência ao fogo, visto que ele não consegue atingir as gemas. Após esse período, inicia-se o crescimento apical da planta, com o alongamento do broto terminal. Nesta fase, observam-se muita variação no crescimento entre as árvores.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 14. *P. palustris* em estágio de grama.

P. palustris produz madeira de alta qualidade que constitui fonte de matéria-prima para a fabricação de dormentes, postes, painéis aglomerados, OSB, MDF, além de resina. A madeira é considerada de alta durabilidade, resistindo ao ataque de fungos e moluscos (resistência ao apodrecimento). Sua densidade básica é de $0,49 \text{ g/cm}^{-3}$ e contém 4,17%, 28,50% e 67,33% de extrativos totais, lignina e holocelulose, respectivamente, e o poder calorífico é da ordem de 4.890 cal g^{-1} .

Nos Estados Unidos, vêm sendo desenvolvidos projetos de conservação e recomposição das populações naturais de *P. palustris*, devido à vulnerabilidade dos ecossistemas onde esta ocorre. Um dos fatores de ameaça é o aumento na frequência e na severidade dos incêndios florestais. Apesar de o fogo ser um componente essencial para a restauração e a manutenção deste ambiente, ele é responsável pela morte de grande parte dos indivíduos juvenis e adultos. Além disso, a produção de sementes e a regeneração natural da espécie são baixas.

Pinus patula

Pinus patula é uma espécie facilmente identificada pelas acículas verde-pálidas, finas e pendentes. Em árvores maduras, a casca é espessa, com fissuras verticais profundas na parte baixa do tronco. Na parte mediana e superior, a casca é fina, marrom-avermelhada, escamosa e de cor vermelha-amarelada. Os cones são sésses, extremamente persistentes, serôdicos, cônicos, ligeiramente curvos, com 7 cm a 10 cm de comprimento, de cor marrom ou marrom-amarelada e lustrosos. Suas sementes são pequenas (aproximadamente 5 mm de comprimento, com asas marrom-pálidas de 17 mm de comprimento), podendo conter aproximadamente 115 mil sementes por kilo. Sua madeira tem grande utilidade para processamento mecânico e fabricação de papel e celulose. Na Serra da Mantiqueira, no sudeste de Minas Gerais e nordeste do Estado de São Paulo, bem como no oeste de Santa Catarina e na região das serras do Rio Grande do Sul, esta espécie apresenta produtividade de madeira maior do que *P. taeda*. Apesar de ocorrer, naturalmente, em região sujeita a baixas temperaturas, uma das limitações para o seu plantio no Brasil são as geadas severas, principalmente na fase de mudas.

P. patula ocorre no México, em regiões com altitudes entre 1.500 m a 3.100 m, ao longo da Sierra Madre Oriental, e apresenta o melhor desenvolvimento em solos úmidos e bem drenados, em locais com precipitação pluviométrica média anual entre 1.000 mm e 1.500 mm. No Brasil, o melhor desenvolvimento de *P. patula* se observa em regiões de grande altitude (900 m ou mais) como aqueles ocorridos na Serra da Mantiqueira, no nordeste do Estado de São Paulo e sudeste de Minas Gerais, sudoeste do Paraná, oeste de Santa Catarina e nordeste do Rio Grande do Sul. O excesso de chuvas no inverno torna as plantas vulneráveis à geada, especialmente na fase de mudas, e ao ataque de fungos nas acículas e em ferimentos na casca. Em ambientes de baixa altitude e com temperaturas mais elevadas do que nessas regiões, esta espécie tende a produzir árvores de baixa qualidade, com grande número de ramos grossos e persistentes, além de baixo crescimento em altura. Nesses ambientes, esta espécie é altamente vulnerável ao ataque de lagartas do gênero *Glena* (Ordem Lepidoptera) que, em surtos, podem devorar totalmente as acículas. Outro problema, nesses locais, é a maior vulnerabilidade da espécie ao ataque de fungos que podem ser fatais. Em condições favoráveis ao seu desenvolvimento, *P. patula* apresenta crescimento em altura maior que *P. elliottii* ou *P. taeda*.

Genótipos de boa forma de fuste e ramos mais finos já têm sido desenvolvidos mediante melhoramento genético. Mesmo assim, ainda existem altas variações entre árvores em povoamentos que passaram por apenas uma geração de seleção.

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 15. Acículas finas, de coloração verde-clara e pendentes, características mais marcantes de *P. patula*.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 16. Cones de *P. patula*.

Pinus taeda

Pinus taeda é a mais importante dentre as espécies de pinus plantadas, comercialmente, no Sul e Sudeste dos Estados Unidos. Ela ocorre desde Delaware, no nordeste, até o Texas, no oeste e, ao sul, até a região central da Flórida. Essa área abrange ecossistemas desde a planície costeira Atlântica até os Montes Apalaches e, ao oeste, estende-se até o oeste do Rio Mississippi. A cobertura florestal com esta espécie, nos Estados Unidos, é estimada em 11,7 milhões de hectares.

No Brasil, *P. taeda* é a espécie mais plantada entre os pinus, abrangendo aproximadamente um milhão de hectares, no planalto da região Sul do Brasil, para a produção de celulose, papel, madeira serrada, chapas e madeira reconstruída. Esta espécie é plantada também em outros países para a produção de madeira destinada ao processamento industrial. Os plantios iniciais, feitos com sementes sem controle de qualidade (normalmente coletadas de povoamentos de baixa qualidade nas origens) resultavam em povoamentos com má qualidade de fuste e ramos, apesar do vigor e da alta produção de biomassa lenhosa. Atualmente, estão disponíveis no mercado sementes geneticamente melhoradas que permitem a formação de povoamentos comerciais de maior produtividade e melhor qualidade da madeira.

P. taeda coloniza facilmente áreas abertas, o que o caracteriza como uma espécie invasora. Esta característica predomina somente em situações onde há grande produção de sementes, ausência de predadores naturais de sementes e, principalmente, quando há luminosidade suficiente para o estabelecimento das plântulas e contato das sementes com o solo. Na ausência destas condições, essa espécie não consegue se estabelecer por ser dominada pelas espécies folhosas.

Em toda a região de ocorrência natural de *P. taeda*, o clima é úmido, temperado-ameno, com verões quentes e longos. A precipitação pluviométrica média anual varia de 1.020 mm a 1.520 mm e o período livre de geadas varia de cinco meses na parte norte até dez meses, na parte costeira sul. As temperaturas médias anuais variam de 13 °C a 24 °C, podendo chegar à mínima extrema de -23 °C. No Brasil, esta espécie se desenvolve bem nas regiões com clima fresco e inverno frio, com disponibilidade constante de umidade durante o ano. Esta condição é encontrada em todo o planalto das regiões Sul e Sudeste.

Pinus taeda pode ser plantado no planalto das regiões Sul e Sudeste, em solo bem drenado, onde não haja deficiência hídrica. Isto inclui as partes serranas do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, bem como o sul dos estados de São Paulo e Minas Gerais. Com base nos testes de procedências, em várias regiões do Brasil, confirmou-se que as procedências da planície costeira da Carolina do Sul são mais produtivas e com melhor qualidade de fuste nas regiões Sul e Sudeste do País. Na serra gaúcha e no planalto catarinense, onde ocorrem invernos rigorosos, as procedências da Carolina do Norte tendem a ser mais produtivas.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu

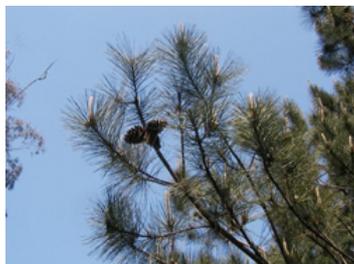


Figura 17. *P. taeda* - acículas finas, curtas e ralas, de coloração verde-amarelada a acinzentada.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 18. *P. taeda* – Cone séssil com espinhos proeminentes nas escamas.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu

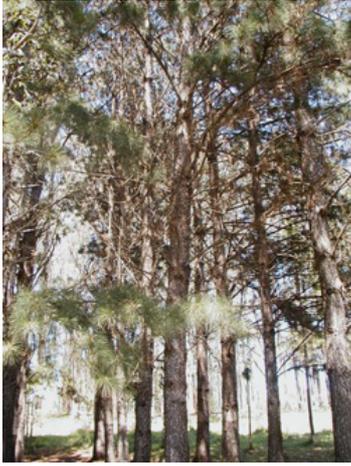


Figura 19. Povoamento de *P. taeda* formado com sementes sem melhoramento genético.

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 20. Povoamento comercial de *P. taeda* formado com sementes melhoradas.

Pinus tecunumanii

Pinus tecunumanii pode atingir até 50 m de altura e DAP de até 120 cm. Seu tronco é reto e, geralmente, livre de ramos até 20 m a 30 m de altura. Sua madeira é de excelente qualidade, com densidade de $0,51 \text{ g/cm}^{-3}$ a $0,56 \text{ g/cm}^{-3}$, dura, mas não tão resinosa quanto a madeira de *P. oocarpa*. A casca, na parte basal, é espessa, com 2 cm a 4 cm e, dos 4 m para cima, torna-se fina, escamosa, de coloração marrom-avermelhada. As acículas são finas e flexíveis, de coloração verde-clara a verde-amarelada, com comprimento médio de 17 cm a 18 cm e em fascículos de cinco acículas, na maioria dos casos. Os cones têm, em média, 5 cm de comprimento e 2,5 cm a 3,5 cm de largura, de forma ovoide-alongada a cônica-alongada. Os pedúnculos são ligeiramente recurvados, não persistentes, com 0,5 cm a 1,5 cm de comprimento, que permanecem nos cones quando estes caem. As sementes são pequenas, com 4 mm a 6 mm de comprimento e 3 mm de largura, com asas de 9 mm de comprimento e 5 mm de largura.

No Brasil, *P. tecunumanii* é uma das espécies tropicais mais valorizadas pela alta produtividade e qualidade de sua madeira. Na região tropical brasileira, tem apresentado rápido crescimento, boa forma de fuste e baixa ocorrência de fox-tail. Porém, a sua disseminação não tem sido mais rápida devido à dificuldade de se produzir grande quantidade de sementes.

Na área de ocorrência natural de *P. tecunumanii*, que se estende desde o sul do México até a região central da Nicarágua, a precipitação pluviométrica média anual varia entre 1.200 mm e 2.000 mm e o melhor crescimento se observa nas encostas com solos férteis, profundos e bem drenados. Existe populações que ocorrem em altitudes de 450 m a 1.500 m e outro em altitudes de 1.500 m a 2.900 m. Nos locais de maior altitude, podem ocorrer geadas. As procedências de altitudes maiores que 1.500 m têm apresentado alta suscetibilidade à quebra de fuste pelo vento.

Na região central do Brasil, os materiais genéticos de maior crescimento são aqueles oriundos da parte meridional da sua área de distribuição natural, de altitudes em torno de 1.000 m. Testes de procedências e progênies no Estado de São Paulo indicaram as procedências de Honduras como altamente produtivas, enquanto que as da Nicarágua têm apresentado a melhor forma de fuste. A sua madeira apresenta características físicas mais homogêneas se comparadas com as demais espécies de pinus. Isto a torna de melhor qualidade para processamento mecânico. Entre os pontos fracos da espécie, pode ser destacada a baixa resistência às geadas, a alta suscetibilidade à quebra de fuste pelo vento e a baixa produção de sementes. Essas características são relativamente fáceis de serem corrigidas mediante seleção em favor de matrizes mais prolíficas e com menor propensão à quebra de fuste, combinada com plantios em ambientes sem geadas severas e mais favoráveis à sua reprodução.

A região recomendável para o plantio de *Pinus tecunumanii* no Brasil coincide com a de *P. oocarpa*. O ambiente ideal para o seu desenvolvimento é caracterizado por solos ácidos e argilo-arenosos, com pelo menos 40 cm de profundidade, boa drenagem e precipitação pluviométrica anual de pelo menos 1.000 mm.

Foto: Jarbas Yukio Shimizu



Figura 21. *P. tecunumanii* no Estado do Paraná.

Autores deste tópico: Ananda Virginia de Aguiar, Valderes Aparecida de Sousa, Jarbas Yukio Shimizu

Produção de sementes de alta qualidade genética

Na década de 1960, com o advento do programa de incentivos fiscais para reflorestamento, foram estabelecidos os primeiros povoamentos comerciais de pinus para formar a base florestal que daria origem ao parque industrial da madeira, papel e celulose de fibra longa. Na década de 1970, foram implantados os primeiros testes de procedências e de progênies. Eles tiveram papéis importantes na produção de sementes melhoradas de pinus. O aprimoramento das técnicas de propagação vegetativa e a adoção de estratégias de melhoramento genético, aliada às condições edafoclimáticas favoráveis, possibilitaram a obtenção de alta produtividade em volume de madeira.

Apesar de a silvicultura intensiva com espécies exóticas no Brasil ter sido iniciada no século passado, sementes de pinus de alta qualidade genética ainda não estão disponíveis em quantidade suficiente para atender a demanda, principalmente das espécies de maior valor econômico. Além disso, devido ao fato de os programas de melhoramento genético de pinus no Brasil estarem restritos às espécies como *Pinus taeda*, *P. elliottii* var. *elliottii* e *P. caribaea* var. *hondurensis* para produção de madeira nas regiões Sul e Sudeste, sementes de alta qualidade genética de outras espécies com potencial produtivo ainda são escassas no mercado.

A qualidade da semente é um dos principais requisitos para se conseguir alta produtividade de madeira. Assim, para o estabelecimento de povoamentos florestais, é importante atentar para a qualidade das sementes e mudas. Devem-se escolher sementes de boa procedência, exigindo-se, dos fornecedores, o atestado de fitossanidade, informações sobre a categoria de melhoramento e dados analíticos do grau de pureza e de germinação. Existem diversos fornecedores de sementes de boa qualidade, variando a tecnologia de produção e o grau de melhoramento das árvores produtoras. Os graus de melhoramento genético em sementes de espécies florestais são designados pelos seguintes tipos e categorias de povoamentos produtores:

a) ACS (Área de Coleta de Sementes)

ACS é um povoamento comercial onde algumas das melhores árvores são selecionadas para a coleta de sementes e/ou propágulos vegetativos. Como essas árvores não são selecionadas com base no seu valor genético e pelo fato de serem polinizadas por qualquer árvore em sua volta, o valor genético das suas sementes é limitado. As ACS podem ser das seguintes categorias:

- ACS-AS: Área alterada de coleta de sementes sem matrizes marcadas;
- ACS-AM: Área alterada de coleta de sementes com matrizes marcadas, com critério de seleção informado;
- ACS-MS: Área de coleta de sementes com matrizes selecionadas, com critério de seleção informado.

Portanto, o viveirista que usar estas categorias de sementes deverá planejar a operação de produção de mudas levando em consideração que um grande número delas deverá ser descartado devido ao baixo vigor, má formação e outros defeitos. A vantagem desta categoria de semente é o baixo custo e a segurança de maior adaptabilidade ao local de produção.

b) APS (Área de Produção de Sementes)

APS é um povoamento comercial isolado de pólenes externos (povoamentos da mesma espécie ou de espécies afins), de alto desempenho quanto à produtividade e à qualidade das árvores. Este povoamento é submetido a desbastes seletivos, em várias etapas, deixando-se somente as melhores árvores (fenotipicamente) que serão manejadas intensivamente para produção de sementes. Nesse processo, abre-se um amplo espaçamento entre as árvores, proporcionando condições para que as remanescentes desenvolvam suas copas e produzam grandes quantidades de sementes. As sementes produzidas na APS são de qualidade genética superior àquelas produzidas na ACS, porque são produzidas por árvores selecionadas, polinizadas por outras também selecionadas na mesma intensidade. Mesmo assim, o grau de melhoramento obtido ainda é modesto, visto que a intensidade de seleção que se pode aplicar é limitada pela quantidade de árvores existentes no povoamento e a quantidade que precisa ser deixada para produzir sementes. A grande vantagem da APS é a combinação do melhoramento genético na produtividade e qualidade com a adaptabilidade ao local, já que ambos os genitores estão entre os de melhor adaptabilidade na população.

Sementes coletadas de uma APS poderão ser usadas para a formação de povoamentos destinados à formação de novas APS de gerações sucessivas de seleções, obtendo-se sementes de qualidade geneticamente melhorada a cada geração. Assim, é importante que se conheça a origem da semente usada para a formação da APS.

c) PS (Pomar de Sementes)

O pomar de sementes é o povoamento resultante de árvores matrizes com alta intensidade de seleção, isolado contra pólenes indesejáveis, manejado e destinado a produzir sementes melhoradas. Normalmente, ele é composto de clones de um número reduzido de árvores de alto valor genético (Pomar de sementes clonal - PSC), ou de mudas produzidas com suas sementes (Pomar de sementes por mudas - PSM). As árvores matrizes componentes do pomar são selecionadas em função de algumas características específicas e de interesse, como adaptabilidade a uma determinada região específica,

alta produção volumétrica de madeira, forma do fuste, densidade da madeira, tolerância aos fatores adversos do ambiente, etc. Portanto, o tipo de cada pomar precisa ser especificado quanto às características de seleção a que seus componentes ou seus genitores foram submetidos. Teoricamente, as sementes produzidas no pomar são da melhor qualidade possível, originando mudas com maior vigor, homogeneidade, resultando em baixo número de descartes. Com esse tipo de sementes, aumenta-se a eficiência do viveiro, bem como a produtividade da floresta formada com essas mudas.

Podem-se distinguir os seguintes tipos de pomares de sementes:

- PSM: Pomar de sementes por mudas - é formado a partir de teste de progênies com desbaste dos indivíduos não selecionados;
- PCS: Pomar clonal de sementes - é estabelecido por meio de propagação vegetativa de árvores superiores;
- PCSH: Pomar clonal para produção de sementes híbridas - é constituído de uma ou duas espécies ou de clones selecionados de uma mesma espécie, estabelecido por meio de propagação vegetativa;
- PSMt: Pomar de sementes por mudas, testado - oriundo de mudas formadas a partir de sementes, cujas matrizes remanescentes foram selecionadas com base em testes de progênies, para uma região bioclimática específica;
- PCSt: Pomar de sementes por clones, testado - oriundo de mudas formadas por clonagem de matrizes selecionadas com base em testes de progênies, para uma região bioclimática específica.

Em princípio, espera-se que os pomares testados apresentem ganhos genéticos superiores em relação ao pomar não testado. Futuramente, com a melhoria e a disponibilidade de técnicas que auxiliem no desenvolvimento de novas "variedades", será possível disponibilizar material genético (sementes ou propágulos) de maior produtividade. Tais técnicas englobam a seleção precoce, hibridações inter e intraespecíficas, clonagem massal, embriogênese somática e, entre outras.

Autores deste tópico:Ananda Virginia de Aguiar ,Valderes Aparecida de Sousa ,Jarbas Yukio Shimizu

Produção de mudas

A produção de mudas é uma das etapas fundamentais na implantação de uma floresta, podendo ser determinante para o sucesso do empreendimento florestal. As técnicas de produção devem atender às necessidades do produtor e às particularidades da espécie, levando-se em consideração a disponibilidade e a localização de áreas, o grau de tecnologia e os recursos financeiros disponíveis. Nesse processo, especificamente com pinus, destacam-se diversos aspectos que precisam ser observados, visto que afetam diretamente os resultados do empreendimento.

Sementes

Devem-se escolher sementes de procedência adequada, exigindo-se, dos fornecedores, o atestado de fitossanidade, as informações sobre a categoria de melhoramento e os dados analíticos do grau de pureza e de germinação. Há diversos fornecedores de sementes de boa qualidade, variando a tecnologia de produção e o grau de melhoramento das árvores produtoras.

Substratos

Existem diversos tipos de substratos para a produção de mudas de pinus. Para a escolha correta, deve-se levar em conta fatores de ordem econômica (custo, disponibilidade, qualidade e facilidade de manuseio) e técnica (pH e o nível de fertilidade do substrato). Os fatores de ordem física referem-se às características desejáveis do próprio material como, por exemplo, a granulometria e a densidade, que interferem na aeração, na capacidade de retenção de umidade e na agregação do substrato. Além disso, a espécie a ser produzida, o sistema de irrigação, o tipo de recipiente, entre outras, são características técnicas de grande importância.

O solo puro não é muito utilizado como substrato porque pode causar problema ambiental com a sua retirada em grandes quantidades, além da dificuldade de manuseio no viveiro, devido ao seu peso. Se for solo de superfície, pode conter sementes de plantas invasoras e esporos de patógenos, além de ser impróprio para a utilização em recipientes como os tubetes plásticos.

Existem vários componentes classificados como inertes que podem ser utilizados na formação de substratos, como a vermiculita (produto à base de mica expandida), a casca de arroz carbonizada e moída de carvão vegetal. Os componentes orgânicos para compor os substratos podem ser a fibra de coco, o esterco (de bovino, aves e suínos), a casca de pinus ou de eucaliptos e outros compostos derivados de resíduos orgânicos. Cada um deles apresenta peculiaridades quanto ao teor de nutrientes, condutividade elétrica, capacidade de retenção e disponibilização de água, predisposição à compactação sob irrigação, granulometria e porosidade.

Embora exista uma série de formulações de substratos já avaliada e disponível, cada viveiro deverá fazer ajustes quando necessários. Algumas proporções possíveis de misturas para a produção de mudas de pinus são:

Exemplo 1

1/3 de casca de pinus decomposta e moída em triturador de martelo
1/3 de húmus
1/3 de casca de arroz carbonizada

Exemplo 2

25% de casca de pinus decomposta e moída
25% de casca de arroz carbonizada
25% de vermiculita fina
24% de turfa ou húmus
1% de solo vermelho

Recomenda-se acrescentar mistura de adubo, abaixo descrita, para cada metro cúbico de substrato.

Tabela 1. Sugestão de adubação (considerando-se 1m³ de substrato).

Componente	Quantidade (g)
Sulfato de amônio	800

Cloreto de potássio	200
Superfosfato simples	4.000
FTE BR 10 *	1.000

(*) produto comercial para adubação com micronutrientes
 Fonte: Embrapa Florestas.

Os exemplos de composições e adubações dos substratos mencionados apenas ilustram algumas possibilidades, devendo ser adaptados conforme as necessidades e especificidades de cada viveiro. Uma alternativa eficiente se refere à utilização de fertilizantes de liberação controlada no substrato, eliminando ou reduzindo a necessidade de adubações de cobertura.

A mistura deve ser realizada com o uso de pás ou misturadores elétricos (betoneiras ou equipamentos específicos para viveiro). O produto final deverá estar homogeneizado, sem fracionamento entre os componentes. Para a sua utilização, a mistura deverá ser previamente umedecida, porém, não ao ponto de escorrer quando apertada na mão.

Outro aspecto que deve ser considerado na produção de substratos é a necessidade de desinfestação para eliminar fungos patogênicos e sementes de plantas invasoras, que podem estar misturados com os componentes orgânicos. A presença desses agentes no viveiro pode causar grandes prejuízos. Uma possibilidade, no caso de pequenas quantidades, é espalhar o substrato, formando uma camada de até 10 cm sobre uma lona, cobri-lo com o mesmo tipo de lona e deixá-lo sob o sol. Depois de 48 horas sob sol intenso, esse substrato estará pronto para uso. Para quantidades maiores, pode-se utilizar vapor, aplicado com equipamentos próprios, gerado a lenha, gás ou óleo combustível, de acordo com a preferência ou possibilidade do produtor.

Micorriza

Micorriza é a denominação de certos fungos que se encontram associados às raízes de plantas, proporcionando o aumento da capacidade de absorção de água e nutrientes pelas raízes, decorrente do aumento da sua superfície de contato com as partículas do solo. Nos viveiros de mudas de pinus, é necessário inocular o substrato com esporos de fungos micorrízicos, para que as raízes, ainda nos recipientes, realizem a simbiose necessária ao desenvolvimento das plantas. A inoculação do substrato pode ser realizada com a aplicação de inoculantes cultivados em laboratório ou esporos desses fungos, contidos em serapilheira de acículas e outros resíduos coletados do chão das florestas de pinus.

Em viveiros localizados próximos aos plantios de pinus, não é necessário fazer a inoculação de micorriza, uma vez que os esporos já tenham sido supostamente disseminados pelo ar. Deve-se lembrar que teores de fósforo no substrato além do recomendado podem inibir o desenvolvimento de micorriza, o que levaria à redução da capacidade de absorção desse nutriente pela planta, induzindo à deficiência.

Recipientes

Todo o manejo do viveiro, bem como o tipo de sistema de irrigação utilizado e a capacidade de produção anual dependem do tipo de recipiente utilizado. Em viveiros de pinus, os tipos de recipientes podem ser:

a) sacos plásticos - ainda em uso, apresentam algumas vantagens como o baixo custo e não requerimento de sistema de irrigação sofisticado, além de possibilitarem a produção de mudas maiores. Porém, apresentam desvantagens como:

- grande quantidade de substrato requerido;
- elevado peso quando cheio de substrato;
- possibilidade de enovelamento das raízes;
- grande área requerida no viveiro;
- necessidade de mão de obra mais intensa em relação aos outros tipos de recipientes;
- dificuldade de transporte;
- grande quantidade de resíduos gerada na ocasião do plantio, devido ao seu descarte.

b) laminado de pinus - com características semelhantes àquelas dos sacos plásticos, este tipo de recipiente apresenta como vantagem o baixo custo. As desvantagens são as mesmas dos sacos plásticos. O seu uso exige um bom controle do tempo na formação das mudas, para que não se degrade antes do período de plantio ou demore demais para degradar no solo (enovelamento de raízes), além de cuidados no transporte, visto que, por não ter fundo, pode perder o substrato por desagregação, expondo as raízes e causando o seu ressecamento.

c) tubetes plásticos - com capacidade de 50 cm³ e acondicionados em bandejas apropriadas, são o tipo atual de recipiente de maior uso para a produção de mudas de pinus. Sua principal vantagem é possibilitar o uso racional da área do viveiro, permitindo o acondicionamento de grande quantidade de mudas, a automatização do sistema de produção, desde o enchimento dos recipientes até a semeadura, e expedição das bandejas para a área de germinação. Os tubetes podem ser reutilizados e duram por vários anos em uso. O uso de tubetes requer um cronograma rígido de produção e expedição de mudas para o campo. A retenção das mudas com o propósito de rustificação pode causar a morte das raízes e provocar deficiências nutricionais, o que compromete a sobrevivência no campo devido à baixa capacidade de absorção de água e tombamento das árvores pela má distribuição das raízes no solo.

No enchimento dos recipientes com o substrato, deve-se tomar cuidado para não causar compactação, pois isso prejudicaria o desenvolvimento do sistema radicular das mudas. Existem máquinas próprias para o enchimento de tubetes, conhecidas como mesas vibratórias, que permitem dosar a quantidade de substrato e o grau de compactação por todo o perfil do recipiente.

No momento do enchimento, o substrato deve estar úmido (nunca encharcado), para a melhor agregação das partículas e obtenção de compactação adequada. Substratos secos não se agregam, nem permitem a adequada compactação e podem vazar no caso de recipientes sem fundo, como os laminados de madeira e os tubetes.

Foto: Ivar Wendling



Figura 1. Muda de *Pinus* com seis meses de idade, produzida em tubete, pronta para o plantio.

Fotos: Ivar Wendling



Figura 2. Mesa vibratória para o enchimento de tubetes em bandejas de plástico e de metal.

Sistema de irrigação

A irrigação é uma das práticas de maior importância no viveiro. Tanto o excesso quanto a falta de água podem comprometer a boa formação das mudas. Para a escolha do equipamento e do sistema de manejo adequados, devem ser considerados aspectos como o tipo de substrato e de recipiente utilizados, a espécie, a fase de desenvolvimento das mudas (etapas da germinação incluindo repicagem, crescimento ou rustificação) e a região ecológica onde está instalado o viveiro.

Em regiões com calor intenso, a exigência de água é maior que nas regiões mais frias. Por outro lado, substratos com baixa capacidade de retenção de água devem receber mais água de irrigação. No período mais quente do dia, geralmente entre o meio-dia e as 14 horas, não se deve irrigar, para evitar a queima das mudas. Existem sistemas de irrigação apropriados para cada etapa de formação das mudas e para cada tipo de recipiente, com bicos de diferentes vazões d' água, pressão de trabalho e área de cobertura.

Foto: Márcio Ferrari



Figura 3. Irrigação por aspersão em mudas de *P. taeda*, no início da fase de rustificação.

Sequência das operações no viveiro

O processo de formação de mudas de pínus é simples, mas requer alguns cuidados básicos como:

Estratificação

As sementes de algumas espécies de pínus, particularmente as de clima temperado, requerem um tratamento de quebra de dormência, para que a germinação se processe rápida e uniformemente. No caso de *P. taeda*, recomenda-se embeber as sementes em água, por duas horas e, após este período, descartar as flutuantes, drenar a água, acondicionar as sementes molhadas em sacos plásticos e mantê-los bem fechados. Essas sementes deverão ser mantidas em câmara fria com temperatura de 5 °C, por 45 dias, sendo revoltas, periodicamente, para evitar o ressecamento das sementes localizadas na parte superior. Após esse período, elas estarão prontas para a sementeira. No caso de espécies tropicais (*P. caribaea*, *P. maximinoi*, *P. patula*, *P. oocarpa*, *P. tecunumanii*), a estratificação não é necessária, bastando apenas a embebição das sementes em água e a separação das sobrenadantes para descarte.

Fase de germinação

A semeadura pode ser feita manualmente, com equipamento automático ou semiautomático, próprio para esse fim. A semeadura manual é vantajosa na produção de pequenas quantidades de mudas. Porém, alguns cuidados devem ser observados:

- Após o enchimento dos recipientes, deve-se fazer uma cavidade rasa na posição central, na superfície do substrato, usando-se uma haste de madeira com diâmetro aproximado de 7 mm, para evitar que a muda fique descentralizada, junto à parede do recipiente, pois isso poderia comprometer o desenvolvimento das raízes. A profundidade da cavidade não deve superar a altura da semente, evitando que esta seja enterrada a uma profundidade que impossibilite a sua germinação;
- Colocar somente uma semente por recipiente. A semeadura de várias sementes por recipiente é justificável somente quando o poder germinativo for menor que 80%. Neste caso, as plântulas germinadas em excesso deverão ser repicadas aos recipientes em que não houve germinação;
- Peneirar sobre os recipientes semeados uma fina camada do próprio substrato ou vermiculita fina, levemente umedecida. Essa camada não deve ultrapassar a metade da altura da semente (aproximadamente 1 mm), para que se mantenha a umidade das sementes sem, contudo, enterrá-las.

O uso do semeador automático dispensa a marcação das cavidades. Muitos modelos oferecem a possibilidade de se realizar as operações de semeadura e de recobrimento das sementes com vermiculita, simultaneamente. As seringas de semeadura (semi-automáticas) são uma alternativa simples e barata, embora não se tenha precisão na quantidade de sementes depositadas por recipiente. Elas podem ser facilmente montadas com materiais simples e facilmente disponíveis (Figura 4).

Essa seringa pode ser montada também com a utilização de um paliteiro de plástico, conforme visualizado na Figura 5, ou outra embalagem plástica de formato semelhante.

Foto: Paiva e Gonçalves, 2001

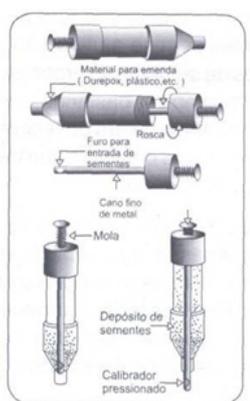


Figura 4. Esquema para montagem de uma seringa de semeadura.

Foto: Ivar Wendling



Figura 5. Seringa de semeadura montada a partir de um paliteiro de plástico.

A regulagem do tamanho do furo ou da ranhura para a entrada das sementes permite a utilização da seringa para sementes de diferentes tamanhos. Para a semeadura com a seringa, basta colocar a boca de saída das sementes sobre o centro do recipiente onde serão semeadas e apertar a haste dosadora que empurrará as sementes para fora da seringa.

Sombreamento

As sementes de pinus precisam ser mantidas sob a sombra para germinarem adequadamente. O período de sombreamento varia com o período do ano. No verão, são necessários de 10 a 15 dias sob a sombra para germinarem; no inverno esse período pode durar de 20 a 25 dias. Essa proteção deve permitir a circulação de ar e a passagem de aproximadamente 50% de luz. Para a obtenção do sombreamento, pode-se utilizar telas plásticas escuras (sombrite) com diferentes graus de sombreamento. Geralmente, esses sistemas contemplam o uso de casas de germinação (Figura 6). Uma grande vantagem, nesse caso, é a proteção contra as geadas, no caso de semeaduras em época de inverno, em regiões de clima frio, e das chuvas fortes, que costumam provocar perda das sementes por lavagem do substrato.

Após o período de germinação, deve-se remover a cobertura de sombrite e as plântulas devem ser transferidas para uma casa de vegetação recoberta apenas com plástico translúcido ou para ambiente a pleno sol. Nesta etapa, quando as mudas estão na fase de "cabeça de fósforo", parecidas com um palito de fósforo, elas são muito vulneráveis ao ataque de pássaros e roedores.

Foto: Márcio Ferrari



Figura 6. Casa de germinação com cobertura de plástico e "sombrite" 50%.

Irrigação

Durante as fases de germinação e de "cabeça de fósforo", as mudas devem ser irrigadas com extremo cuidado, pois estarão muito sensíveis à falta ou ao excesso de água. Recomenda-se, durante todo o período de germinação, a aplicação diária de seis litros de água por metro quadrado de viveiro, incluindo a água da chuva. Essa quantidade deve ser ajustada para cada região, tipo de substrato utilizado e período do ano. O excesso de água na fase de germinação é prejudicial, resultando em germinação e crescimento irregulares, além de estimular a multiplicação de algas verdes em abundância, que competem com as plântulas por luz e nutrientes (Figura 7).

Na fase de crescimento das mudas, a irrigação deve ser mais intensa que na fase de germinação. As recomendações sobre os horários para irrigação, bem como os cuidados para evitar o encharcamento ou a falta de água, são as mesmas da fase anterior.

A quantidade de água a ser aplicada varia com o período do ano, o tipo de substrato e a embalagem utilizada. No caso dos tubetes, no verão, recomenda-se uma aplicação diária máxima de 13 litros por m² de canteiro. No entanto, ajustes devem ser feitos para cada situação, verificando-se o estado de turgidez das mudas e o escoamento da água do substrato quando este é apertado entre os dedos.

No período de rustificação, a irrigação deve ser reduzida, permitindo um leve murchamento dos ápices, porém sem crestamento. Durante um prazo de 15 a 20 dias, a frequência da irrigação deverá ser de, no máximo, duas vezes ao dia no início e, posteriormente, apenas uma vez por dia.

Foto: Márcio Ferrari



Figura 7. Germinação deficiente e multiplicação de algas verdes devido ao excesso de água.

Rustificação

A rustificação das mudas é feita com o objetivo de prepará-las fisiologicamente para suportar o choque do plantio e as adversidades ambientais das primeiras semanas no campo. As mudas deverão estar preparadas com reserva nutricional que lhes possibilite o pronto crescimento, bem como a tolerância aos estresses (falta de água, retirada dos recipientes e transporte). Algumas práticas de rustificação das mudas, envolvendo controle do regime de água e adubação, podem minimizar esses problemas. O processo de rustificação deve durar, no máximo, 15 a 20 dias.

Durante a fase de rustificação, deve-se adubar as plantas conforme os detalhes descritos no item "Adubação de rustificação". Após a rustificação, as mudas deverão ser selecionadas e padronizadas. Aquelas que estiverem fora dos padrões estabelecidos deverão retornar à fase de rustificação ou, eventualmente, à fase de crescimento. Recomendam-se, como padrão de muda apta ao plantio, aquela com as seguintes características:

- Altura da parte aérea: 15 cm a 20 cm;
- Diâmetro de colo: 3 mm a 4 mm;
- Sistema radicular ocupando toda a área interna do recipiente, com presença abundante de micorrizas e coloração branca.

Adubação

Não se recomenda aplicar adubos na fase de germinação das sementes. Os substratos comerciais, normalmente, já vêm com os elementos suficientes para as necessidades nutricionais das plântulas, no período inicial. Para os substratos formulados pelo produtor, deve-se incorporar os adubos conforme mencionado no item substratos.

Na fase de crescimento, as mudas precisam de uma suplementação de nutrientes mas não se recomenda uma adubação pesada na fase imediatamente após a germinação, isto porque as mudas ainda estarão com os tecidos pouco lignificados e podem sofrer queima pelo adubo. Após essa fase, existem duas situações que exigem formulações distintas:

Quadro 1. Adubação de arranque recomendada até a terceira semana após a fase de germinação.

Componente	Concentração (gramas por litro)
Superfosfato simples	4,6
Sulfato de amônio	0,3
Cloreto de potássio	2,1
FTE BR 10*	0,5

(*) produto comercial para adubação com micronutrientes
Fonte: Embrapa Florestas.

Solubilizar os componentes em água e aplicar três litros para cada 1.000 tubetes (6 a 8 aplicações, intercaladas a cada 3 dias). Antes da aplicação, é necessário reduzir a irrigação, até provocar um ligeiro murchamento das mudas, com o objetivo de otimizar o aproveitamento da solução de adubo que, de outra forma, seria perdida pela saturação de água no substrato. As aplicações devem ser realizadas logo ao amanhecer ou ao entardecer e nunca nos horários de maior insolação e calor. Após a adubação, deve-se irrigar imediatamente para lavar a parte aérea das plantas, a fim de evitar a queima das acículas, especialmente quando se usa o sulfato de amônio.

Quadro 2. Adubação de crescimento a ser iniciada após a adubação de arranque.

Componente	Concentração (gramas por litro)
Ureia	8,0
“Yoorin MG” (ou superfosfato simples)	6,0
Cloreto de potássio	6,0
FTE BR 10*	0,5

(*) produto comercial para adubação com micronutrientes
Fonte: Embrapa Florestas.

Solubilizar os adubos em água e aplicar três litros para cada 1.000 tubetes (5 a 20 aplicações intercaladas a cada 3 ou 4 dias). As adubações podem ser feitas manualmente, com regador ou com aplicadores automáticos, que forneçam os nutrientes nas concentrações e nas horas pré-estabelecidas. A conveniência da adoção destes sistemas depende do tamanho do viveiro e da quantidade de mudas produzidas anualmente.

Adubação de rustificação

Antes de efetuar a adubação de rustificação, deve-se irrigar para lavar as acículas, eliminando as deposições de nitrogênio. Após a lavagem, interromper a irrigação até causar um leve murchamento nos ápices das mudas, porém sem crestamento. A formulação de adubo recomendada induz uma redução no ritmo do crescimento em altura das mudas e, simultaneamente, favorece o crescimento do sistema radicular e o aumento do diâmetro do colo, o que reduz a quantidade de tecidos túrgidos e aumenta a reserva nutricional no período inicial pós-plantio. As concentrações e os componentes das misturas do adubo devem ser ajustados de acordo com as necessidades do produtor.

Quadro 3. Formulação recomendada para adubação de rustificação.

Componente	Concentração (gramas por litro)
Sulfato de amônio	5,0
Yoorin MG (ou superfosfato simples)	10,0
Cloreto de potássio	4,0
FTE BR 10	0,5

(*) produto comercial para adubação com micronutrientes
Fonte: Embrapa Florestas.

Solubilizar a mistura em água e aplicar três litros para cada 1.000 tubetes (aplicações intercaladas a cada 3 ou 4 dias, para um máximo de 500 tubetes por m²). Na fase de rustificação, o excesso de chuvas pode acarretar deficiências sérias de nitrogênio e, eventualmente, de potássio. Deve-se ficar atento aos sintomas de deficiência nutricional que possam surgir, e providenciar as correções necessárias.

Controle da densidade

Na fase de crescimento das mudas, aumentam as suas necessidades nutricionais e de consumo de água, devido à aceleração do metabolismo. Além disso, as plantas passam a requerer mais luz. Assim, é necessário adotar uma forma adequada de manejo.

Quando se utilizam sacos plásticos ou laminados de madeira como recipientes, é possível manter as mudas no espaçamento original da montagem dos canteiros (100% de ocupação do solo), devido ao tamanho dos recipientes. Utilizando-se tubetes, deve-se adotar a intercalação das mudas, com ocupação de 50% da área de cada bandeja. Esta prática possibilita melhor aeração entre as mudas, reduzindo o risco de contaminação com fungos patogênicos. Além disso, possibilita melhor irrigação e aplicação de adubos, bem como melhor insolação às mudas.

Padronização das mudas

Ao final do período de crescimento, sob aplicação das adubações apropriadas, as mudas devem estar vigorosas, com a copa bem formada e o sistema radicular bem desenvolvido. Nas extremidades das raízes secundárias, deverão estar visíveis as formações dicotômicas, decorrentes do desenvolvimento das micorrizas. Nesta etapa, as mudas deverão estar aproximadamente do mesmo comprimento dos recipientes e com o diâmetro de colo de aproximadamente 3 mm. As mudas devem ser selecionadas e as que não tiverem atingido o tamanho padrão deverão ser separadas e retornadas ao regime de adubações de crescimento.

Após o final da fase de rustificação, as mudas deverão ser novamente selecionadas e padronizadas. Aquelas que estiverem fora do padrão estabelecido deverão ser retornadas à fase de rustificação ou, em alguns casos, de crescimento. Como padrão de muda adequada ao plantio, recomendam-se os seguintes níveis críticos:

- altura da parte aérea: 15 cm a 20 cm;
- diâmetro do colo: 3 mm a 4 mm;
- sistema radicular sadio, ocupando toda a área interna do recipiente, com presença abundante de micorrizas e coloração branca.

As mudas devidamente rustificadas que se enquadrarem no padrão de qualidade estarão prontas para o plantio no campo (Figura 8). Normalmente, as distâncias entre o viveiro e os locais de plantio são grandes e as mudas precisam ser transportadas com cuidado para que não sofram perda excessiva de água e traumas físicos.

Os tubetes facilitam muito o transporte das mudas. No entanto, o seu uso requer a adoção de uma logística que possibilite o seu retorno ao viveiro após o plantio. Alternativamente, pode-se enviar as mudas sem os tubetes e, neste caso, serão necessários cuidados para evitar que as raízes ressequem, como, por exemplo, uso de embalagem em filme plástico, enrolado (sistema rocambole) (Figura 9), para manter a umidade do sistema radicular e reduzir o peso da carga e o espaço necessário para o transporte das mudas.

Foto: Márcio Ferrari



Figura 8. Sistema radicular bem formado em tubete.

Foto: Paulo Eduardo Telles dos Santos



Figura 9. Sistema rocambole para expedição de mudas produzidas em tubetes.

Controle fitossanitário

Em todas as fases da formação de mudas, podem surgir doenças como tombamento e podridões de raízes, que causam acentuada mortalidade de mudas se medidas corretivas não forem tomadas. É importante identificar o agente causal para um controle eficaz.

O aparecimento de doenças, muitas vezes, está ligado ao manejo inadequado do regime hídrico do viveiro, à quantidade excessiva de mudas por unidade de área e ao sombreamento excessivo na fase de germinação. Medidas como redução da água na irrigação, redução do sombreamento e aumento do espaçamento entre as mudas restringem a propagação de fungos.

Geadas

A produção de mudas no inverno pode apresentar alguns problemas em regiões sujeitas às geadas, principalmente em viveiros a céu aberto, sendo, nestes casos, recomendada a semeadura em outra estação do ano. O produtor pode tomar algumas medidas antecipadamente para tornar as mudas mais resistentes aos efeitos das geadas, principalmente na fase de crescimento. Entre elas, recomendam-se:

- Redução de nitrogênio na aplicação de adubação de crescimento um mês antes do período de frio mais crítico.
- Construção de estruturas provisórias (estufins) sobre as bandejas, com cobertura de filme plástico até o chão. O plástico das laterais das estruturas deve ser removido ou suspenso durante as horas mais quentes do dia e recolocado a partir das 15 horas, para conservar o calor interno. Isto manterá a temperatura interna acima de 0 °C.
- Nebulização e irrigação em caráter emergencial. A irrigação deverá permanecer até as primeiras horas após o amanhecer, quando a temperatura começa a se elevar. Se a irrigação for interrompida antes dessa hora, corre-se o risco de aumentar a mortalidade das mudas devido ao congelamento da água sobre as acículas ou no sistema radicular.

Autores deste tópico: Ivar Wendling

Propagação vegetativa

A clonagem é uma técnica obtida por método de propagação vegetativa (clonagem), de grande utilidade tanto para o melhoramento convencional de espécies florestais como para os plantios comerciais a partir da multiplicação de árvores superiores. A partir dela, é possível obter indivíduos geneticamente idênticos à planta original (matriz), visto que as características genéticas são mantidas.

A propagação vegetativa é utilizada em pínus para se produzir mudas uniformes e em curto período de tempo, a partir da enxertia (normal e *top-grafting*), estaquia e cultura de tecidos (brotações ou embriões somáticos).

Enxertia

A enxertia em pínus é usada principalmente para fins de pesquisa e formação de pomares clonais de sementes. Quando tecidos fisiologicamente maduros são enxertados sobre mudas, pode-se obter a indução de florescimento precoce. Geralmente, propágulos para enxertia são coletados dos ramos do terço superior da copa da árvore. A época recomendada para a enxertia de pínus compreende o final da primavera até o início do verão. O tipo de enxertia mais usado em pínus é a garfagem de topo ou fenda cheia que consiste nas seguintes etapas:

1. Corte do propágulo (enxerto) da planta selecionada:

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 1. Propágulos de pínus para enxertia.

2. Retirada das acículas próximas ao local da enxertia, no porta-enxerto:

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 2. Retirada das acículas.

3. Corte do porta-enxerto acima do último verticilo:

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 3. Corte do porta-enxerto de pínus.

4. Abertura de uma fenda de 3 cm a 4 cm de profundidade, a partir do topo da haste do porta-enxerto, usando-se um canivete próprio para enxertia:

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 4. Abertura da fenda no porta-enxerto de pínus.

5. Corte na base do ramo a ser enxertado (propágulo), em forma de cunha (não passar a mão na cunha):

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 5. Corte na base do ramo de pínus a ser enxertado.

6. União das partes, encaixando-se a extremidade do ramo em forma de cunha na fenda aberta no topo da haste do porta-enxerto, sem deixar espaços vazios, fixando as partes com fitilho para enxertia e cobrindo o conjunto com saco plástico amarrado à haste:

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 6. Encaixe da extremidade do ramo em forma de cunha à fenda aberta no porta-enxerto de pínus.

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 7. Fixação das partes com fitilho para enxertia.

Foto: Ananda Virginia de Aguiar



Figura 8. Cobertura da enxertia com saco plástico amarrado à haste.

Os diâmetros da haste do porta-enxerto e do enxerto devem, de preferência, ser coincidentes na altura da enxertia, para que seus tecidos cambiais fiquem em contato ao encaixar essas partes na enxertia.

Para que a enxertia tenha sucesso, alguns requisitos básicos devem ser observados: afinidade entre as plantas (grau de parentesco), analogia entre as plantas (semelhança em relação à fisiologia, anatomia, consistência dos tecidos, porte e vigor), condições ambientais durante e após a enxertia (época do ano, temperatura, umidade), fatores de propagação (vigor do porta-enxerto e do enxerto, materiais e instrumentos adequados), amarrão (manutenção do contato entre enxerto e porta-enxerto até a completa união), habilidade do enxertador (cuidados no procedimento), entre outros.

Estaquia

Para espécies de pínus, a propagação vegetativa por estaquia tem sido objeto de estudo há várias décadas. Apesar da tendência geral nas empresas em adotar e ampliar progressivamente o uso de estacas enraizadas, especialmente para a propagação de eucaliptos, no Brasil, o uso de estaca enraizada de pínus é restrito. Tal fato deve-se, principalmente, à dificuldade de enraizamento e da recuperação da idade fisiológica da planta. Neste caso, é necessária a utilização de material juvenil para se ter êxito no enraizamento.

Uma das grandes dificuldades para o enraizamento de estacas de pínus é a incapacidade de rebrota das cepas após o corte raso, além de não responder às outras técnicas para a indução de brotações basais, como o anelamento. Deste modo, o resgate vegetativo de árvores superiores tem sido realizado com o material maduro da copa, por intermédio da enxertia em série, visando ao seu rejuvenescimento.

Dentre os vários métodos de rejuvenescimento que podem ser empregados para pínus, tem se destacado a enxertia seriada, principalmente para as espécies tropicais. Resultados satisfatórios em termos de enraizamento têm sido obtidos para *P. oocarpa* e *P. caribaea*, enquanto que, para *P. taeda*, este procedimento não tem sido suficiente para melhorar os índices de enraizamento das estacas.

A propagação de pínus por estaquia depende de fatores que influenciam diretamente o pegamento, o desenvolvimento e o enraizamento do material. Entre esses fatores, destacam-se a idade da planta a ser propagada, o período de coleta das estacas, a lignificação das brotações, a umidade relativa do ar no ambiente da estaquia, o estado nutricional e de turgidez da planta matriz, a temperatura ambiente e a composição do substrato. O uso de hormônios para a indução de enraizamento de pínus não tem surtido muito efeito. De maneira geral, os propágulos coletados de ramos laterais enraizam melhor que os apicais.

Assim como nos eucaliptos, a miniestaquia vem sendo utilizada na propagação vegetativa de pínus, em vários países. Este método apresenta vantagens em relação à estaquia, como: menor demanda de mão de obra nos procedimentos de preparação das estacas e a juvenildade das estacas, maior êxito no enraizamento e produção de mudas de boa qualidade, com baixo custo em todas as etapas do processo (implantação, irrigação e manutenção).

Na propagação vegetativa de *P. taeda*, por miniestaquia, recomenda-se utilizar miniestacas de 5 cm a 8 cm de comprimento.

O sucesso na clonagem de pinus com a técnica da miniestaquia depende da obtenção e manutenção da juvenildade das fontes de propágulos (cepas) e da identificação de genótipos com maior capacidade de enraizamento.

Como alternativa na clonagem de pinus, por meio do enraizamento de miniestacas, pode-se recomendar a multiplicação de famílias selecionadas ainda na fase juvenil (a partir de mudas de sementes). Desta forma, com base nas informações de famílias avaliadas nos testes de progênies, são identificados os melhores cruzamentos e destes são produzidas mudas como fonte de minicepas, visando à produção de miniestacas para o processo de produção de mudas por miniestaquia.

Autores deste tópico:Ananda Virginia de Aguiar ,Ivar Wendling ,Jarbas Yukio Shimizu

Micropropagação de pinus por meio de embriogênese somática

Dentre as diversas técnicas de propagação vegetativa, a cultura de tecidos é uma importante aliada aos programas de melhoramento genético de espécies florestais. A propagação de plantas in vitro diz respeito à cultura de células, tecidos e órgãos em meio de cultura nutritiva, conduzida in vitro, em condições assépticas e controladas de laboratório.

A cultura de tecidos de pinus apresenta algumas dificuldades, uma vez que a maioria das espécies é recalcitrante às técnicas normalmente utilizadas com sucesso para outras espécies florestais. No entanto, a embriogênese somática vem sendo conduzida de forma promissora em alguns programas de melhoramento de espécies deste gênero, embora ainda apresente vários entraves relativos à recalcitrância.

Embriogênese somática

A embriogênese somática é um método de propagação vegetativa realizado por meio de processo de iniciação e desenvolvimento de embriões somáticos in vitro, a partir de células e tecidos somáticos. É uma tecnologia desenvolvida para a clonagem de plantas, utilizando a cultura de tecidos.

A propagação vegetativa refere-se a qualquer método utilizado para replicar (clonar) plantas individuais, sem que ocorra a fusão de gametas, como ocorre na propagação sexuada, ou propagação por sementes.

A propagação vegetativa não é tão simples para algumas espécies florestais, devido ao insucesso de técnicas tradicionais, como ocorre com a estaquia de diversas espécies de interesse. Na embriogênese somática, utilizam-se processos complexos que envolvem a multiplicação de um único embrião zigótico em vários embriões geneticamente idênticos a ele, para chegar aos mesmos resultados de outras formas de propagação vegetativa.

Embriões somáticos podem se desenvolver em plantas geneticamente idênticas. A propagação vegetativa (clonagem) ocorre simplesmente, nesse caso, em um estágio anterior da vida da planta, quando comparado ao método de estaquia. Os resultados finais são os mesmos, porém, sem as mesmas limitações. A partir desse processo, é possível produzir milhões de cópias de uma planta a partir de uma única semente.

A clonagem permite que genótipos responsáveis pelas características de interesse como, por exemplo, crescimento, densidade da madeira, forma de fuste e diâmetro de ramos sejam retidos no melhor indivíduo selecionado, como resultado final de um processo de melhoramento florestal.

Processo de regeneração de plantas a partir da embriogênese somática

O processo da embriogênese somática envolve, basicamente, quatro etapas:

Iniciação e proliferação da cultura embriogênica - a embriogênese somática tem início, normalmente, a partir da excisão do embrião zigótico da semente. Este embrião ou outro tecido vegetal é colocado em placa de Petri contendo um meio de cultura específico para a indução da embriogênese somática. Após algumas semanas nesse meio, algumas células do embrião convertem-se em tecido embriogênico, com aspecto de calo friável. Esta é a fase de iniciação e, enquanto for mantido nesse meio de cultura, o tecido embriogênico manterá sua capacidade de proliferação indefinidamente. Durante esta fase, o material pode ser congelado e preservado a 196 °C negativos indefinidamente.

Maturação dos embriões somáticos - assim que uma quantidade suficiente de tecido embriogênico for obtida, a fase seguinte tem por objetivo frear a proliferação do tecido e permitir que o mesmo forme embriões somáticos maduros. Uma porção do tecido embriogênico é transferida para um meio de cultura de maturação contendo reguladores de crescimento vegetal que promovem a maturação dos embriões somáticos. Em algumas semanas, embriões somáticos maduros começam a surgir, com estrutura semelhante aos embriões zigóticos encontrados normalmente nas sementes.

Germinação dos embriões somáticos - embriões somáticos individuais são coletados do meio de cultura anterior e colocados em meio de germinação in vitro, contendo uma mistura de nutrientes necessários para o seu desenvolvimento inicial. Os embriões somáticos germinam, formando raízes e parte aérea, de maneira similar a que ocorre com os embriões zigóticos.

Cultivo na casa-de-vegetação e plantação no campo - quando as plântulas provenientes da embriogênese somática apresentam tamanho suficiente, estas são levadas à casa-de-vegetação para aclimação, sendo posteriormente transplantadas para o local definitivo.

Ao contrário do sistema convencional de plantios florestais comerciais a partir de sementes, o processo de embriogênese somática é relativamente rápido. Permite acelerar os testes de linhagens selecionadas em programas de melhoramento genético e resulta no fornecimento mais rápido de sementes melhoradas. Além da rapidez, o processo resulta no menor custo para a identificação e produção de clones selecionados.

Aplicações da embriogênese somática

A aplicação mais importante da embriogênese somática na área florestal é como técnica para a implementação de programas de melhoramento genético, bem como na multiplicação de genótipos melhorados para uso em plantios comerciais. As plantas selecionadas em tais programas podem ser propagadas utilizando este processo, para serem utilizadas em plantios florestais de alto valor comercial.

As aplicações da embriogênese somática incluem ainda a provisão de linhagens celulares para a engenharia genética, além do armazenamento de genes de interesse por longos períodos.

Vantagens da clonagem de coníferas por embriogênese somática em comparação com outras técnicas

Uma das técnicas mais comuns na propagação clonal de algumas espécies de pínus é o enraizamento de estacas, ou estaquia. Esta técnica, no entanto, só permite a propagação a partir de material juvenil.

A seleção de plantas em programas de melhoramento genético é um processo que pode durar muitos anos. Assim, no momento em que se consegue identificar uma planta com características superiores no campo, esta, normalmente, não está mais jovem o suficiente para ser propagada a partir de estaquia. Além disso, várias espécies apresentam dificuldade de propagação por estaquia, mesmo a partir de material juvenil.

A principal vantagem da clonagem por embriogênese somática é que o tecido embriogênico pode ser preservado em nitrogênio líquido (criopreservação), à temperatura de -196 °C, indefinidamente, sem alterações genéticas do material. No melhoramento de espécies arbóreas, a metade do tecido embriogênico de cada linhagem de clone pode ser propagada para produzir plantas para testes de campo, enquanto a outra metade pode ser criopreservada. Após os testes de campo terem indicado os clones de melhor performance, as linhagens correspondentes podem ser recuperadas da criopreservação e propagadas por embriogênese somática, para serem utilizadas em plantações de alto valor comercial.

Impactos ambientais da embriogênese somática

Os plantios monoclonais podem causar impacto na diversidade genética das populações. Os procedimentos a serem adotados para diminuir o impacto destes plantios devem ser os mesmos daqueles adotados para o plantio de clones a partir de estaquia ou enxertia.

Disponibilidade da técnica de embriogênese somática para espécies de pínus

Apenas para algumas espécies de pínus existem protocolos comerciais disponíveis. No entanto, estes processos são patenteados e é necessário enviar o material selecionado para empresas especializadas em realizar a embriogênese somática. Apenas algumas empresas no mundo prestam este tipo de serviço, tais como Arborgen e Cellfor. Estas empresas recebem as sementes zigóticas (selecionadas em programas de melhoramento genético) e multiplicam (clonam) o material a partir do processo de embriogênese somática, gerando milhares de plantas com o mesmo genótipo (clones).

Autores deste tópico:Juliana Degenhardt Goldbach

Danos gerais de origem abiótica

O estabelecimento das mudas no campo pode ser comprometido por vários problemas de origem abiótica, que podem levá-las à morte devido ao afogamento do coleto; envelhecimento de raízes; ou eventos climáticos adversos, tais como geadas, descargas elétricas e granizo.

Afogamento do colo

Sintomas e sinais

O sintoma do afogamento do colo se inicia com o amarelecimento da planta seguido de murchamento nas horas mais quentes do dia. Na base da planta, pode ser observado tanto um intumescimento quanto uma depressão na casca, com surgimento de necrose da casca, na linha do solo. As plantas apresentam-se pouco desenvolvidas e podem acabar morrendo.

O problema do afogamento do colo tem origem por ocasião do plantio das mudas no campo, decorrente do descuido dos tratos culturais ou de enxurrada de solo e água (chuvas intensas). Com isto, as altas temperaturas da superfície do solo atingem a base da muda recém-plantada e provocam injúrias. Conjuntamente, podem surgir patógenos secundários nos tecidos injuriados, os quais participam do processo de morte da planta.

Controle

Efetuar o plantio das mudas no campo tão logo finde o inverno, para permitir a formação de um tecido mais resistente à insolação, no período de verão.

Fazer a proteção da base da planta com cobertura morta, aproveitando os resíduos da limpeza de área para plantio, como capim e folhagem.

Cuidados devem ser dispensados no preparo de solo e no plantio da muda para se evitar o afogamento da muda.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 1. Amarelecimento de muda de pínus resultante do afogamento do colo no pós-plantio.

Envelhecimento de raízes

Sintomas e sinais

As consequências da má formação de raízes são plantas pouco desenvolvidas que acabam invariavelmente secando e morrendo. Esse problema decorre do plantio de mudas com sistema radicular envelorado ou do entortamento de raízes na ocasião do plantio.

Controle

Evitar o uso de mudas passadas e com raízes enveloradas. Na ocasião do plantio, evitar o entortamento de raízes.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 2. Entortamento de mudas de pínus no pós-plantio.

Eventos climáticos adversos

Sintomas e sinais

Existem pelo menos três eventos climáticos que podem surtir efeitos adversos nas plantas: geada, granizo e descarga elétrica. A geada causa desde a queima de ponteiros até a perda total da copa, bronzeamento das acículas, morte de mudas e até de árvores jovens. O granizo causa a queda de acículas, descascamento de ramos, hastes e até da árvore toda, surgimento de pequenos cancos em ramos e hastes, quebra dos ramos, seca de ramos e morte de árvores. As descargas elétricas causam a queima e quebra de ramos, fendilhamento da casca e do lenho, explosão do tronco e morte das árvores.

Controle

Geada – evitar a construção de viveiros em locais suscetíveis às geadas como nas partes mais baixas do terreno e/ou na face sul (no Hemisfério Sul).

Granizos e descargas elétricas são eventos climáticos ocasionais e localizados que não podem ser evitados. Para reduzir os danos provocados pelo granizo em viveiros, pode-se usar uma cobertura de tela translúcida de material plástico. Porém, esse investimento é alto e só se justifica em caso de produção de mudas de alto valor, em local com alta probabilidade de ocorrência desse fenômeno meteorológico. Não há como evitar danos pelas descargas elétricas no campo. Em viveiros, podem ser instalados para-raios, porém, dada a natureza esporádica desse fenômeno, esse investimento pode se tornar inútil.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 3. Entortamento de mudas de pínus no pós-plantio.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 4. Efeito de granizo em haste de árvore jovem de pínus.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 5. Foco de árvores mortas e com trincamento da casca em decorrência de descarga elétrica.

Autores deste tópico: Celso Garcia Auer, Alvaro Figueredo dos Santos

Doenças

O pínus pode ser atacado por patógenos, principalmente fungos, desde a fase de viveiro até plantios adultos. Os principais problemas de doenças em pínus são: tombamento de mudas; podridão de raiz; podridão de estacas, queima de ponteiros de mudas; seca de ponteiros por *Sphaeropsis*, armilariose, podridão de raízes por *Phellinus*, queima de acículas por *Cylindrocladium*, mancha azulada, ausência de micorrizas e fumagina.

Tombamento de mudas

O tombamento de mudas pode ocorrer individualmente ou em reboleiras, levando-as à morte. Os sintomas visíveis são a lesão necrótica na região do colo da plântula, a murcha da planta, o enrolamento e o secamento dos cotilédones. O tombamento decorre do ataque dos fungos dos gêneros *Fusarium* e *Rhizoctonia* nas fases de germinação, emergência e pós-emergência, destruindo as plântulas. Os fungos podem ser veiculados em sementes infestadas, substratos e água de irrigação contaminada. As condições de alta umidade no viveiro favorecem o ataque e a disseminação dos patógenos. Nesse tipo de doença, os patógenos são polífagos e não existem espécies resistentes. Portanto, todas as espécies de pínus são potencialmente suscetíveis.

Controle

a) Cultural -

1. usar sementes e água de irrigação livres de patógenos;
2. usar substratos comerciais que propiciem boa drenagem;
3. semear diretamente em tubetes suspensos nas bandejas;
4. evitar sombreamento excessivo das mudas;
5. ralejar as plântulas o mais cedo possível;
6. descartar as mudas que apresentem sintomas da doença e as mortas;
7. aplicar adubação equilibrada nas mudas.

b) Químico - fumigar o substrato com produtos de amplo espectro de ação e aplicar fungicidas.

c) Físico - desinfestar o substrato com calor (vapor, água quente ou solarização).

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 1. Tombamento de mudas produzidas em saquinhos plásticos.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 2. Tombamento de mudas produzidas em tubetes plásticos.

Podridão de raiz

A podridão-de-raiz é caracterizada pela murcha do ponteiro da muda e sua posterior morte. As lesões se localizam nas raízes laterais, principalmente na forma de necroses. Essa doença é causada por fungos dos gêneros *Cylindrocladium* e *Fusarium*. As condições de alta umidade no viveiro favorecem o ataque e a disseminação desses patógenos. Assim como ocorre no tombamento de mudas, os patógenos são polípagos e não existem espécies resistentes. Portanto, todas as espécies de pínus são potencialmente suscetíveis.

Controle

Para o controle da podridão-de-raiz, as recomendações são as mesmas preconizadas para o tombamento de mudas.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 3. Podridão de raízes em mudas de *P. taeda*.

Podridão de estacas

A podridão de estacas ocorre em viveiros de produção de mudas por estaquia. O patógeno causador dessa podridão é o fungo *Rhizoctonia solani*, polípagos e, portanto, não existem espécies de pínus resistentes a essa doença.

Controle

Efetuar a limpeza e desinfestação das estacas antes de serem colocadas para o enraizamento. Limpar os suportes, caixas, tubetes de enraizamento e estufas com jato de água e desinfestar com produtos à base de cloro.

Queima de ponteiros de mudas

A queima de ponteiros de mudas é caracterizada pela sua curvatura seguida de seca. Sobre as partes lesionadas ocorre a formação de um mofo acinzentado. Esse problema surge logo após a ocorrência de queima pela geada, em brotos jovens de mudas no viveiro. Após a queima pela geada, ocorre a colonização dos tecidos afetados pelos fungos *Botrytis cinerea*, *Cladosporium* sp. e *Alternaria* sp. Os patógenos que causam essa doença são polípagos e, portanto, não existem espécies resistentes.

Controle

Para o controle da queima de ponteiros de mudas, as recomendações são as mesmas preconizadas para o tombamento de mudas. Recomenda-se, também, o uso de tela de plástico (sombrite) ou telado para proteção das mudas muito jovens em épocas de geada.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 4. Queima de ponteiros de mudas de *P. taeda* causada por *Botrytis cinerea*.

Seca de ponteiros causada por *Sphaeropsis*

A seca de ponteiros causada por *Sphaeropsis* ocorre tanto em mudas como em árvores no campo. O patógeno coloniza as gemas do ponteiro estrangulando-as e provocando a sua murcha.

Posteriormente, o ponteiro seca, tornando-se de coloração bronzeada a marrom-palha. Em plantações, formam-se lesões resinosas e pequenos cancrios no tronco de árvores jovens. Se o secamento do ponteiro avançar, pode ocorrer a morte da muda e, em casos raros, a morte da árvore. As espécies mais suscetíveis no Brasil têm sido *P. patula* e *P. greggii*.

Controle

Para o controle dessa doença em mudas, as recomendações são as mesmas das preconizadas para o tombamento de mudas. Para se evitar essa doença em plantações, recomenda-se o plantio de espécies resistentes ou evitar as desramas em períodos quentes e com alta umidade do ar (período das chuvas).

Foto: Celso Garcia Auer

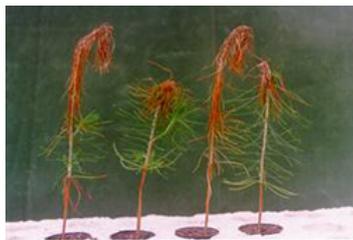


Figura 5. Queima de ponteiros em mudas de *P. taeda* causada por *Sphaeropsis sapinea*.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 6. Seca de ponteiros em árvore de *P. taeda* causada por *Sphaeropsis sapinea*.

Armillariose

A armilariose é caracterizada pelo ataque de fungo às raízes e ao colo de árvores jovens. A espécie de *Pinus* mais suscetível é *P. elliottii* var. *elliottii*, contudo, a doença pode ser encontrada também em plantios de *P. taeda*, *P. tecunumanii*, *P. maximinoi*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. patula*. A lesão pode surgir nas raízes ou no colo, com exsudação de resina, progredindo para a morte da casca, amarelecimento e seca das acículas, terminando com a morte da planta. A presença do fungo é detectada pela formação de um feltro micelial de coloração branca a creme e pelas rizomorfas, estruturas filamentosas escuras similares a cordões. Essa doença é causada por uma espécie de *Armillaria*. O fungo é habitante do solo e pode sobreviver da decomposição de matéria orgânica das raízes e tocos de árvores mortas que permanecem no solo. Esse patógeno é o mesmo que ataca espécies frutíferas como o pessegueiro, a ameixeira e a videira.

Controle

A armilariose pode ser controlada fazendo-se a destoca e a limpeza da área destinada ao estabelecimento de novos plantios de pinus. Recomenda-se, também, queimar os tocos e raízes de árvores doentes e mortas pela doença e evitar o plantio em áreas onde já houve a ocorrência dessa doença. Em áreas muito infestadas, recomenda-se plantar outra cultura ou espécie florestal que não seja hospedeira desse fungo.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 7. Armilariose em árvore de *P. elliottii* var. *elliottii*.

Podridão de raízes causada por *Phellinus*

A podridão de raízes causada por *Phellinus* ocorre em árvores jovens e adultas. Ela se inicia nas raízes próximas da base da árvore, evoluindo para o colo e causando o secamento da copa e a morte da árvore. Essa doença é causada por uma espécie do fungo *Phellinus*. A doença foi encontrada em árvores de *P. elliottii* var. *elliottii*.

Controle

Para o controle dessa doença em mudas, as recomendações são as mesmas preconizadas para a armilariose.

Queima de acículas causadas por *Cylindrocladium*

A queima de acículas causada por *Cylindrocladium* é caracterizada pela formação de lesões de cor marrom-avermelhada, que estrangulam a acícula. Em alta intensidade de ataque, a copa da árvore adquire uma aparência de chamuscamento pelo fogo. Essa doença é causada pelo fungo *Cylindrocladium pteridis*. A doença foi registrada em *P. caribaea* var. *hondurensis*.

Controle

Até o momento não há recomendações para o controle de *Cylindrocladium pteridis*. Segundo a literatura especializada, há a possibilidade de seleção de plantas resistentes à doença.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 8. Queima de acículas em árvore de *P. taeda*.

Mancha azulada

O sintoma da mancha azulada é o manchamento da madeira que ocorre após o corte de árvores de coníferas. O azulamento decorre do desenvolvimento de fungos no interior da madeira, promovendo uma coloração azul-acinzentada ou azul-escura. Embora não altere as condições físico-mecânicas da madeira, essa mancha causa depreciação no seu valor estético. A mancha azulada é causada pelos fungos *Aureobasidium pullulans* e *Sphaeropsis sapinea*, em madeiras recém-cortadas, com alta umidade. Não existem informações completas sobre as espécies de pínus mais suscetíveis à mancha azulada, pois todas apresentam manchamento se não forem aplicadas medidas de controle. Os fungos causadores da mancha azulada são preferencialmente encontrados em madeiras de coníferas e madeiras claras de espécies nativas de baixa densidade.

Controle

Como medida preventiva, recomenda-se efetuar o corte das árvores em períodos mais secos e quentes do ano. A madeira deve ser retirada do campo o mais breve possível para processar o desdobro e a secagem antes que o fungo comece a causar o manchamento.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 9. Mancha azulada em tronco de *P. taeda* causada por *Sphaeropsis sapinea*.

Ausência de micorrizas

Na ausência de micorrizas, as mudas e as plantas jovens de espécies de pínus desenvolvem-se lentamente, apresentando crescimento restrito das árvores, na fase adulta.

Controle

Recomenda-se o uso de substratos produzidos com casca de pínus oriundos de áreas plantadas que contenham micorrizas, os quais estão naturalmente infestados com os fungos micorrízicos. Se utilizar outro substrato, fazer a sua infestação com cama de acícula coletada de plantios adultos, que estejam com esses fungos em simbiose no sistema radicular das árvores.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 10. Presença de ectomicorrizas em mudas de *P. taeda*.

Fumagina

As plantas atacadas pela fumagina apresentam fungos, de coloração escura, sobre acículas e hastes de mudas e árvores jovens, com debilidade generalizada devido à redução nos processos de fotossíntese, respiração e transpiração da planta. Normalmente, esses fungos se desenvolvem sobre as substâncias excretadas por pulgões. A fumagina foi encontrada em *P. taeda*.

Controle

Evitar condições que levem à debilidade das plantas, especialmente à infestação por pulgões.

Foto: Celso Garcia Auer



Figura 11. Presença de fumagina em acículas de *P. taeda*.

Autores deste tópico: Celso Garcia Auer, Alvaro Figueredo dos Santos

Pragas

No Brasil, espécies de pínus podem ser atacadas por diversas pragas, destacando-se as seguintes: formigas cortadeiras, vespa-da-madeira, pulgões-gigantes-do-pínus e gorgulho-do-pínus.

Formigas cortadeiras

As saúvas (*Atta* spp.) e as quenquéns (*Acromyrmex* spp.) são fungívoros dominantes na região neotropical, consumindo mais vegetação do que qualquer outro grupo animal, incluindo-se os mamíferos. Elas atacam quase todas as espécies de plantas cultivadas, podendo causar a desfolha total e até a morte, tanto de mudas quanto de árvores adultas. Os maiores prejuízos ocorrem nos dois primeiros anos após o plantio, podendo resultar em mortalidade das plantas se o ataque ocorrer nos primeiros três meses.

Reconhecimento das formigas

A identificação das formigas é feita com base na forma das operárias.

As operárias da saúva variam de tamanho, de 12 mm a 15 mm de comprimento, apresentam três pares de espinhos dorsais e seus ninhos podem atingir profundidades de mais de 5 m, sendo caracterizados, externamente, pelo monte de terra solta.

As operárias da quenqué, com 8 mm a 10 mm de comprimento, apresentam cinco pares de espinhos no tórax. Seus ninhos, geralmente, não apresentam terra solta aparente.

O monitoramento do ataque de formigas requer observações constantes das colônias e dos prejuízos causados. O controle das formigas cortadeiras deve ser feito antes do preparo do solo para o plantio, pois o revolvimento do solo, no caso de quenquéns, poderá multiplicar o número de colônias.

O manejo integrado de formigas cortadeiras pode ser implementado mediante controle mecânico ou químico.

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 1. Dano causado por formigas em pínus.

Ilustrações: Sérgio Ricardo Martins Guimarães



Figura 2. Desenho esquemático da operária da saúva.



Figura 3. Desenho esquemático de operária de quemquém.

Controle mecânico

Os sauveiros novos podem ser localizados pelos montículos formados de grânulos de terra solta e amontoados ao redor dos olheiros iniciais. Em colônias de quenquéns, os ninhos podem ou não ser formados por um monte de terra solta, saliente sobre a panela de fungo, entre as raízes das árvores, sob os entulhos ou folhas, podendo ser escavados e destruídos.

Controle químico

O controle químico da formigas envolve o uso de formicida nas seguintes formulações:

- isca granulada, comercializada em embalagens contendo 5 g e 10 g, para aplicação direta no campo ou em embalagens maiores para utilização em porta-iscas, recomendadas preferencialmente nas fases de crescimento e maturação da floresta;
- pó, aplicado com polvilhadeira, contra formigas que fazem ninhos pouco profundos;
- solução concentrada (termonebulígenos), recomendada para saúvas. É aplicada diretamente nos olheiros, por meio de um termonebulizador.

Observações:

- Para o uso de produtos descritos nos itens "a" e "b", há necessidade do cálculo da área de terra solta de cada ninho, para se determinar a dosagem adequada.
- A aplicação de produtos químicos requer a utilização de equipamentos de proteção individual.

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 4. Porta-iscas para controle de formigas cortadeiras.

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 5. Polvilhadeira para controle de formigas cortadeiras.

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 6. Aspecto externo (monte de cisco) de um ninho de quenquém, *Acromyrmex crassispinus* e medição do ninho: maior largura (L) e maior comprimento (C).

Vespa-da-madeira

A vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) é um inseto originário da Europa, Ásia e norte da África. No Brasil, está presente em aproximadamente 450 mil ha de pinus, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais. As iniciativas para o controle desta praga, no Brasil, foram tomadas pela Embrapa Florestas, com estudos bioecológicos desse inseto. Os danos provocados são severos, podendo acarretar prejuízo estimado em U\$ 6,6 milhões anuais.

Os hospedeiros de *S. noctilio*, no Brasil, são exclusivamente espécies de *Pinus*, principalmente *P. taeda* e *P. elliottii*, podendo também atacar espécies de pinus tropicais.

Os insetos adultos variam de 1,0 cm a 3,5 cm de comprimento, apresentam coloração azul-escura metálica; os machos apresentam partes alaranjadas em seu corpo e as fêmeas, um ovipositor em forma de ferrão de até 2 cm de comprimento, partindo do abdômen (Figura 7a e 7b). As larvas do inseto apresentam coloração geral branca, formato cilíndrico, fortes mandíbulas denteadas e um espinho supra-anal. As pupas são de cor branca e apresentam tegumento fino e transparente.

Durante a postura, além dos ovos, a fêmea introduz na árvore os esporos de um fungo simbionte (*Amylostereum areolatum*) e uma mucosecreção. O fungo e o muco, juntos, são tóxicos à planta, causando clorose nas acículas e provocando a morte da planta.

As larvas eclodem cerca de 15 dias após a postura e logo iniciam a construção de galerias no interior da madeira, à procura do fungo *A. areolatum*, que é a sua fonte de alimento. A larva ingere os fragmentos de madeira, retirando os nutrientes necessários e regurgita estes fragmentos juntamente com a secreção salivar, em forma de serragem compactada que obstrui as galerias. As larvas da vespa-da-madeira apresentam um espinho, localizado na extremidade posterior, que é uma característica da família Siricidae, que diferencia este inseto de outros também encontrados no interior do tronco de pinus (Figura 8).

Na fase de transformação em pupa, as larvas da vespa-da-madeira dirigem-se para próximo à casca. Na maioria dos casos, o ciclo biológico dura um ano. Entretanto, em árvores muito estressadas ou quando o ataque ocorre em uma bifurcação, pode ocorrer um ciclo curto, de 3 a 4 meses.

A vespa-da-madeira é atraída para árvores estressadas, que apresentam condições ideais para o desenvolvimento das suas larvas. Ela ataca, preferencialmente, árvores de pequeno diâmetro e dominadas.

O dano principal é provocado na ocasião da postura. O fungo e o muco injetados desencadeiam várias reações nas árvores, culminando com a sua morte. A madeira das árvores atacadas torna-se imprópria para uso.

No Brasil, o ataque da vespa-da-madeira ocorre, geralmente, da segunda quinzena de outubro até a primeira quinzena de janeiro. A partir do mês de março, grande parte das árvores já apresenta os sintomas de ataque.

As árvores atacadas pela vespa-da-madeira apresentam os seguintes sintomas:

- respingos de resina, que surgem das perfurações feitas pelas fêmeas para depositar seus ovos; em alguns casos, observa-se o escorrimento de resina;
- amarelecimento da copa após o ataque, variando desde um tom amarelado, em um estágio inicial, passando pelo marrom-avermelhado até a queda das acículas;
- orifícios de emergência, facilmente visíveis na casca, por onde os adultos emergem;
- manchas azuladas, em forma radial na seção transversal da madeira atacada, causadas por um fungo secundário do gênero *Botryodiplodia*;
- galerias no interior da madeira, construídas pelas larvas.

Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteadó



Figura 7a. Adulto da vespa-da-madeira (fêmea).

Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteadó



Figura 7b. Adulto da vespa-da-madeira (macho).

Foto: Edson Tadeu Iede



Figura 8. Larva da vespa-da-madeira, mostrando o espinho supra-anal.

Foto: Edson Tadeu Iede



Figura 9. Povoamento de *P. taeda* atacado pela vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*).

Foto: Susete do Rocio Chiarello Pentead



Figura 10. Respingos de resina em tronco de pínus atacado pela vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*).

Foto: Susete do Rocio Chiarello Pentead



Figura 11. Árvores de *P. taeda* atacadas pela vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*).

Foto: Susete do Rocio Chiarello Pentead



Figura 12. Orifícios de emergência da vespa-da-madeira no tronco de *Pinus taeda*.

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 13. Manchas azuladas no sentido radial, na seção transversal da madeira de *P. taeda*, causada pelo fungo secundário *Botryodiplodia*.

Foto: Edson Tadeu Iede



Figura 14. Galerias construídas pelas larvas da vespa-da-madeira em tronco de *P. taeda*.

Medidas preventivas

A vespa-da-madeira é, essencialmente, uma praga secundária e a prevenção de seus danos pode ser feita mediante vigilância e tratos silviculturais. Assim, é importante a observação das seguintes recomendações:

- desbastar os povoamentos de pínus nas épocas adequadas, para evitar a ocorrência de plantas estressadas;
- intensificar o manejo em sítios de baixa qualidade, onde houver solos rasos e pedregosos;
- remover do povoamento as árvores mortas, dominadas, bifurcadas, doentes e danificadas, bem como restos de poda e desbaste com diâmetro superior a 5 cm;
- não efetuar poda e desbaste dois meses antes e durante o período de revoada dos insetos adultos (no Brasil, da segunda quinzena de outubro à primeira quinzena de janeiro);
- evitar o plantio de pínus em áreas declivosas, onde seja difícil realizar os tratos silviculturais;
- aplicar medidas de prevenção e controle de incêndios florestais;
- treinar trabalhadores rurais, de serrarias e de transporte de madeira, na identificação da praga e de seus sintomas de ataque;
- manter e intensificar a vigilância de rotina.

O transporte de madeira partindo de regiões infestadas para outras aumenta a probabilidade de dispersão do inseto. Assim, as medidas de quarentena são importantes.

O monitoramento da vespa-da-madeira é realizado pela instalação de árvores-armadilha. Como o inseto é atraído para árvores estressadas, aplica-se um herbicida nas árvores para promover esse estressamento, tornando-as atrativas ao inseto. Isso facilita a detecção precoce da praga, auxiliando na tomada de medidas rápidas como a liberação de inimigos naturais. As árvores-armadilha devem ser instaladas em povoamentos com nível de ataque de até 1%. Em áreas com níveis maiores que este, deve-se interromper a instalação das árvores-armadilha e investir nas medidas de controle.



Figura 15. Monitoramento da vespa-da-madeira via árvores armadilhas.

Fonte: Embrapa Florestas.

Medidas pós-deteção

Medidas de controle

O monitoramento aéreo-expedito é uma técnica muito eficiente, usada rotineiramente nos Estados Unidos da América do Norte, no monitoramento de danos causados por pragas e doenças em florestas. Esta técnica, disponibilizada no Brasil pela Embrapa Florestas, auxilia no monitoramento da vespa-da-madeira.

O controle biológico da vespa-da-madeira é realizado utilizando-se, principalmente, o nematoide *Deladenus (Beddingia) siricidicola*. Outro agente biológico utilizado no controle da vespa-da-madeira é o parasitoide *Ibalia leucospoides*.

O nematoide, principal inimigo natural da vespa-da-madeira, é criado massalmente no Laboratório de Entomologia da Embrapa Florestas e distribuído aos proprietários dos plantios atacados pela praga. Os nematoides são inoculados no tronco de árvores atacadas, para que infectem as larvas da vespa-da-madeira que estiverem nesse tronco. Quando a larva passa para a fase de pupa, os nematoides se instalam no aparelho reprodutor tanto dos machos quanto das fêmeas desse inseto. Assim, uma fêmea parasitada, ao emergir, faz posturas em outras árvores, mas seus ovos tornam-se inférteis, podendo conter de 100 a 200 nematoides cada um. Deve-se inocular, pelo menos 20% das árvores atacadas.

Este inimigo natural controla, em média, 70% da população da praga, mas em alguns casos, pode atingir até 100% de controle.

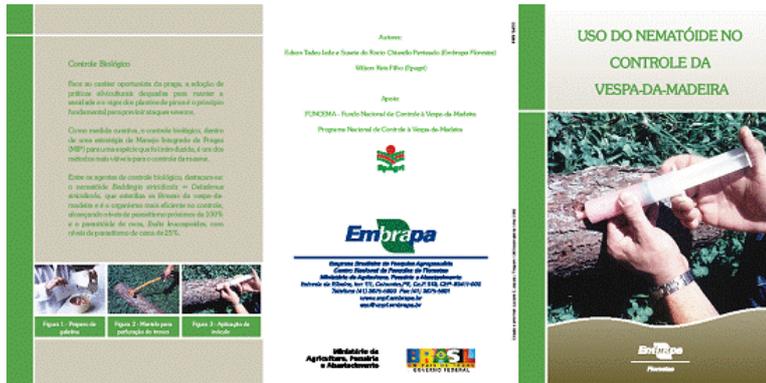


Figura 16. Inoculação de nematoides para o controle da vespa-da-madeira.
Fonte: Embrapa Florestas.

O parasitoide *Ibalia leucospoides* também é uma espécie de vespa, cujas fêmeas adultas, de tamanho variando de 7 mm a 14 mm, apresentam cabeça preta com antenas quase tão longas quanto o abdômen. Seu tórax é preto e alongado. As asas apresentam coloração cinza e as pernas escuras, tendendo para cores avermelhadas. O abdômen, em vista dorsal, é semelhante a uma lâmina. A principal distinção nos machos, que medem entre 6,5 mm a 12 mm de comprimento, está no abdômen, pois, em vista lateral, ele apresenta um contorno distinto, com a porção posterior menos aguda. Ele é um endoparasitoide que coloca os ovos em larvas da vespa-da-madeira de primeiro e segundo estágios de desenvolvimento. Este endoparasitoide passa por quatro estágios de desenvolvimento larval, sendo três dentro das larvas da vespa e o último, externamente, quando saem da larva, destruindo-a. Nesta fase, permanecem nas galerias construídas pela vespa-da-madeira para empupar próximo à casca e emergir, normalmente, um ano após a postura.

Este parasitoide foi introduzido junto com a vespa-da-madeira e já foi registrado em todas as áreas de ocorrência de seu hospedeiro. Apresenta uma eficiência média de controle de 25%.

As espécies *Rhyssa persuasoria* e *Megarhyssa nortoni* foram introduzidas no Brasil, criadas em laboratório e liberadas em plantios de *P. taeda* e *P. elliottii* atacados pela vespa-da-madeira. Porém, seu estabelecimento ainda não foi confirmado.

Rhyssa persuasoria é uma espécie de vespa, de corpo preto, com manchas brancas localizadas na cabeça, tórax e abdômen. As pernas são de cor marrom-avermelhada e as antenas totalmente pretas. O comprimento do corpo varia de 9 mm a 35 mm. As fêmeas apresentam um ovipositor ligeiramente mais longo que o corpo. O abdômen do macho é alongado e levemente alargado na região posterior.

Megarhyssa nortoni é uma vespa, de coloração marrom, preta e amarela, com uma fileira de manchas ovais ao longo de cada lado do abdômen. O comprimento do corpo varia de 15 mm a 45 mm, com pernas amarelas ou levemente marrons e antenas pretas. As fêmeas apresentam um ovipositor semelhante ao de *R. persuasoria*, no entanto, ele é duas vezes maior que o comprimento do corpo do inseto. O abdômen do macho é geralmente longo e estreito, mas, nos espécimes muito pequenos, ele é levemente alargado.

Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteado



Figura 17. Nematode, *Deladenus (Beddingia) siricidicola*, instalado nos testículos da vespa-da-madeira.

Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteado



Figura 18. Nematode *Deladenus (Beddingia) siricidicola* instalado nos ovários da vespa-da-madeira.

Foto: Edson Tadeu Iede



Figura 19. Aplicação do nematoide em tronco de árvore atacada.

Foto: Susete do Rocio Chiarello Penteado



Figura 20. Parasitoide da vespa-da-madeira, *Ibalia leucospoides*.

Foto: Edson Tadeu Iede



Figura 21. Parasitoide da vespa-da-madeira, *Rhyssa persuasoria*.

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 22. Parasitoide da vespa-da-madeira, *Megarhyssa nortoni*.

Pulgões

Cinara pinivora e *Cinara atlantica* – pulgões-gigantes-do-pínus

Os pulgões (*Cinara* spp.) são pequenos insetos sugadores, exclusivamente fitófagos, que causam danos ao se alimentarem da seiva do pínus. Esses insetos ocorrem em coníferas, encontrando-se distribuídos por várias regiões do mundo. As espécies *C. pinivora* e *C. atlantica* atacam somente pínus. Elas são nativas da América do Norte, de onde foram introduzidas e estão presentes nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais, podendo se dispersar para todos os plantios de pínus no Brasil. *C. pinivora* e *C. atlantica* tem sido encontradas nos plantios de *P. taeda* e *P. elliottii*, mas *C. atlantica* também ataca os pínus tropicais, como a espécie *P. caribaea*.

Os pulgões atacam as brotações, os ramos, o caule e as raízes de pínus. Apresentam características que, geralmente, os tornam praga de importância econômica, tais como:

- polimorfismo, com presença de formas sem asas e aladas;
- formas de reprodução: a) assexuada, por partenogênese, na qual as fêmeas vivíparas dão origem às formas jovens (ninfas), sem a passagem pelo estágio de ovo; e b) sexuada que, em regiões temperadas, ocorre no final do outono e no início do inverno, originando machos e fêmeas ovíparas;
- alta fecundidade e alta velocidade de reprodução, com ciclo de 12 dias desde a fase de ninfa até adulto; cada fêmea vive cerca de 27 dias, podendo gerar, em média, 44 ninfas.

Embora similares, *C. pinivora* e *C. atlantica* apresentam algumas características distintas. A mais marcante é a forma dos sífúnculos, estrutura de coloração escura, localizada no abdômen, uma em cada lado do corpo. Em *C. pinivora*, ele apresenta uma base menor e o formato assemelha-se a um

cone. Em *C. atlantica*, o sífúnculo é achatado, com a base mais larga, assemelhando-se a um "ovo frito". A diferenciação do sífúnculo é mais facilmente visível em insetos adultos.

Os pulgões ocorrem em maior número nas populações, entre o outono e o inverno. Entretanto, *C. atlantica* é encontrada, também, na primavera e no verão.

Os pulgões se alimentam em colônias localizadas nos brotos, ramos, caule e nas raízes. Onde há alternância de períodos secos e úmidos, são mais abundantes em períodos secos. Os ataques mais intensos e com danos severos ocorrem em mudas e em plantios novos das espécies hospedeiras (*Pinus* spp.). As árvores atacadas pelos pulgões podem apresentar os seguintes sintomas:

- clorose;
- deformação e queda prematura das acículas;
- redução significativa do crescimento em diâmetro e altura da planta;
- entortamento do fuste;
- seca dos brotos e superbrotação devido à destruição do broto apical;
- presença de um fungo, denominado fumagina, de coloração escura, que se desenvolve sobre a substância açucarada (*honeydew*) produzida pelos pulgões. Este fungo recobre os ramos e a folhagem, interferindo no desenvolvimento da planta;
- associação com formigas que se alimentam do *honeydew* e protegem os pulgões de seus inimigos naturais;
- seca progressiva dos ramos e, eventualmente, a morte das plantas infestadas;
- desacumulação e distúrbio no crescimento, assim como redução da resistência ao ataque de outros insetos ou patógenos.

Controle

Os pulgões são atacados por predadores que incluem as joaninhas, as moscas, o bicho lixeiro e outros insetos. Contudo, por ocorrerem em baixas populações durante o inverno (período em que a população de pulgões é maior), nem sempre conseguem controlar as populações da praga. Existe, porém, alguns inimigos naturais específicos, como o parasitoide *Xenostigmus bifasciatus*, que foi introduzido no Brasil, procedente dos Estados Unidos da América do Norte.

O programa de controle biológico dos pulgões-gigantes-do-pínus no Brasil iniciou com a seleção de inimigos naturais específicos na área de origem do hospedeiro (América do Norte). *Xenostigmus bifasciatus* foi a mais constante. Entre os anos 2001 e 2004, foram realizadas coletas, criação massal em laboratório e liberação dos parasitoides em áreas atacadas pelos pulgões, no Brasil. A ocorrência do parasitoide tem sido constatada em todas as áreas de ocorrência do pulgão, inclusive naquelas onde não houve liberação, tendo sido observado que *X. bifasciatus* foi capaz de alcançar até 80 km do local de liberação, em um ano.

O controle desta praga está sendo possível pela implementação de um programa de manejo integrado cujo controle biológico, tanto pela ação dos parasitoides, quanto pela presença dos predadores (principalmente as joaninhas) e fungos entomopatogênicos, tem se apresentado muito eficiente. Porém, outros fatores como a qualidade, a sanidade e a nutrição das mudas, a época e o sistema de plantio e a manutenção de sub-bosque são fatores extremamente importantes, uma vez que atuam na prevenção do ataque.

Polimorfismo

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 23a. Pulgões ápteros em galho de *P. taeda*.

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 23b. Pulgão alado em galho de *P. taeda*.

Diferenciação

Foto: Regina Zonta de Carvalho



Figura 24. Sifúnculos de *Cinara pinivora*.

Foto: Regina Zonta de Carvalho

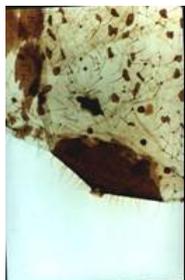


Figura 25. Sifúnculos de *Cinara atlantica*.

Colônias

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 26. Ponto de alimentação dos pulgões em brotos de pínus.

Foto: Aguinaldo P. de Souza

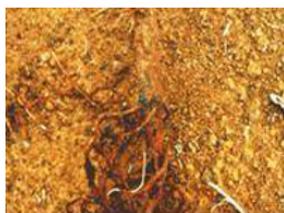


Figura 27. Ponto de alimentação dos pulgões em raiz de pínus.

Foto: Aguinaldo P. de Souza



Figura 28. Ponto de alimentação dos pulgões em toda planta de pínus.

Foto: Aguinaldo P. de Souza



Figura 29. Clorose causada pelo pulgão em pínus.

Foto: Susete do Rocio Chiarello Pentead



Figura 30. Entortamento do fuste de pínus, causado pelos pulgões.

Foto: Susete do Rocio Chiarello Pentead



Figura 31. Seca dos brotos e superbrotação em pínus, devido à perda da dominância apical.

Foto: Aguinaldo P. de Souza



Figura 32. Danos nos ponteiros provocados pelos pulgões em pínus.

Foto: Aguinaldo P. de Souza



Figura 33. Fumagina em pínus, causada pelos pulgões.

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 34. Associação entre formiga e pulgões em pínus.

Foto: Aguinaldo P. de Souza



Figura 35. Planta de pínus morta pelos pulgões.

Foto: Francisco Santana



Figura 36. Adulto do parasitoide *Xenostigmus bifasciatus*.

Foto: Francisco Santana



Figura 37. Pulgão parasitado (múmia), com o orifício de emergência do parasitoide *Xenostigmus bifasciatus*.

Gorgulho-da-casca-do-pínus

O gorgulho-da-casca-do-pínus (*Pissodes castaneus*) é um inseto originário da Europa e norte da África. Foi introduzido na Argentina e Uruguai e, em 2001, no Brasil. O inseto adulto alimenta-se dos brotos da árvore hospedeira, enquanto as larvas alimentam-se da região do câmbio e da casca do caule e ramos. As plantas hospedeiras são coníferas da família Pinaceae: *Abies* spp., *Pinus* spp. e *Pseudotsuga menziesii*. A praga tem preferência por plantações jovens de pínus, incluindo as espécies *P. taeda*, *P. elliottii* e também os pínus tropicais, como a espécie *P. caribaea*.

Reconhecimento do gorgulho-da-casca-do-pínus

A larva é branca amarelada, formato cilíndrico, ligeiramente curvada (forma de "c"), alongada e ápole, com a cabeça marrom-claro, com cerca de 10 mm de comprimento quando completamente desenvolvida.

A pupa apresenta tamanho semelhante ao adulto, coloração branco brilhante no início, tornando-se escurecida à medida que vai maturando, com asas e pernas bem desenvolvidas; na cabeça, aparece uma tromba proeminente.

Os adultos apresentam de 6 mm a 9 mm de comprimento, sendo um curculionídeo típico, com um longo rostró curvado e antenas geniculadas. No extremo distal do rostró, aparecem as pequenas, mas fortes, mandíbulas. Corpo cilíndrico, de coloração parda. Os élitros apresentam quatro manchas transversais de coloração amarelada.

Danos causados pelo gorgulho-da-casca-do-pínus

A postura é realizada sob a casca, logo abaixo das brotações apicais do ramo terminal. O principal dano é causado pelas larvas que se alimentam na região do câmbio e da casca, onde forma uma galeria, preenchida com excrementos e fibras finas de madeira. Estes besouros atacam o broto terminal (gema apical) de várias espécies do gênero *Pinus*, preferindo árvores vigorosas com ponteiros longos, porém sob condição de estresse.

Sintomas

- clorose progressiva das acículas, com mudança na coloração do amarelo, vermelho ao marrom;
- pequeno entortamento que se assemelha ao formato de um cajado;
- ponteiros atacados (infestados) com a presença de ovos, de coloração branco-pérola (brilhante), lisos, oblongos e arredondados em ambas as extremidades, medindo de 0,5 mm a 1 mm de diâmetro; à medida que vai se completando a incubação tornam-se amarelados.

Monitoramento e controle do gorgulho-da-casca-do-pínus

É recomendada a utilização de toretes-armadilhas para o monitoramento. As armadilhas consistem em grupos de 16 toretes, a cada 15 a 20 ha de plantio, que devem ser dispostos como mostra a Figura 38. Os toretes-armadilha devem ser instalados no período de outubro a março, quando há maior ocorrência dos insetos. Deve-se fazer a instalação e retirada das armadilhas entre 30 e 60 dias, para evitar a reinfestação a partir dos toretes, se deixados por mais tempo. Os toretes atacados devem ser eliminados. As armadilhas devem ficar em locais de fácil acesso e, se possível, protegidas do sol e instaladas apenas nos plantios onde a praga esteja presente.

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 38. Larva do gorgulho-da-casca-do-pínus – *Pissodes castaneus*.

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 39. Galerias construídas pelas larvas do gorgulho-da-casca-do-pínus - *Pissodes castaneus*.

Foto: Francisco Santana



Figura 40. Adulto do gorgulho-da-casca-do-pínus – *Pissodes castaneus*.

Foto: Scheila Messa Zaleski



Figura 41. Disposição das armadilhas para monitoramento do gorgulho-da-casca-do-pínus – *Pissodes castaneus*.

Autores deste tópico: Susete do Rocio Chiarello Penteado, Edson Tadeu Iede, Wilson Reis Filho

Exigências climáticas

Introdução

O clima é o fator de maior importância para o desenvolvimento das espécies florestais, principalmente a temperatura e a precipitação pluviométrica, que definem a produtividade. A seguir, é discutida a influência de cada variável climática no desenvolvimento de *P. taeda* e *P. elliotii*.

Condições climáticas adequadas para *P. taeda*

P. taeda é uma das espécies do gênero de maior desenvolvimento na região Sul do Brasil, alcançando incrementos médios anuais (IMA) superiores a 40 m³ ha⁻¹ano⁻¹ aos 18 anos de idade, e níveis de produtividade entre os maiores do mundo. A superioridade na produtividade é decorrente das condições de clima e solo, verões com temperaturas elevadas e solos de textura arenosa e baixa fertilidade observadas em grande parte da região de ocorrência natural (HIGA, 2006). Esses níveis de produtividade de florestas plantadas foram, principalmente, o resultado de programas de melhoramento

genético ocorrido em várias empresas do setor (FERREIRA, 2005). Esses valores são bastante superiores aos das plantações nos Estados Unidos, onde a média é $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (ANUÁRIO..., 2006).

As condições edafoclimáticas da região Sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), assim como as províncias de Misiones e Corrientes na Argentina, têm-se caracterizado como áreas de maior potencial de crescimento de *P. taeda* no mundo. Considerando os relatos de diversas empresas e instituições do setor florestal, constata-se que *P. taeda* não somente alcança o seu maior desenvolvimento em plantios florestais nessas regiões, como também é a espécie de pinus subtropical de maior crescimento em áreas expressivas (FERREIRA, 2005).

O mapa de classificação de áreas recomendadas para plantio de *P. taeda* na região sul do Brasil (Figura 1) mostra as áreas de classe preferencial localizadas nas partes de maior altitude, regiões mais frias, que correspondem a uma parte do Terceiro Planalto Paranaense e áreas de altitude do Primeiro Planalto. Também do ponto de vista climático, a espécie encontra áreas preferenciais nas Serras Gaúchas e Planalto Catarinense. Nestas regiões, não havendo restrições de solos e com uso de sementes de boa qualidade e práticas silviculturais adequadas, a espécie pode apresentar alta produtividade.

Em locais onde existe recomendação de plantio pelo zoneamento climático, pode ser alcançada alta produtividade, desde que observadas as premissas citadas. De acordo com Bognola (2007), entre os solos mais adequados para o desenvolvimento de *P. taeda*, estão os profundos, bem drenados, com grande espessura do horizonte A (alto teor de matéria orgânica). Bizon (2006) observou grandes variações na produtividade de *P. taeda* no noroeste do Paraná e sul de São Paulo, em relação às condições edafoclimáticas.

As áreas não recomendadas para o plantio de *P. taeda* são as áreas de transição, onde, embora não existam restrições do ponto de vista climático, o incremento volumétrico é inferior aos dos pinus tropicais e inferiores às regiões preferenciais e recomendadas. Essa diferença é observada principalmente nos limites naturais do Segundo Planalto Paranaense, limitado a leste pela Escarpa Devoniana e a oeste pela Escarpa da Esperança, região com grandes áreas de reforestamento. As áreas fora dos limites da classificação não são recomendadas para o seu plantio.

Quanto à metade sul do Rio Grande do Sul, principalmente no extremo sul, nas áreas climaticamente favoráveis ao desenvolvimento dos pinus, os solos são rasos, o que influencia no incremento médio anual (IMA), de forma desfavorável. Há, portanto, condições climáticas para o desenvolvimento, mas a produtividade é baixa, porque predominam solos rasos. O pinus pode ser visto como uma opção para a região nas áreas com solos mais profundos.

Autor: Marcos Silveira Wrege

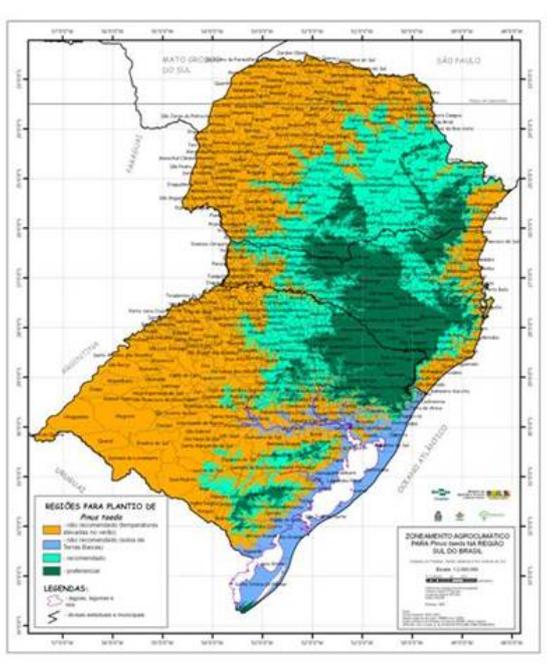


Figura 1. Zoneamento climático para *Pinus taeda* na região Sul do Brasil.

Pinus elliottii Engel var. *elliottii*

Na área de ocorrência natural de *P. elliottii*, o clima é quente e úmido, com precipitações pluviométricas maiores no verão e primavera, sendo o outono mais seco. A precipitação pluviométrica média anual da região é de 1.270 mm, temperatura média anual de 17 °C e com valores extremos de 41 °C. A espécie apresenta tolerância mediana à deficiência hídrica.

Na região Sul do Brasil, *P. elliottii* se desenvolve em amplas condições climáticas com poucas restrições, sendo pouco afetada por geadas. De maneira geral, *P. elliottii* é menos tolerante às geadas e mais tolerante aos solos com baixa drenagem do que *P. taeda*. No entanto, não apresenta desenvolvimento comercialmente atrativo em várias partes dessa região.

Autor: Marcos Silveira Wrege

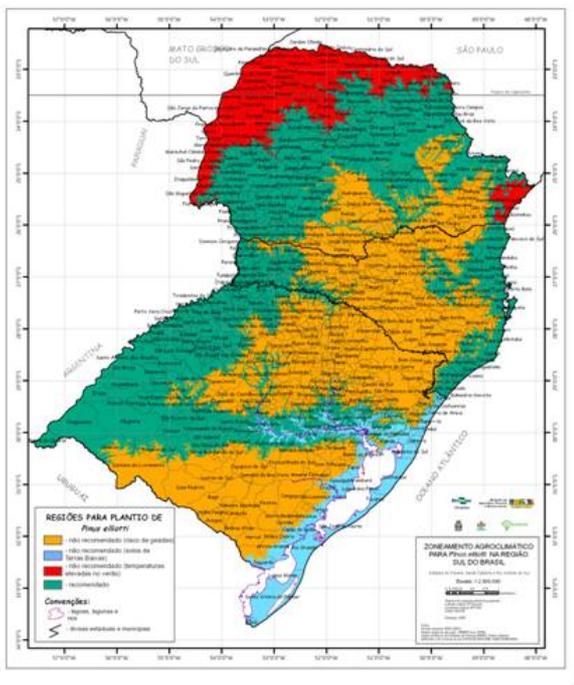


Figura 2. Zonas de aptidão climática para *Pinus elliottii*.

Autores deste tópico: Rosana Clara Victoria Higa, Marcos Silveira Wrege

Sistemas de plantio

Atualmente, há cerca de 1,79 milhão de hectares de pinus plantados no Brasil, com produtividade média variando de 18 a 37,6 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, havendo, porém, sítios e manejos em que esta produtividade ultrapassa os 40 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Esta grande variabilidade já sinaliza um potencial de ganho de produtividade, desde que se identifiquem os fatores que a restringe, que podem ser de caráter técnico (genótipos e ambiente) ou operacional (qualidade de preparo de solo e nutrição, plantio e tratos culturais). Além disso, a cultura do pinus vem sendo diversificada em termos de espécies, procedências, progênies e clones, e expandindo suas áreas de plantio, formas de manejo (preparo de solo, adubação, espaçamento e desbastes). Mais do que nunca, os plantios de pinus são efetivamente fonte de multiprodutos, como a produção de madeira para fibras (celulose, chapas e MDF), para madeira serrada (diferentes bitolas), produtos sólidos, resina e resíduos, que vêm sendo utilizados como biomassa ou substratos orgânicos.

O plantio de pinus é formado por várias ações e constitui-se numa das etapas mais importantes para o sucesso do estabelecimento de florestas plantadas. O sistema de plantio mais adequado é definido com base no objetivo do empreendimento e no uso final da floresta. O sucesso depende de decisões e ações cuidadosas nas diversas etapas de sua implementação, como a escolha e a limpeza da área, o espaçamento, o controle de pragas e doenças, a definição do método de plantio e os tratos culturais.

Métodos de plantio

O plantio de pinus pode ser manual, mecanizado ou semi-mecanizado. O método de plantio a adotar dependerá da topografia da área, bem como da disponibilidade de recursos financeiros, mão de obra e de equipamentos disponíveis. Os métodos mecanizado e o semi-mecanizado são aplicados em locais com topografia plana, onde se possam usar plantadoras traçadas por tratores. As plantadoras, normalmente, fazem o sulcamento, a distribuição do adubo e efetivam o plantio. No sistema semimecanizado, somente as operações de preparo de solo e os tratos culturais são mecanizados e o plantio em si é manual. O plantio manual é recomendado para áreas declivosas ou nas situações onde, mesmo em áreas planas, não é viável o uso de máquinas agrícolas, devido à presença de obstáculos como rochas superficiais, tocos ou outras culturas.

Atividades componentes da operação de plantio

O estabelecimento de um plantio florestal inicia-se com o preparo do solo. Porém, esta operação deve ser precedida de definições como o espaçamento a ser adotado, os tipos e a frequência das operações de manejo, os tratos culturais e a adubação a ser aplicada. Com base nessas decisões, passa-se às seguintes ações:

1) Planejamento - definem-se as vias de acesso, o dimensionamento e o posicionamento dos talhões. Essas ações facilitarão as operações de plantio, os tratos culturais e as operações de proteção, principalmente controle de fogo e de retirada da madeira. O dimensionamento e o posicionamento dos talhões são de importância estratégica, pois afetam diretamente nas operações de exploração (derrubada e retirada da madeira) que representam mais de 30% do custo da madeira colocada no pátio da fábrica.

2) Vias de acesso e dimensionamento dos talhões - na construção das vias de acesso, deve ser considerada a distância máxima do arraste ou transporte da madeira no interior da floresta que, por razões técnicas e econômicas, deve ser de, no máximo, 150 m. Assim, os talhões devem ser dimensionados com, no máximo, 300 m de largura e comprimento entre 500 m e 1.000 m. O tamanho do talhão tem implicação direta na efetividade das operações de proteção da floresta contra incêndios. Portanto, especialmente em áreas declivosas, os talhões deverão ser menores do que nas áreas planas.

3) Aceiros - têm a função de separar os talhões, de servir de ligação às estradas de escoamento da produção e de conter o avanço dos incêndios florestais, especialmente os fogos rasteiros. Podem ter a largura de 4 m a 5 m entre talhões internos e até de 15 m quando ao longo das divisas de propriedades. A cada quatro ou cinco talhões contíguos, recomenda-se estabelecer um aceiro com 10 m de largura. É desejável que os aceiros sejam carroçáveis em aproximadamente 60% da sua largura. A área total ocupada pelos aceiros, considerando áreas planas ou suavemente ondulada, deve ser de 5% da área útil.

4) Limpeza - as operações que compõem a fase de limpeza da área para plantio são a derrubada, a remoção e o enleiramento da vegetação e dos resíduos da exploração em fileiras.

Recomenda-se retirar da área apenas o material lenhoso aproveitável, como a lenha e a madeira para usos diversos. O restante do material lenhoso (ramos, folhas e a casca), considerado como resíduo da exploração, deve permanecer no campo como reserva de nutrientes para as plantas.

Dependendo da quantidade da vegetação a ser retirada e da topografia da área, podem-se utilizar equipamentos pesados como correntão (indicado para áreas de capoeira e cerradões), lâmina frontal empurradeira ou cortadeira. Esta última é mais indicada, pois causa menor movimentação de terra.

5) Preparo de solo - para o plantio da floresta, são demandados cuidados especiais, visto que dela também dependerá o resultado econômico da atividade. O principal objetivo do preparo do solo é proporcionar condições adequadas ao estabelecimento das mudas no campo, propiciando-lhes melhores condições de sobrevivência, nos primeiros meses de vida. As atividades necessárias nesse processo incluem o controle de plantas daninhas, o melhoramento das condições físicas do solo (descompactação do solo) e o manejo de resíduos (folhas e ramos) para que não prejudiquem a mecanização. Estes resíduos são importantes e precisam ser mantidos como matéria orgânica na área, onde atuam na ciclagem e na disponibilização de nutrientes às plantas.

No sistema de preparo dos solos para o plantio de pinus, a queima dos resíduos após a exploração é uma prática ainda muitas vezes utilizada. Ela objetiva limpar o terreno e facilitar as operações do reflorestamento. No entanto, a queima implica na eliminação de subprodutos aproveitáveis, morte dos microrganismos do solo, deterioração dos sítios, erosão e, por conseguinte, a contaminação ambiental. Desta forma, não se recomenda, sob hipótese alguma, o uso da queima.

O fogo sempre esteve presente em ecossistemas florestais. Em algumas áreas de declividade elevada e vegetação arbustiva, particularmente na região Sul do País, o fogo pode aumentar a erosão por:

- Deixar mais solto o solo e as rochas, causando deslizamentos superficiais.
- Expor o solo à ação do impacto das gotas de chuvas causando erosões por sulco.
- Tornar a camada superficial temporariamente repelente à água, aumentando o escoamento superficial, sem que ocorra a infiltração d'água no solo.
- Entupir os poros da superfície pela erosão do tipo "splash".

Por outro lado, por desempenhar múltiplas funções no solo, o carbono orgânico (C) é considerado, sob condições tropicais e subtropicais, o principal indicador de qualidade e sustentabilidade ambiental. Desse modo, sistemas de manejo que preservem ou aumentem o seu estoque, via fixação de C, devem ser priorizados com o intuito de promover melhorias na qualidade do solo. O aumento do estoque de C no solo resulta em melhorias significativas em suas qualidades físicas, químicas e biológicas, refletindo positivamente na produtividade e na sustentabilidade do sistema.

Em áreas úmidas de florestas, o horizonte A do solo é entrelaçado com raízes finas e material grosseiro que raramente queima. O sistema radicular ajuda a reter o solo em chuvas erosivas e a vegetação rasteira retorna rapidamente. O uso anual de fogo pode diminuir a capacidade produtiva de uma área pelo fato de queimar a matéria orgânica nas camadas superficiais do solo. Ela é uma das principais fontes de ciclagem de nutrientes devido a sua maior capacidade de troca catiônica e maior retenção de umidade no solo, além de facilitar a agregação das partículas (areia, silte e argila) e de propiciar melhor ambiente à macro e microfauna dos solos. Sua degradação também ajuda a acelerar os processos erosivos dos solos. Desta forma, o uso da queima de resíduos superficiais pós-colheita do pinus é uma prática que não deve ser adotada nos sistemas florestais.

6) Plantio - A escolha da época de plantio do pinus é muito importante uma vez que o pegamento das mudas dependem da umidade superficial dos solos. Além disso, as condições climáticas (temperatura e precipitação pluviométrica, principalmente) afetam a absorção dos nutrientes pelas plantas. Em períodos de maior pluviosidade, as plantas absorvem mais nutrientes e, portanto, podem apresentar maior concentração destes em seus tecidos (DIAS et al., 2002). Portanto, em épocas mais quentes e chuvosas, o plantio da maioria das espécies de pinus pode ter sucesso mais garantido.

A operação de plantio deve ser realizada observando-se alguns aspectos importantes, os quais deverão ser definidos previamente, com destaque para o espaçamento entre plantas, as operações de manejo previstas e os tratos culturais a serem feitos. Em plantios manuais, normalmente com espaçamento de 2,5 m entre linhas e 2,0 m entre plantas, o rendimento tem sido de: 1) Áreas de cultivo mínimo: média/homem.dia = 900 plantas; 2) Áreas escarificadas: média/homem.dia = 1.200 plantas.

7) Operações do manejo - a produtividade da floresta plantada depende de fatores como a qualidade genética da semente utilizada, da capacidade produtiva do sítio e do manejo praticado. Entre as práticas de manejo, as de maior impacto na produtividade da floresta plantada são:

Controle de formiga - faz-se no pré-plantio de 15 a 30 dias antes; no pós-plantio aos 30, 60, 90 e 180 dias.

Controle de plantas daninhas - as intervenções, por roçadeira costal ou por meio da aplicação de herbicidas, são realizadas a cada seis meses até o segundo ano após o plantio. Após este período, o controle é feito anualmente até o quinto ano.

Poda - visa ao aprimoramento da qualidade das árvores, para obtenção de madeira livre de nós. Realiza-se a poda em dois momentos: 1) do primeiro ao terceiro ano, retirando-se 50% das ramadas inferiores; 2) segundo ao quinto ano, retirando-se até 3,2 m de ramadas inferiores. Com isso têm-se toras livres de nós até a altura comercial.

A poda deve restringir-se tanto quanto possível ao final do outono, inverno e início da primavera. Lesões no fuste causadas pelas podas são menos danosas no inverno (estação de dormência das gemas) do que durante a primavera e o verão. No inverno, além disso, há a vantagem de menor incidência de insetos.

Os desbastes intensos visando à redução da densidade populacional e disponibilização de mais luz, nutrientes e água às plantas são realizados aos dez anos de idade, quando se retiram 55% das árvores, tendo um sortimento aproximado de 60% para celulose, 30% para madeira tipo TF (para desdobro com diâmetro de 20 cm a 25 cm) e 10% para biomassa (lenha para energia).

Espaçamento de plantio - o espaçamento entre plantas influencia a taxa de crescimento e a qualidade da madeira produzida, na idade de corte. Também influencia as idades, as intensidades dos desbastes, as práticas de manejo e, conseqüentemente, os custos de produção da área plantada. Além disso, essa variável é, provavelmente, uma das mais importantes para a qualidade e produtividade da matéria-prima a ser produzida. O espaçamento afeta fortemente o crescimento diamétrico dos troncos das árvores e, como está associado à densidade populacional, afeta também a intensidade de uso dos recursos hídricos e nutricionais do solo, bem como da luminosidade disponível na área. Se a densidade de plantio for demasiadamente alta (pequeno espaçamento entre árvores), não será apropriada para atender à demanda de crescimento ideal do povoamento, acarretando decréscimo no volume e na qualidade da madeira produzida. Se a densidade for demasiadamente baixa (espaçamento amplo entre árvores), as árvores não aproveitarão todos os recursos disponíveis e haverá menor produção de madeira por área. Portanto, o planejamento da densidade de plantio deve ter como base a obtenção do máximo de retorno por área. Normalmente, usam-se espaçamentos variando entre 3,0 m x 2,0 m e 3,0 m x 3,0 m, que possibilitam tratos culturais mecanizados e, 2,5 m x 2,0 m para plantios manuais, nos locais mais declivosos.

Características dos espaçamentos - espaçamentos amplos (densidade populacional baixa) possibilitam maior produção volumétrica por árvore e menor custo de implantação, mas requerem tratos culturais mais frequentes e desbastes tardios, além de produzir árvores com maior quantidade de ramos grossos e maior conicidade de fuste. Espaçamentos pequenos ou restritos (densidade populacional alta) resultam em maior produção volumétrica por área, mas menor volume por árvore, rápido fechamento do dossel, menor frequência de tratos culturais requeridos e exigem desbastes precoces, produzindo árvores com fustes mais cilíndricos.

Adubação

Devido ao seu rápido crescimento e ausência de sintomas de deficiência, particularmente nas primeiras rotações, foi difundida a ideia de que plantações de pinus dispensariam a prática de fertilização mineral e que os preparos com a queima dos resíduos favoreceriam a disponibilidade de nutrientes acumulados na serapilheira para a próxima rotação (REISSMANN; WISNEWSKI, 2001; FERREIRA et al., 2001). Vê-se assim, que a crescente importância econômica do pinus pode vir a ser fragilizada pelo inadequado manejo nutricional de suas florestas. No entanto, a importância relativa dos nutrientes e seus níveis de impacto variam, principalmente, em função das características do solo, da produtividade da floresta e dos manejos florestais aplicados em termos de resíduos (cultivo mínimo ou convencional), fertilização ou não dos sítios, grau de erosão e biomassa colhida (árvores inteiras, ou apenas o componente lenhoso) (BIZON, 2005).

Além disso, a grande diversidade geológica e pedológica de um local ou uma região condiciona respostas diferenciadas a um mesmo manejo, o que torna a determinação da sustentabilidade ambiental dependente do conhecimento preciso dos estoques iniciais de nutrientes e os fluxos dos sítios específicos. Conhecendo-se tais valores, torna-se possível simular o impacto de diferentes sistemas de manejo florestal sobre o balanço nutricional, possibilitando aprimorá-lo ou, ao menos, indicar ações preventivas de preparo de solo, manejo de resíduos ou fertilização para mitigar tais efeitos (STAPE, 2002).

Os principais fatores que interferem no crescimento das árvores de pinus no Brasil são a qualidade do material genético, as condições climáticas e as condições de solo onde são plantadas. Geralmente, são utilizados solos de baixa fertilidade natural, o que, de certa forma, afeta a produtividade. Para se evitar isso, são necessárias correções com aplicação de fertilizantes. Avaliações nutricionais nesses plantios são importantes para se fazer recomendações de fertilizantes. O conhecimento das deficiências nutricionais possibilita indicar os nutrientes que devem ser aplicados e, com isto, propicia um melhor aproveitamento dos nutrientes pelas árvores.

Os solos destinados ao plantio de pinus nas pequenas propriedades rurais são, normalmente, os de baixa fertilidade natural ou os que não servem para cultivos agrícolas. Embora a adubação do pinus não seja uma prática normalmente utilizada no Brasil, existem situações em que ela é necessária para que as árvores sejam produtivas. Os nutrientes mais frequentemente utilizados nas adubações minerais para espécies florestais são o N, P, K e, com menor frequência, B e Zn.

Em plantações florestais, é comum o uso de adubo simples, formado por apenas um composto químico. Neste caso, são utilizados:

- sulfato de amônio e ureia, como fontes de nitrogênio;
- superfosfato simples, superfosfato triplo e fosfato natural, como fontes de fósforo;
- cloreto de potássio e sulfato de potássio, como fontes de potássio; ou
- bórax, como fonte de boro.

A formulação do fertilizante varia de uma região para outra e com a cultura em que será aplicada. De maneira geral, o fósforo é aplicado em maior quantidade do que os demais elementos, por estar presente em menor concentração nos solos brasileiros.

Para se obter os melhores resultados com o uso de fertilizantes contendo NPK, o adubo deve ser aplicado o mais próximo possível da muda, para garantir o seu aproveitamento, sem causar danos às raízes. Deve-se tomar o cuidado de misturar bem o fertilizante com a terra, para evitar danos até morte da muda devido à concentração salina. O ideal é esperar pelo menos um dia após a aplicação do adubo antes de efetuar o plantio, principalmente quando a adubação e o plantio são feitos na mesma cova.

Existem diferentes formas de se aplicar o adubo:

No fundo do sulco: distribuído no fundo do sulco de plantio, aberto pelo sulcador ou outro implemento;

Na cova de plantio: colocado no fundo da cova, antes do plantio, bem misturado com a terra para evitar danos às raízes das mudas;

Em cobertura: aproximadamente três meses após o plantio. Normalmente, colocado ao lado da planta, em faixas ou em coroa. Esta forma é utilizada para aplicar N e K, elementos que se perdem facilmente por volatilização e lixiviação.

Não existe recomendação de adubação baseada apenas nas análises de solo, nem específica para o pinus nos diferentes tipos de solos. De maneira geral, a adubação é feita para suprir os elementos nutrientes que estejam em níveis menores que os críticos no solo, conforme quadro abaixo discriminado.

Quadro 1 . Níveis críticos dos teores de P e K no solo, com base nos resultados da análise química.

Elementos no solo	Interpretação		
	Baixo	Médio	Alto
P (mg/dm ³)	> 3,0	> 3,0 - < 7,0	< 7,0
K (mmol(+)/dm ³)	> 0,5	> 0,5 - < 1,5	< 1,5

Fonte: BELLOTE, A. F. J.; NEVES E. J. M.. Calagem e adubação em espécies florestais plantadas na propriedade rural. 1ª edição. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 6p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 54).

Quadro 2. Recomendações de adubação para pinus, com base nos níveis críticos de P e K no solo.

Interpretação		N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	Fórmula sugerida	kg/ha	g/planta
P	K				
B	B	30 - 120 - 60	8-32-16	300	180
B	M/A	30 - 120 - 45	10-30-10	320	200
M	B	30 - 90 - 60	8-30-20	240	140
M	M/A	30 - 90 - 45	8-28-16	260	150
A	B	30 - 60 - 60	8-28-16	180	100
A	M/A	30 - 60 - 30	10-20-10	180	120

B = baixo; M = médio; A = alto.

Fonte: BELLOTE, A. F. J.; NEVES E. J. M.. Calagem e adubação em espécies florestais plantadas na propriedade rural. 1ª edição. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 6p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 54).

Autores deste tópico: Itamar Antonio Bognola, Antonio Francisco Jurado Bellote

Planejamento e manejo de plantação

Nos povoamentos de pinus ocorrem variações no tamanho das árvores devido às características do local ou sítio (solo e clima). A qualidade do sítio pode ser avaliada pela análise do crescimento da altura dominante das árvores. Existem várias definições para altura dominante. A mais usual é a que a considera como a altura média das 100 árvores de maior diâmetro presentes em uma parcela de amostragem de 1 hectare. Outra definição a considera como a altura média das 100 árvores mais altas do povoamento ou como a média da altura de 20% das árvores de maior diâmetro ou altura do povoamento. Na prática, tem sido comum considerar altura dominante como a altura média das quatro árvores de maior diâmetro, em uma parcela de amostragem de 400 m².

O termo Índice de Sítio (IS) refere-se à altura dominante em uma idade de referência (ex: 15 anos). Assim, quanto maior o IS, maior é a capacidade de produção daquele local (Quadro 1). A variação no tamanho das árvores em um povoamento ocorre, basicamente, devido aos fatores genéticos e às condições individuais de vigor e de acesso à luz, aos nutrientes e à água. São denominadas dominantes as maiores árvores, cujas copas estão mais expostas à luz do sol. Também com acesso à luz solar, mas não tanto quanto as dominantes encontram-se as codominantes. Entre essas estão as intermediárias, que recebem alguma luz solar na parte superior da copa e, finalmente, as supressas que, praticamente, não recebem luz solar direta.

Quadro 1. Classificação de sítio para *Pinus taeda* na região Sul do Brasil.

$$H = S.Exp\left(-4,6433\left(\left(\frac{1}{A}\right)^{0,56} - \left(\frac{1}{15}\right)^{0,56}\right)\right)$$

Idade (anos)	Índice de sítio (m)																									
	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0			
4	4,9	5,1	5,2	5,4	5,6	5,7	5,9	6,1	6,2	6,4	6,5	6,7	6,9	7,0	7,2	7,4	7,5	7,7	7,9	8,0	8,2	8,3	8,5			
5	6,3	6,5	6,7	6,9	7,1	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,3	9,5	9,7	9,9	10,1	10,3	10,5	10,7	10,9			
6	7,6	7,8	8,1	8,3	8,6	8,8	9,1	9,3	9,6	9,8	10,1	10,4	10,6	10,9	11,1	11,4	11,6	11,9	12,1	12,4	12,6	12,9	13,1			
7	8,7	9,0	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,8	11,0	11,3	11,6	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	14,0	14,2	14,5	14,8	15,1			
8	9,8	10,1	10,4	10,7	11,1	11,4	11,7	12,0	12,4	12,7	13,0	13,3	13,7	14,0	14,3	14,6	15,0	15,3	15,6	15,9	16,3	16,6	16,9			
9	10,7	11,1	11,4	11,8	12,1	12,5	12,8	13,2	13,6	13,9	14,3	14,6	15,0	15,3	15,7	16,1	16,4	16,8	17,1	17,5	17,8	18,2	18,6			
10	11,6	12,0	12,3	12,7	13,1	13,5	13,9	14,3	14,7	15,0	15,4	15,8	16,2	16,6	17,0	17,4	17,7	18,1	18,5	18,9	19,3	19,7	20,1			
11	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,4	14,8	15,2	15,7	16,1	16,5	16,9	17,3	17,7	18,1	18,5	19,0	19,4	19,8	20,2	20,6	21,0	21,4			
12	13,1	13,5	14,0	14,4	14,8	15,3	15,7	16,2	16,6	17,0	17,5	17,9	18,3	18,8	19,2	19,6	20,1	20,5	21,0	21,4	21,8	22,3	22,7			
13	13,8	14,2	14,7	15,2	15,6	16,1	16,5	17,0	17,5	17,9	18,4	18,8	19,3	19,7	20,2	20,7	21,1	21,6	22,0	22,5	23,0	23,4	23,9			
14	14,4	14,9	15,4	15,9	16,3	16,8	17,3	17,8	18,3	18,7	19,2	19,7	20,2	20,7	21,1	21,6	22,1	22,6	23,1	23,5	24,0	24,5	25,0			
15	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0			
16	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,7	19,2	19,7	20,2	20,7	21,3	21,8	22,3	22,8	23,3	23,8	24,4	24,9	25,4	25,9	26,4	27,0			
17	16,1	16,6	17,1	17,7	18,2	18,7	19,3	19,8	20,4	20,9	21,4	22,0	22,5	23,0	23,6	24,1	24,6	25,2	25,7	26,2	26,8	27,3	27,9			
18	16,6	17,1	17,7	18,2	18,8	19,3	19,9	20,4	21,0	21,5	22,1	22,6	23,2	23,7	24,3	24,8	25,4	25,9	26,5	27,0	27,6	28,2	28,7			
19	17,0	17,6	18,2	18,7	19,3	19,9	20,4	21,0	21,6	22,1	22,7	23,3	23,8	24,4	25,0	25,5	26,1	26,7	27,2	27,8	28,4	28,9	29,5			
20	17,5	18,0	18,6	19,2	19,8	20,4	20,9	21,5	22,1	22,7	23,3	23,9	24,4	25,0	25,6	26,2	26,8	27,3	27,9	28,5	29,1	29,7	30,3			
21	17,9	18,5	19,1	19,7	20,3	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,8	24,4	25,0	25,6	26,2	26,8	27,4	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,0			
22	18,3	18,9	19,5	20,1	20,7	21,3	21,9	22,5	23,1	23,7	24,3	25,0	25,6	26,2	26,8	27,4	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,0	31,7			
23	18,6	19,3	19,9	20,5	21,1	21,7	22,4	23,0	23,6	24,2	24,8	25,5	26,1	26,7	27,3	28,0	28,6	29,2	29,8	30,4	31,1	31,7	32,3			
24	19,0	19,6	20,3	20,9	21,5	22,2	22,8	23,4	24,1	24,7	25,3	26,0	26,6	27,2	27,9	28,5	29,1	29,8	30,4	31,0	31,6	32,3	32,9			
25	19,3	20,0	20,6	21,3	21,9	22,6	23,2	23,8	24,5	25,1	25,8	26,4	27,1	27,7	28,3	29,0	29,6	30,3	30,9	31,6	32,2	32,9	33,5			
26	19,7	20,3	21,0	21,6	22,3	22,9	23,6	24,2	24,9	25,5	26,2	26,9	27,5	28,2	28,8	29,5	30,1	30,8	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1			
27	20,0	20,6	21,3	22,0	22,6	23,3	24,0	24,6	25,3	26,0	26,6	27,3	27,9	28,6	29,3	29,9	30,6	31,3	31,9	32,6	33,3	33,9	34,6			
28	20,3	20,9	21,6	22,3	23,0	23,6	24,3	25,0	25,7	26,3	27,0	27,7	28,4	29,0	29,7	30,4	31,1	31,7	32,4	33,1	33,8	34,4	35,1			
29	20,5	21,2	21,9	22,6	23,3	24,0	24,7	25,3	26,0	26,7	27,4	28,1	28,8	29,4	30,1	30,8	31,5	32,2	32,9	33,6	34,2	34,9	35,6			
30	20,8	21,5	22,2	22,9	23,6	24,3	25,0	25,7	26,4	27,1	27,8	28,5	29,1	29,8	30,5	31,2	31,9	32,6	33,3	34,0	34,7	35,4	36,1			

Fonte: OLIVEIRA, E.B. Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais. Colombo: Embrapa Florestas. 2011. 68p. (Embrapa Florestas. Documentos, 216).

Em um povoamento de pinus, plantado no espaçamento tradicional, a restrição no espaço entre árvores, à medida que elas crescem, tende a provocar declínio no vigor em um grande número de árvores, aumentando a frequência das árvores supressas e das intermediárias. Muitas delas tendem a morrer e a floresta torna-se suscetível ao ataque de pragas como a vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) em *P. taeda*. Além disso, árvores com crescimento estagnado tendem a prejudicar o crescimento das outras em sua vizinhança devido à competição. A principal maneira de solucionar este problema é mediante desbastes.

Os desbastes possibilitam reduzir o número de árvores por área à medida que o povoamento passa a requerer maior espaçamento entre árvores. Uma das formas de desbaste envolve a manutenção das melhores árvores, eliminando-se as supressas, as bifurcadas, as doentes e as quebradas, melhorando, assim, o produto final e a rentabilidade econômica do povoamento. Outra vantagem do manejo é a possibilidade de se antecipar a renda para o produtor.

Basicamente, os desbastes podem ser:

- Sistemáticos: quando se removem as árvores a partir de um esquema fixo de escolha, em função da disposição no povoamento. Por exemplo, a remoção de uma fileira inteira de árvores, intercalada com duas fileiras que permanecem intactas;
- Seletivos: neste caso, removem-se as menores árvores do povoamento (desbastes "por baixo"). Tanto o diâmetro quanto a altura podem ser usadas como variáveis na escolha das árvores a serem removidas (Figura 1);
- Mistos: será denominado assim o desbaste em que se processa primeiro o desbaste sistemático e, em seguida, nas linhas remanescentes, o seletivo.

Ilustração: Elaborada pelo autor

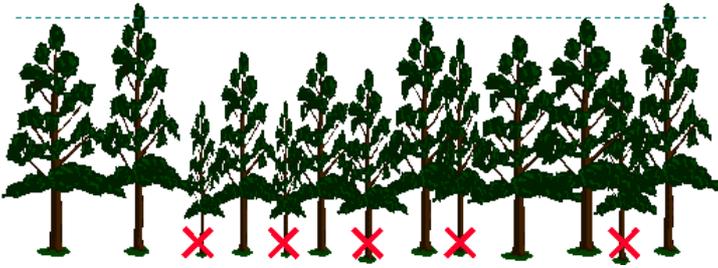


Figura 1. Exemplo de árvores a serem removidas em um desbaste seletivo (assinaladas com X). A linha pontilhada representa a altura dominante.

No processo de desbaste, deve-se aproveitar bem os espaços disponíveis no povoamento, evitando-se a formação de clareiras. Neste caso, árvores menores que tenham potencial para crescimento devem ser mantidas. Na decisão quanto à idade, ao tipo e à intensidade do desbaste a ser aplicado, devem-se levar em consideração diversos fatores, especialmente os objetivos da produção e a maximização da rentabilidade econômica. Cada povoamento pode necessitar de uma forma específica de manejo, incluindo desbastes e variações na idade do corte final. O manejo mais adequado, por meio de desbastes, varia em função de fatores como: a) qualidade do sítio (solo, clima); b) material genético plantado; c) espaçamento inicial do plantio; d) densidade atual e e) objetivo da produção. Quando um destes fatores for alterado, o regime ideal de manejo também se altera.

Programas computacionais (softwares) para manejo e análise econômica

Os programas computacionais (softwares) **SisPinus** e **Planin**, desenvolvidos pela Embrapa Florestas, podem auxiliar na tomada de decisões de manejo em povoamentos de pinus. Estes estão amplamente difundidos entre os produtores de pinus do Brasil e de outros países. Com eles, os produtores podem, para cada condição de clima e solo, testar no computador as opções de manejo da floresta, fazer prognoses de produções presente e futura, efetuar análises econômicas e, com base nisso, implementar a alternativa mais favorável ao seu caso.

As tabelas de crescimento geradas pelo software **SisPinus** apresentam resultados anuais de alturas dominante e média das árvores, diâmetro médio, número de árvores por hectare, volume total e incrementos médio e corrente anual. Para cada colheita, tanto de desbastes como da rotação final, são geradas tabelas de produção por classe de DAP, com sortimento por tipo de utilização industrial como laminação, serraria, produção de celulose e geração de energia. Outras informações úteis para as decisões sobre o manejo florestal podem ser visualizadas em gráficos, destacando-se o Índice de Densidade da Plantação (Índice de Reineke) e o Índice de Espaçamento Relativo (Índice de Hart-Backing).

O software **Planin** possibilita o cálculo dos parâmetros de avaliação econômico-financeira e a análise de sensibilidade da rentabilidade a diferentes taxas de atratividade. Nele, consideram-se os diversos segmentos de custos operacionais de implantação, manutenção e exploração florestal. Como resultados, o programa fornece os fluxos de caixa, a análise de sensibilidade e os critérios de análise econômico-financeira mais utilizados pelas maiores empresas do Brasil. Além disso, o programa possibilita ao usuário acompanhar seus custos, emitindo relatórios com os gastos anuais.

Software SisPinus

O software **SisPinus** é um sistema para simulação do manejo, do crescimento e da produção de pinus. Ele foi desenvolvido para povoamentos de *P. taeda*, *P. elliottii* var. *elliottii* e *P. caribaea* var. *hondurensis*. Este programa está amplamente difundido entre os produtores de pinus no Brasil. Juntamente com o software **Planin**, o **SisPinus** tem sido utilizado para o planejamento estratégico da produção, definição de regimes de manejo, cálculo da produção florestal, sortimento de madeira e análise econômica, inclusive para os cálculos de captura de carbono e de exportação de nutrientes ao longo do processo de produção florestal.

Para operacionalizar os sistemas, o usuário deve fornecer os dados de inventário da floresta. Com base nisso, os softwares podem ser utilizados para se estimar o crescimento das árvores e a produção, indicando a quantidade de madeira que o povoamento pode produzir, em qualquer idade, até a idade indicada para a colheita final. Podem ser simulados desbastes, com previsão do seu crescimento, produção anual e o sortimento de madeira por classe diamétrica, para usos múltiplos das árvores removidas.

O software **SisPinus** possibilita simular os desbastes e testar as consequências de qualquer manejo que se deseja aplicar aos povoamentos. Ele fornece informações quanto à melhor alternativa sobre quando, quanto e como desbastar, além de sugerir a idade mais recomendada para a colheita final. Mostra, também, o crescimento e a produção da floresta, a produção por classes de diâmetro e o volume de madeira por tipo de utilização industrial (ex: laminação, desdobro, produção de celulose e geração de energia).

Exemplo de utilização do software SisPinus

Tomando-se, por exemplo, o caso de um povoamento de *P. taeda* com duas mil árvores plantadas por hectare e com 95% de sobrevivência no primeiro ano e, supondo-se que o índice de sítio (dado pela altura dominante aos 15 anos de idade) seja de 21 m e o nível de homogeneidade do plantio seja igual a 5 (alta homogeneidade). Para efetuar um desbaste misto aos nove anos de idade, inicia-se com um desbaste sistemático, removendo-se uma linha em cada três, complementado com um desbaste seletivo, deixando-se 1.200 árvores remanescentes. Para calcular a produção resultante, usa-se um intervalo de classes de diâmetro de 2 cm, distribuindo a madeira resultante entre os seguintes produtos (Quadro 2):

Quadro 2. Dimensões das toras de pinus destinadas para cada segmento industrial.

Destinação da madeira	Comprimento (m)	Diâmetro mínimo (cm)
Laminação	2,40	25
Desdobro	2,40	15
Celulose	1,0	8
Energia	Sem restrição	Sem restrição

Fonte: Dados da Embrapa Florestas.

O software efetua o sortimento dos produtos, verificando cada árvore a partir da base, medindo, prioritariamente, o que pode ser utilizado no segmento industrial mais valorizado. No exemplo dado, o segmento mais valorizado é o da laminação, seguido pelo da serraria, da produção de celulose e, finalmente, da geração de energia. O usuário pode indicar novas classes e dimensões de toras para este sortimento.

No item Inventário (Figura 2), especifica-se a densidade inicial da população (2.000), a percentagem de sobrevivência (95%) e o nível de homogeneidade do plantio (5). Neste item, existem três opções para o usuário, em função da sua disponibilidade de dados: 1) é o caso em que há a

menor quantidade de informações (caso usado no exemplo); 2) o usuário deve informar o número de árvores em determinada idade; e 3) deve-se informar, também, o diâmetro quadrático médio ou Área basal estimados nos inventários periódicos.

O índice de melhoramento do plantio relaciona-se com a produtividade e a homogeneidade da floresta. Ele varia de 1 a 10 e trata-se de um parâmetro que o usuário tem flexibilidade para adotar, como o baseado em medidas estatísticas de dispersão (desvio padrão) ou alguma medida empírica. Quando o usuário trabalha com dados de inventário, o índice de sítio pode ser obtido utilizando-se as tabelas de altura dominante em função da idade, como as elaboradas para P. taeda cultivado na região Sul do Brasil e apresentadas mais adiante.

A definição da idade da colheita final é informada no item opções de listagem (Figura 3). Devem ser especificadas a idade inicial desejada (1), a idade final (22) e o intervalo entre idades (2), além do intervalo entre as classes de diâmetro (2).

No item desbastes (Figura 4), foram considerados, como exemplos, um desbaste realizado aos oito anos e outro aos 14 anos, com o fornecimento de detalhes. O primeiro desbaste será misto (sistemático seguido de seletivo), removendo-se uma em cada cinco linhas, sistematicamente e, em seguida, efetuando-se o desbaste seletivo, deixando 1.200 árvores remanescentes. No desbaste seletivo, aos 14 anos de idade, serão removidas as menores árvores, deixando-se 30 m² de área basal remanescente.



Figura 2. Tela do software SisPinus demonstrando a entrada de dados de inventário.



Figura 3. Tela do software SisPinus demonstrando a entrada de dados nas opções de listagem.

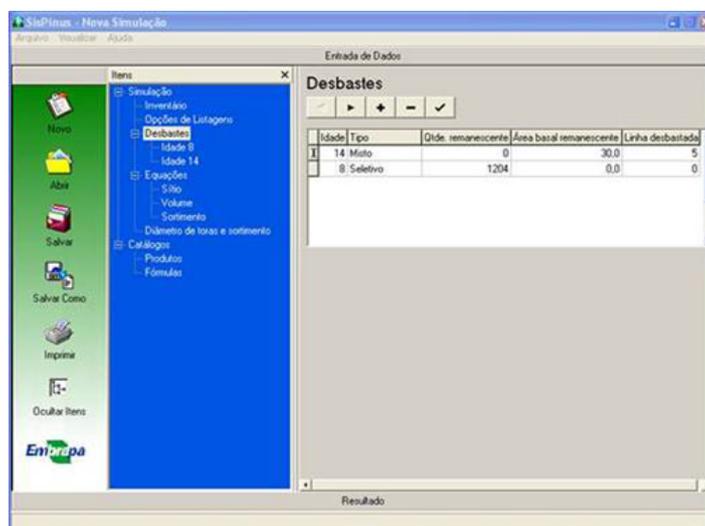


Figura 4. Tela do software SisPinus demonstrando a entrada de dados dos desbastes.

No item equações, devem ser especificadas as equações que se deseja usar nos cálculos. Em seguida, devem ser definidos os produtos que serão usados no cálculo da produção no item diâmetro de toras e sortimento. Na sequência, informa-se o índice de sítio (22) no item simulação. Pode-se, também, dar um nome para a simulação e gravá-la para futuras consultas. Finalmente, clica-se em resultados para visualizar as tabelas de crescimento e produção resultantes (Quadros 3-5), bem como os volumes de madeira removidos e os remanescentes após os desbastes realizados aos oito e aos quatorze anos de idade (Quadro 6). O sortimento das toras removidas em cada desbaste (Quadros 7-9) fornece informações quanto ao valor que se pode obter pela destinação das toras para cada segmento industrial, de acordo com as suas dimensões.

Quadro 3. Dados de crescimento e de produção de madeira de *P. taeda* até os oito anos de idade, em povoamento plantado com 2.000 árvores por ha e 95% de sobrevivência no primeiro ano.

Idade	Altura dominante (m)	Árv. ha ⁻¹	Diâmetro médio (cm)	Altura média (m)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Volume total (m ³ ha ⁻¹)	IMA (m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	ICA (m ³ ha ⁻¹)
1	0,6	1.900	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
2	2,5	1.900	2,2	2,1	0,7	0,6	0,3	0,6
3	4,7	1.900	5,3	4,0	4,2	7,2	2,4	6,5
4	6,8	1.900	8,3	5,9	10,3	25,4	6,4	18,3
5	8,7	1.899	10,8	7,6	17,3	55,2	11,0	29,8
6	10,4	1.898	12,8	9,1	24,4	93,7	15,6	38,4
7	12,0	1.895	14,4	10,5	31,1	137,7	19,7	44,0
8	13,5	1.889	15,8	11,8	37,2	184,8	23,1	47,2

IMA: Incremento médio Anual; ICA: incremento corrente anual.
Fonte: Dados da Embrapa Florestas.

Quadro 4. Dados de crescimento e de produção de madeira de *P. taeda* em povoamento descrito na Quadro 1, dos nove aos 14 anos de idade, após remoção de 685 árvores por ha.

Idade	Altura dominante (m)	Árv. ha ⁻¹	Diâmetro médio (cm)	Altura média (m)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Volume total (m ³ ha ⁻¹)	IMA (m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	ICA (m ³ ha ⁻¹)
9	15,3	1.200	18,5	13,7	32,4	187,3	25,7	46,2
10	16,6	1.198	19,7	14,8	36,7	228,1	27,2	40,8
11	17,7	1.193	20,8	15,7	40,5	268,6	28,4	40,5
12	18,8	1.187	21,7	16,7	43,9	308,4	29,3	39,8
13	19,8	1.179	22,5	17,5	47,0	347,1	30,1	38,8
14	20,8	1.169	23,3	18,3	49,7	384,5	30,6	37,4

IMA: Incremento médio Anual; ICA: incremento corrente anual.
Fonte: Dados da Embrapa Florestas.

Quadro 5. Dados de crescimento e de produção de *P. taeda* em povoamento descrito na Quadro 2, dos 15 aos 22 anos de idade, após remoção de uma em cada cinco linhas, seguida de remoção de 9,8 m² de área basal por hectare.

Idade	Altura dominante (m)	Árv. ha ⁻¹	Diâmetro médio (cm)	Altura média (m)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Volume total (m ³ ha ⁻¹)	IMA (m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	ICA (m ³ ha ⁻¹)
15	21,6	641	24,9	20,2	30,0	266,3	30,3	26,3
16	22,5	639	26,0	20,7	33,9	295,8	30,3	29,5
17	23,3	638	26,8	21,4	35,9	324,4	30,2	28,6
18	24,1	636	27,5	22,1	37,8	352,2	30,0	27,8
19	24,9	634	28,2	22,8	39,5	379,3	29,9	27,1
20	25,6	631	28,8	23,4	41,1	405,7	29,7	26,4
21	26,3	629	29,4	24,0	42,6	431,4	29,5	25,7
22	27,0	626	29,9	24,6	44,0	456,5	29,3	25,0

Fonte: Dados da Embrapa Florestas.

Quadro 6. Estimativas de volume de madeira das árvores de *P. taeda* removidas e das remanescentes no povoamento após desbastes, aos oito e quatorze anos de idade.

Idade (anos)	Volume removido (m ³ ha ⁻¹)	Volume remanescente (m ³ ha ⁻¹)
8	43,7	141,1
14	144,6	240,0

Fonte: Dados da Embrapa Florestas.

Quadro 7. Sortimento das toras das árvores removidas no desbaste de *P. taeda*, aos oito anos de idade.

Diâmetros (cm)	Árv. ha ⁻¹	Altura média (m)	Volume total (m ³ ha ⁻¹)	Volumens de madeira (m ³ ha ⁻¹)			
				Laminação	Serraria	Celulose	Energia
6,0-8,0	1	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8,0-10,0	14	9,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
10,0-12,0	101	10,3	5,9	0,0	0,0	2,9	3,0
12,0-14,0	327	10,9	27,7	0,0	0,0	21,2	6,5
14,0-16,0	184	11,5	1,6	0,0	0,0	1,2	0,4
16,0-18,0	53	10,2	7,1	0,0	0,0	5,7	1,4
18,0-20,0	5	10,9	0,8	0,0	0,4	0,4	0,0
Total		11,2	43,7	0,0	0,4	31,3	12,0

Fonte: Dados da Embrapa Florestas.

Quadro 8. Sortimento das toras das árvores removidas no desbaste de *P. taeda*, aos 14 anos de idade.

Diâmetros (cm)	Árv. ha ⁻¹	Altura média (m)	Volume total (m ³ ha ⁻¹)	Volumens de madeira (m ³ ha ⁻¹)			
				Laminação	Serraria	Celulose	Energia
16,0-18,0	17	16,3	3,9	0,0	1,3	2,2	0,4
18,0-20,0	136	17,2	37,7	0,0	21,1	11,9	4,6
20,0-22,0	173	17,8	23,5	0,0	12,8	9,5	1,2
22,0-24,0	101	17,4	35,7	0,0	26,5	6,6	2,6
24,0-26,0	61	18,4	24,8	0,0	20,3	4,0	0,5
26,0-28,0	29	19,3	13,6	3,7	7,6	2,0	0,4
28,0-30,0	9	20,1	4,7	1,4	2,9	0,3	0,2
30,0-32,0	1	20,8	0,6	0,3	0,2	0,1	0,0
Totais		18,3	144,6	5,3	92,8	36,4	9,9

Fonte: Dados da Embrapa Florestas.

Quadro 9. Sortimento das toras das árvores removidas no desbaste de *P. taeda*, aos 22 anos de idade.

Diâmetros (cm)	Árv. ha ⁻¹	Altura média (m)	Volume total (m ³ ha ⁻¹)	Volumens de madeira (m ³ ha ⁻¹)			
				Laminação	Serraria	Celulose	Energia
22,0-24,0	1	21,7	0,4	0,0	0,3	0,1	0,0
24,0-26,0	48	23,1	23,2	0,0	19,6	2,9	0,7
26,0-28,0	137	23,9	77,8	19,2	45,3	10,3	3,0
28,0-30,0	165	24,6	111,4	26,8	73,1	9,8	1,7
30,0-32,0	137	25,2	108,1	45,3	50,6	10,1	2,1
32,0-34,0	86	25,7	78,8	44,2	29,7	3,0	1,9
34,0-36,0	40	26,3	41,8	28,3	10,6	2,6	0,3
36,0-38,0	11	26,9	13,4	10,4	2,0	0,9	0,2
38,0-40,0	1	27,7	1,5	1,1	0,3	0,0	0,0
Total		24,6	456,5	175,4	231,5	39,6	10,0

Fonte: Dados da Embrapa Florestas.

Os diâmetros médios referem-se ao DAP (diâmetro à altura do peito = 1,3 m). Área basal refere-se à soma das áreas transversais de todas as árvores, considerando-se os DAPs para os cálculos. A área basal por hectare é uma das variáveis que servem para medir a densidade da floresta. O número de árvores por hectare e o volume por hectare também podem ser utilizados.

O *software* SisPinus gera gráficos de incrementos e de alguns índices de densidade populacional que auxiliam na definição do manejo ideal. Estes gráficos servem de auxílio ao produtor para trabalhar melhor com o controle da densidade dos povoamentos de pinus.

A densidade populacional é o grau de ocupação ou de aproveitamento do sítio pelas árvores. Ela pode ser expressa em número de árvores, área basal, volume ou outro critério por unidade de área. Densidades populacionais muito altas, apesar de possibilitarem o melhor aproveitamento do solo, água e luz, levam à produção de árvores com troncos finos, que podem não ter as características desejadas pelo produtor. Em densidades populacionais muito baixas, os recursos ambientais do sítio não são aproveitados na sua plenitude pelas árvores.

No referido *software*, clicando-se em "Visualizar" e "Gráfico", pode-se acessar uma tela (Figura 5), onde:

- Pontos vermelhos = Índice de densidade da plantação (Índice de Reineke);
- Pontos azuis = Índice de espaçamento relativo (Índice de Hart-Becking);
- Marcações em X = indicação de alto risco de ocorrência de vespa-da-madeira;
- Linha rosa = Incremento corrente anual (ICA);
- Linha azul = Incremento médio anual (IMA);
- Linha verde = Volume total (dividido por 10).

Os três últimos itens são apresentados, também, na tabela de crescimento e produção do *software* SisPinus. O Incremento corrente anual (ICA) indica o quanto houve de acréscimo no volume total da floresta, no último ano. O Incremento médio anual (IMA) é a média anual do volume total da floresta. Neste caso, deve ser considerada a soma do volume na idade do cálculo e os volumes já desbastados.

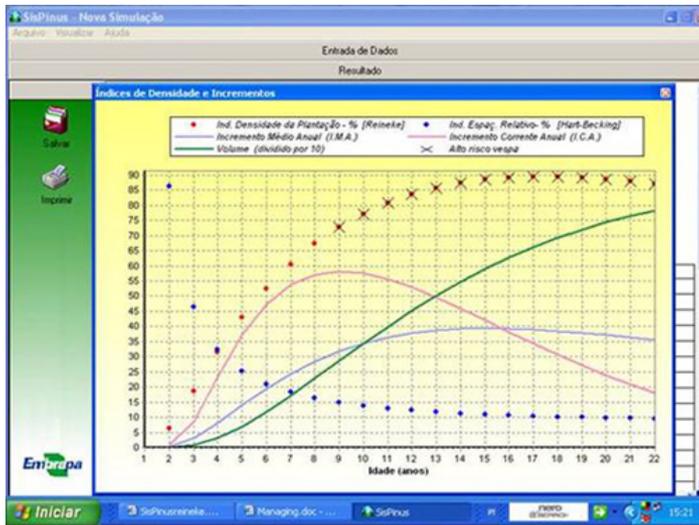


Figura 5. Tela do software SisPinus demonstrando gráficos de diferentes variáveis em povoamentos de pinus, ao longo das idades.

O Índice de densidade Reineke está baseado em plantações de pinus superestocadas nas regiões produtoras do Brasil. Ele é apresentado em forma de percentual de ocupação do sítio pelo povoamento. No gráfico gerado, observa-se que, aos 9 anos de idade, por exemplo, o povoamento ocupa 73% do sítio. O aproveitamento do sítio segue aumentando em idades subsequentes. Porém, a partir dos 9 anos de idade, o programa revela um alto risco de ataque de vespa-da-madeira, recomendando-se, assim, a realização de desbastes preventivos.

O Índice de espaçamento relativo (S) em porcentagem, ou Índice de Hart-Becking, é a relação entre o espaçamento médio entre árvores (EM) e a altura dominante (H):

$$(\%) = 100.EM/H$$

O EM é calculado pela raiz quadrada da razão entre a área (em hectares) e o número de árvores por hectare. O índice S tem grande aplicação na determinação de pesos em desbastes, no manejo para prevenção de incêndios florestais e pragas, bem como na estruturação de sistemas silvipastoris.

Software Planin

O Planin é um *software* que possibilita o cálculo dos parâmetros de avaliação econômico-financeira e a análise de sensibilidade da rentabilidade, com diferentes taxas de atratividade (Figuras 6 a 9). Nele, consideram-se os diversos segmentos de custos operacionais de implantação, manutenção e colheita florestal. Com esse programa computacional, obtêm-se estimativas de fluxo de caixa, análises de sensibilidade e os critérios de análise mais utilizados pelas empresas florestais do Brasil. Além disso, ele possibilita ao usuário acompanhar a evolução de seus custos, emitindo relatórios dos gastos anuais.

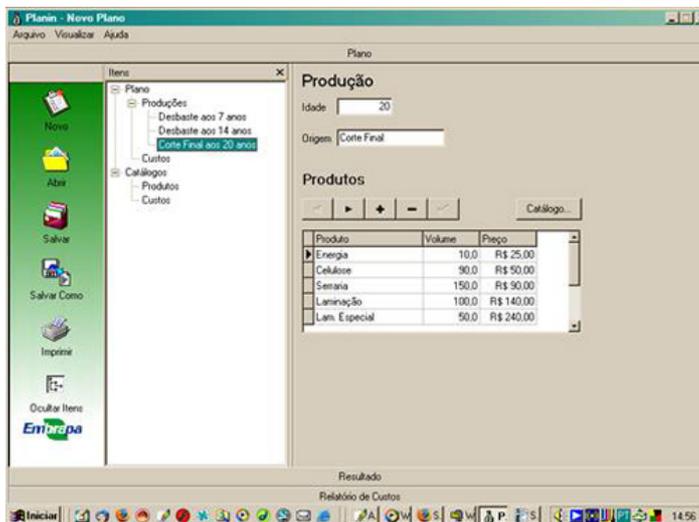


Figura 6. Estimativas de produção e análise econômica de povoamentos de pinus por meio do *software* Planin.

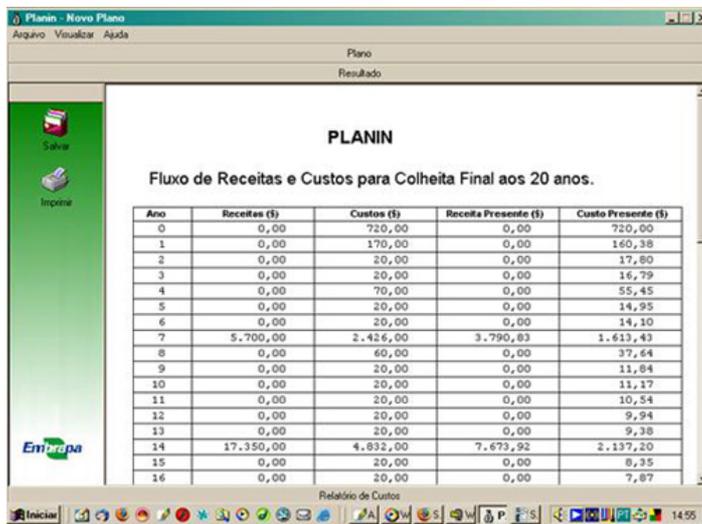


Figura 7. Estimativas de fluxo de receitas e custos de povoamentos de pinus por meio do software Planin.

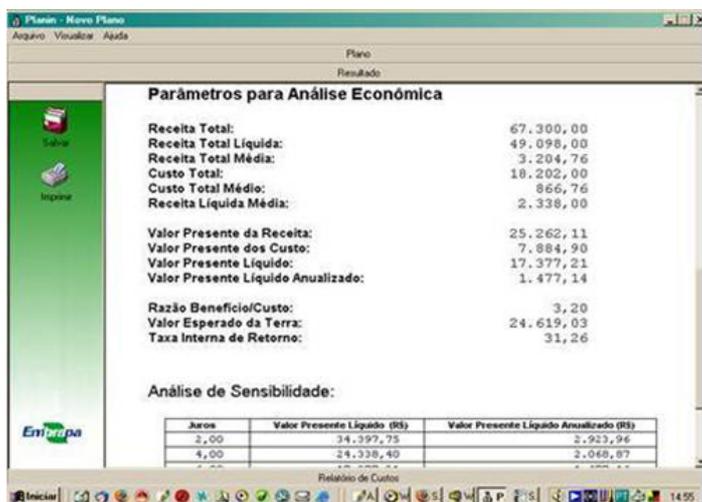


Figura 8. Estimativas de parâmetros para análise econômica de povoamentos de pinus por meio do software Planin.

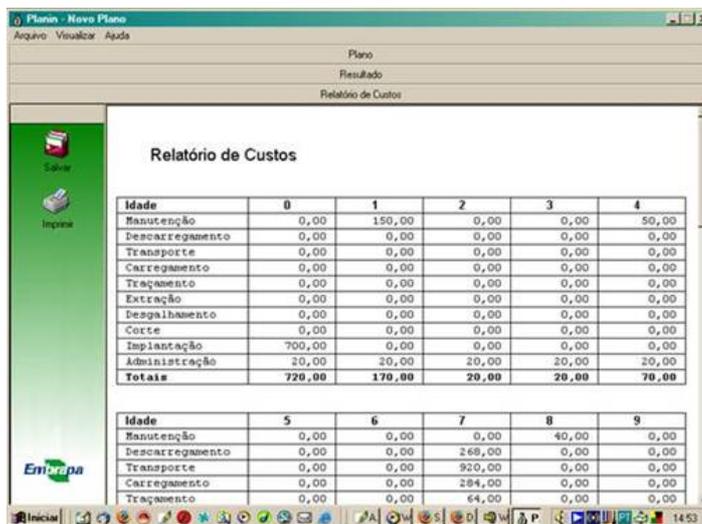


Figura 9. Relatório de custos de povoamentos de pinus por meio do software Planin.

Manejo e planejamento da produção de pinus

Como exemplo, será considerada uma propriedade com 100 hectare de *P. taeda*, divididos em dez talhões de tamanhos variáveis (Figura 7), onde as idades e os resultados do inventário, realizado no ano 2007, estão apresentados no Quadro 10.

Quadro 10. Exemplo de dados de inventário em uma propriedade com 100 ha de *P. taeda* divididos em 10 talhões de tamanhos variáveis.

Talhão	Área (ha)	Idade (anos)	Árv. ha ⁻¹	DAP (cm)	Volume (m ³ ha ⁻¹)	Volume talhão	Volume anual talhão
A	8,0	6	1.650	13,5	91,3	730	122
B	9,0	8	1.612	16,9	192,3	1.731	216
C	6,0	10	1.100	20,4	253	1.518	152

D	8,0	12	1.080	22,3	297,3	2.378	198
E	6,0	13	930	23,8	316	1.896	146
F	15,0	15	890	25,5	369,1	5.537	369
G	12,0	16	850	26,4	392	4.704	294
H	6,0	17	545	30,0	336,9	2.021	119
I	12,0	18	430	32,9	331,2	3.974	221
J	18,0	20	400	35,1	370,1	6.662	333
Total						31.152	2.170

Fonte: Dados da Embrapa Florestas.

Para todos os talhões, foi considerado o plantio no espaçamento de 2 m x 3 m em local com índice de sítio de 21 m (dado pela altura dominante aos 15 anos).

Ilustração: Elaborada pelo autor

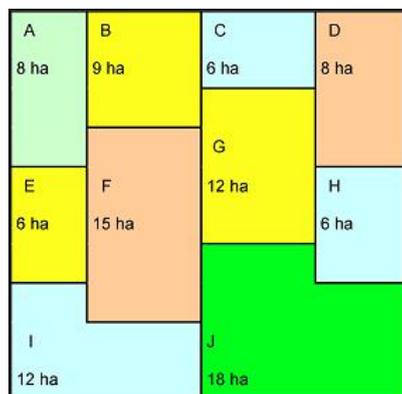


Figura 10. Relatório de custos de povoamentos de pinus por meio do software Planin.

O volume total de madeira, incrementado anualmente, nos 100 ha, é de 2.170 m³, que corresponde ao IMA de 21,7 m³ ha⁻¹ano⁻¹. Não está sendo considerada a madeira colhida nos desbastes. Com exceção dos talhões A e B, os demais sofreram de um a três desbastes, com remoção de madeira estimada em 8,3 m³ ha⁻¹ano⁻¹. Este volume foi estimado por meio do software SisPinus. A média de IMA, ponderada por áreas, foi estimada em 30 m³ ha⁻¹ano⁻¹. Para manter a sustentabilidade da produção, os regimes de manejo serão planejados tendo por base este IMA (30 m³ ha⁻¹ano⁻¹) ou 3.000 m³ a serem colhidos anualmente. Este valor será acrescido de 10% como forma de compensar os primeiros seis anos de cultivo, quando nenhuma colheita é realizada. Será desconsiderado o volume já colhido, bem como os dos novos plantios nos talhões onde forem realizados cortes finais. Assim, o volume para o planejamento será de 3.300 m³. Portanto, anualmente, será colhido nos desbastes e no corte final, 10% a mais do que a floresta cresce, de maneira a compensar os anos iniciais do projeto em que não são efetuados desbastes.

Considerando-se o alto valor da madeira destinada à laminação (Quadro 11), o planejamento contemplará a maior produção de toras para laminação, em um horizonte de 10 anos, mantendo-se produções anuais constantes de 50% da madeira para laminação, 40% para serraria e 10% para a produção de celulose.

Quadro 11. Preços da madeira de pinus (R\$ por m³), em pé, de cada classe de destinação das toras.

Destinação da madeira	Classes diamétricas (cm)	Comprimento (m)	Preço (R\$ por m ³)
Celulose	8,0 - 17,9	2,4	40,0
Serraria	18,0 - 24,9	2,4	90,0
Laminação	> 25	2,4	180,0

Fonte: Dados da Embrapa Florestas.

Por meio de simulações sucessivas com o software SisPinus, para cada talhão, foram obtidos os seguintes dados, de forma a atender: a) as especificações do planejamento; e b) as recomendações silviculturais de desbastes em idades e intensidades adequadas (Quadro 12).

Quadro 12. Dados do planejamento da produção de *P. taeda* em um povoamento de 100 ha, no período de 10 anos.

Ano	Talhão	Idade (anos)	Área (ha)	Desbaste	Produção de madeira (m ³)			TOTAL	Renda (R\$)
					Laminação	Desdôbro	Celulose		
2008	A	7	8	1o	0	0	180	180	7.200
	D	12	8	2o	0	376	338	714	47.360
	J	20	7	C.F.*	1.826	712	164	2.702	399.320
	Total				1.826	1.088	682	3.596	453.880
2009	C	11	10	3o	99	937	203	1.239	110.270
	J	21	5	C.F.	1.425	505	175	2.105	308.950
	Total				1.524	1.442	378	3.344	419.220
2010	E	15	6	3o	62	720	237	1.019	85.440
	I	20	6	C.F.	1.570	647	140	2.357	346.430
	Total				1.632	1.367	377	3.376	431.870
2011	D	15	8	3o	61	665	145	870	76.630
	I	21	6	C.F.	1.570	647	140	2.357	346.430
	Total				1.630	1.312	285	3.227	422.880
2012	B	12	9	3o	268	720	303	1.291	125.160
	G	20	6	C.F.	1.285	655	124	2.064	295.210
	Total				1.553	1.375	428	3.355	420.410
2013	A	12	8	2o	0	220	269	489	30.560
	C	15	6	3o	284	298	122	704	82.820
	H	22	6	C.F.	1.439	570	183	2.192	317.640

				Total	1.723	1.088	574	3.385	431.020
2014	F	21	3	C.F.	590	440	90	1.120	149.400
	G	22	5	C.F.	1.278	834	150	2.262	311.100
				Total	1.868	1.274	240	3.382	460.500
2015	E	20	6	C.F.	1.278	834	150	2.262	311.100
	J	27	2	C.F.	620	240	70	930	136.000
				Total	1.898	1.074	220	3.192	447.100
2016	D	20	8	C.F.	1.650	861	187	2.698	381.970
	J	28	1	C.F.	320	125	40	485	70.450
				Total	1.970	986	227	3.183	452.420
2017	F	24	4	C.F.	840	556	94	1.490	205.000
	G	25	4	C.F.	990	450	132	1.572	223.980
				Total	1.760	1.192	194	3.146	431.840

* C.F. = colheita final.

Fonte: Dados da Embrapa Florestas.

Os talhões A, B e C não foram planejados para corte final no período. Apenas 50% dos talhões F e I foram colhidos. Assim, 35 ha ficaram para a colheita final após o período considerado de 10 anos.

A sustentabilidade da produção (Figura 11) pode proporcionar várias vantagens ao produtor, tais como conseguir contratos de fornecimento com cotas fixas aos clientes, manutenção e otimização da estrutura operacional de implantação, condução e colheita das florestas. A renda anual média com a venda da madeira em pé será de R\$ 431.000,00 ou R\$ 4.310,00 por ha.

Gráfico: Elaborado pelo autor

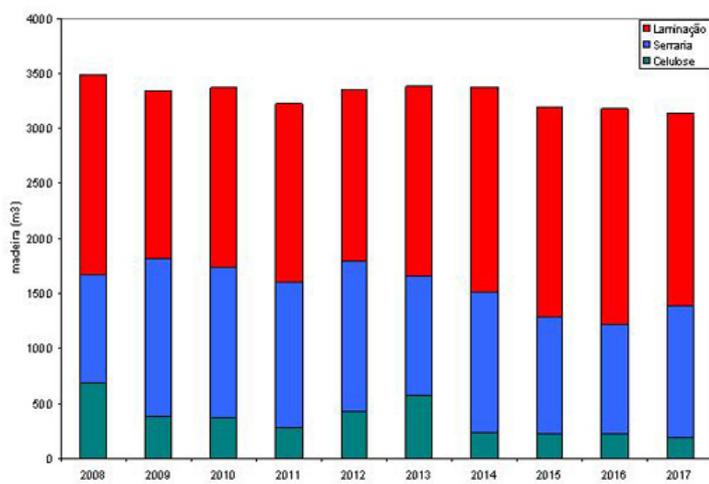


Figura 11. Estimativa da produção, sortida por destinação das toras, por 10 anos, em 100 ha de *P. taeda*.

Autores deste tópico: Edilson Batista de Oliveira

Importância socioeconômica

O território brasileiro tem 851 milhões de hectares, onde 517 milhões são florestas naturais, das quais 77 milhões de hectares são áreas de unidades de conservação federais, 239 milhões de hectares são áreas de florestas públicas cadastradas, 106 milhões de hectares são áreas de terras indígenas e apenas 6,78 milhões de hectares são de florestas plantadas (SFB/MMA, 2009), sendo 26,5% com espécies de pínus, 66,5% com espécies de eucaliptos e 7% com outras espécies (ANUÁRIO..., 2010).

Do total de tributos arrecadados em 2009, a contribuição do setor de florestas plantadas do Brasil foi de estimados R\$ 8,15 bilhões, (ANUÁRIO..., 2010). A estimativa total de empregos (primário e processamento industrial) no segmento de florestas plantadas, em 2009, foi de 3,9 milhões incluindo os diretos (535 mil) e indiretos (1,26 milhão). As florestas plantadas com pínus vêm possibilitando o abastecimento de madeira que, anteriormente, era suprido com a exploração da araucária e outras espécies nativas.

Os plantios com pínus no Brasil fizeram parte de uma estratégia de desenvolvimento na década de 1960, implementada por meio de incentivos fiscais para plantios florestais, visando garantir os suprimentos de matéria-prima para a indústria madeireira, e é considerado um marco na silvicultura brasileira. Os incentivos perduraram até 1986 e sustenta até os dias de hoje a cadeia produtiva da madeira, a qual tem participação fundamental na economia do País. Estima-se que atualmente 3 mil empresas no Brasil, localizadas principalmente nas regiões Sul e Sudeste, utilizam espécies de pínus nos seus processos produtivos, envolvendo mais de 600 municípios, tendo um forte apelo social como atividade ambientalmente adequada para a conservação dos solos, dos animais e da água (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2007).

O potencial silvicultural das espécies de pínus utilizadas no Brasil é de suma importância para a produção autossustentada do parque industrial madeireiro (IWAKIRI et al., 2001).

As florestas plantadas com pínus são diferenciadas pelos seus múltiplos usos. A sua madeira tem sido destinada à indústria laminadora, que a utiliza para fabricação de compensados (MDF, MDP e OSB); para a indústria de serrados, que a transforma em madeira beneficiada ou usada para a fabricação de móveis; para a indústria de celulose e papel; e mesmo o seu resíduo, tem sido aproveitado como biomassa para geração de vapor e energia (CARGNIN, 2005). Por constituir-se de fibras longas, a madeira de pínus é importante fonte de matéria-prima para a fabricação de papéis especiais que exigem maior resistência física e melhor absorção de tintas para impressão gráfica.

Em 2009, a produção florestal sustentada de madeira no Brasil, originada das florestas de pínus, atingiu 250,3 milhões de m³ por ano, com o pínus representando 27% do total da produção sustentada de madeira em tora. Nesse mesmo ano, foram consumidos 162,6 milhões de m³ de toras de florestas plantadas para uso industrial, sendo que 31,6% referem-se ao consumo de pínus. A produção sustentada de madeira em tora de espécies de pínus, em 2009, concentrou-se principalmente nas regiões Sul (79%) e Sudeste (17%). A maior demanda de madeira de pínus proveio da indústria madeireira (27,5 milhões de m³) seguida de lenha industrial (9,3 milhões de m³), celulose e papel (8,1 milhões de m³) e painéis reconstituídos (6,5 milhões de m³), de um total demandando de 51,4 milhões de m³ (ANUÁRIO..., 2010).

Os plantios de pinus estão concentrados principalmente nos estados do Paraná (38%), Santa Catarina (31%), Rio Grande do Sul (10%), Minas Gerais (8%) e São Paulo (9%) (ANUÁRIO..., 2010).

Tabela 1. Áreas com florestas plantadas de *Pinus* no Brasil (2009), por estado.

ESTADO	ÁREA (ha)
Paraná	695.790
Santa Catarina	550.850
Rio Grande do Sul	171.210
Minas Gerais	140.000
São Paulo	167.660
Bahia	31.040
Mato Grosso do Sul	16.870
Goiás	15.200
Espírito Santo	3.940
Tocantins	850
Amapá	810
Outros	500
Total	1.794.720

Fonte: (ABRAF, AMS, IEA-SP, STCP (2010).

Segundo dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2008), aproximadamente 70% das áreas plantadas são de empreendimentos verticalizados, predominantemente do segmento de celulose e papel, mostrando a preocupação deste em garantir a matéria-prima para sua planta industrial.

O segmento industrial de celulose e papel vem utilizando, de forma mais intensiva, sementes melhoradas, obtendo, assim, ganhos crescentes de produtividade. Atualmente, a produtividade dos povoamentos de pinus varia de 25 a 40 m³ ha⁻¹ano⁻¹, dependendo da espécie, do tipo de solo e do manejo adotado.

No sistema de produção predominante de pinus, são plantadas, inicialmente, 1.666 árvores por hectare, no espaçamento de 3 m x 2 m. Nas idades de 8 e 12 anos são efetuados, respectivamente, o primeiro e o segundo desbastes. Isto significa uma redução no número de plantas, em média, de 40% no primeiro e 30% do remanescente, no segundo desbaste. O corte final é feito aproximadamente aos 21 anos de idade, quando restam, em média, 500 árvores por hectare.

Em todo o ciclo produtivo, é possível obter uma produção média de madeira de 50 até 95 m³ ha⁻¹ aos 8 anos de idade, 70 a 120 m³ aos 12 anos de idade e, aos 21 anos de idade, a produção poderá ultrapassar 450 m³ ha⁻¹, o que significa, em média, uma produção maior que 30 m³ ha⁻¹ano⁻¹.

Autores deste tópico: Joel Ferreira Penteadou Junior

Coeficientes técnicos e custos da produção

Os custos de implantação de pinus correspondem a aproximadamente R\$ 1.500,00 por hectare. Os componentes mais significativos na composição destes custos são os gastos com mudas e serviços (mão de obra e mecanização). O espaçamento escolhido influencia diretamente no montante dos custos, pois determina o número de plantas por hectare e, consequentemente o número de mudas e o volume de insumos utilizados. Não estão sendo considerados na composição destes valores os custos de administração nem o valor da terra. Todavia, por envolver grandes áreas, em algumas situações, estes custos podem impactar significativamente os resultados financeiros.

Quanto aos aspectos econômicos do manejo de pinus, no primeiro desbaste, aos 7 ou 8 anos após o plantio, pode-se obter receitas oriundas da comercialização da matéria-prima. Esses recursos auxiliam na amortização das despesas de implantação e manutenção dos povoamentos. No segundo desbaste, aproximadamente aos 12 anos, haverá entrada adicional de renda. No corte final, aproximadamente aos 21 anos de idade, obtém-se valores de entradas mais significativos.

Em uma área de 1 hectare, plantada com 1.666 árvores, são produzidos de 50 m³ a 80 m³ no primeiro desbaste, aos 8 anos de idade. No segundo desbaste, aos 12 anos de idade, retiram-se, aproximadamente, 500 árvores que podem chegar ao volume de 110 m³ de madeira. Ao final de 21 anos, cortam-se 500 árvores, produzindo um volume total de 480 m³ de madeira. Nesse modelo, a distribuição da matéria-prima destinada aos diferentes segmentos industriais varia conforme a idade do povoamento.

Quanto ao mercado, muitos compradores de toras de pinus não têm elasticidade operacional suficiente que lhes permita dar destinação diferenciada à matéria-prima. Isso faz com que paguem, pelo "blend", um preço determinado pela combinação dos preços das diferentes categorias. Assim, toras de pinus vendidas no primeiro desbaste têm um preço médio de R\$ 40,00 o m³, que é equivalente ao valor pago pela matéria-prima predominante para energia e celulose. No segundo desbaste, a ponderação das proporções de matéria-prima para serraria, energia e celulose determinará um preço médio em torno de R\$ 60,00 o m³. Aos 21 anos de idade, quando a maioria das toras já possui grandes diâmetros e são apropriadas para laminação e madeira serrada, o preço estimado é R\$ 85,00 o m³, podendo chegar a R\$ 100,00 o m³.

No comércio mundial de produtos florestais, a participação brasileira não ultrapassa 2%, considerando-se os dados agregados de diferentes espécies. Em 2009, o Brasil ocupou o 11º lugar no comércio internacional de papel (2,4% de participação) e o 4º lugar (6,6%) de celulose, segundo a Abraf (ANUÁRIO..., 2010). No comércio mundial de madeira serrada, ocupou o 5º lugar (4,3%), participando ainda com 2,9% no mercado de compensados, 3% no de painéis reconstituídos de madeira e 11,1% no mercado de chapas duras.

Em decorrência da desaceleração dos plantios florestais, ocorrida em meados dos anos 1980, o risco crescente de déficit de madeira de pinus no mercado interno vem preocupando o setor desde 2001. O desequilíbrio entre a oferta e a demanda deverá resultar em um ajuste nos preços das toras para um patamar superior aos praticados atualmente.

O período de 2008 e 2009 foi marcado por um desempenho ruim da economia mundial, refletindo diretamente no setor de base florestal. As indústrias brasileiras enfrentaram dificuldades para competir no mercado. No entanto, o setor da indústria de madeira processada mecanicamente tem se destacado significativamente em comparação com outros segmentos industriais, conforme têm demonstrado alguns indicadores socioeconômicos, como o produto interno bruto (PIB), geração de empregos, arrecadação tributária e superávit da balança comercial. Segundo estudos de entidades ligadas ao setor produtivo, a área de florestas plantadas no Brasil, com pinus, deverá passar de 1,8 milhão de hectares em 2006 para 3,1 milhões de hectares em 2020, o que representa um crescimento de 70,5% para o período. As projeções de consumo de madeira industrial no Brasil, para pinus, deverão atingir 141,9 milhões de m³ em 2020.

Está previsto, também, um aumento na produção de MDF e OSB (chapas de fibras orientadas) o que demandará mais matéria-prima de florestas plantadas, principalmente de pinus.

Coeficientes técnicos e custos da produção

Quadro 1. Preços da madeira de pinus, em pé* (R\$ 1,00) - (período de 2003 a 2008).

Fonte/Ano	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Varição Acumulada
Processo de Papel e Celulose							
Referência 1	20,00	40,00	35,00	38,00	30,00	40,00	100,00%
Serraria							
Referência 1	45,00	55,00	73,00	83,00	55,00	60,00	33,33%
Laminados/Outros							
Referência 1	75,00	110,00	103,00	116,00	80,00	85,00	13,33%

Fonte: SEAB 2009 e coletados junto a três serrarias.

Coeficientes técnicos e custos da produção

Quadro 2. Percentagens do volume de madeira de pinus, de um povoamento inicial de 1.666 árvores por hectare no espaçamento de 3 m x 2 m, destinadas aos diferentes segmentos consumidores.

Segmento consumidor	Idade dos cortes (anos)		
	8	12	21
Energia	13	9	1
Celulose	65	53	7
Serraria	22	34	12
Laminação	0	4	80

Fonte: Estimativas obtidas usando-se o software SisPinus da Embrapa Florestas.

Autores deste tópico: Joel Ferreira Penteadó Junior

Sistemas silvipastoris

Os plantios convencionais de pinus formam densos maciços florestais, dispostos em espaçamentos regulares, normalmente, com uma única espécie. Nestas florestas comerciais o nível de radiação solar que atinge o estrato herbáceo é dinâmico ao longo da formação dos povoamentos e a quantidade de luz que chega ao sub-bosque declina com o tempo até o fechamento do dossel. Isto normalmente provoca uma redução no crescimento das espécies herbáceas e mudanças na composição botânica na direção das espécies mais tolerantes ao sombreamento, ou seja, determina a diminuição da cobertura do sub-bosque com espécies C4 e aumento com espécies C3.

Nos sistemas silvipastoris, normalmente são usadas baixas densidades de plantio, em diferentes arranjos espaciais, e o regime de manejo visa à diversificação de produtos como toras finas nos primeiros desbastes e toras de grandes dimensões e de alto valor no final da rotação, para processamento mecânico da madeira. O objetivo não é só reduzir a população para um número limitado de árvores de alta qualidade, mas também aumentar o espaço livre entre elas, bem como a luminosidade no sub-bosque, oferecendo oportunidades para o estabelecimento de sistemas de produção mistos, integrando, por exemplo, as atividades, pastoril e florestal, conhecidas como sistemas silvipastoris.

Dentro desse contexto, uma das decisões mais importantes no estabelecimento de um sistema silvipastoril é a definição do espaçamento e arranjos de árvores. Esta decisão determinará a condição do ambiente luminoso para o crescimento das forrageiras desde o plantio até a colheita das árvores. Quanto maior o espaçamento entre as linhas das árvores, maior será a penetração de radiação no substrato forrageiro, favorecendo o acúmulo de biomassa.

Em estudo realizado em propriedade rural do Município de Alegrete, RS (RIBASKI et al., 2005), estão sendo acompanhadas as alterações do ambiente luminoso em diferentes modelos de sistemas silvipastoris. A disponibilidade média de radiação nas entrelinhas de um sistema convencional de plantio (plantio homogêneo), aos cinco anos de idade, de *Eucalyptus grandis* e *E. dunnii* (3 m x 3 m) foi de aproximadamente 10% e em *Pinus elliottii* (3 m x 3 m), de 60% em relação às condições de pleno sol. Isso explica a presença de vegetação campestre nativa apenas no sistema com pinus, já que o crescimento inicial desta espécie arbórea é mais lento que o do eucalipto, permitindo maior incidência de radiação para a atividade fotossintética do substrato forrageiro.

Na mesma área, observou-se que o sistema silvipastoril com 1.000 plantas por hectare, composto por linhas triplas (3 m x 1,5 m) x 14 m (largura do corredor para a pastagem), com as mesmas espécies arbóreas, apresentou uma disponibilidade de radiação média de 30% sob eucalipto e de 65% sob pinus em relação às condições de pleno sol. Já nos sistemas com 500 plantas por hectare formado por linhas triplas de (3 m x 1,5 m) x 34 m (corredor para a pastagem), a disponibilidade de radiação média na entrelinha foi de aproximadamente 65% sob eucalipto e de 90% para pinus em relação às condições de pleno sol. A presença da vegetação nativa nas entrelinhas foi crescente à medida que o ambiente luminoso ficou favorável às condições de fotossíntese. É interessante observar o comportamento da radiação ao longo da entrelinha, oferecendo maior incidência na região central do que na proximidade da linha da árvore. Evidentemente, a atividade fotossintética e o acúmulo de biomassa forrageira seguem os padrões de variação da radiação ao longo da entrelinha, observados neste trabalho e em vários outros estudos (VARELLA, et al., 2008). A densidade de árvores que mais favoreceu o crescimento da pastagem nas entrelinhas foi de 500 árvores por hectare até os cinco anos de idade. No que se refere ao sistema silvipastoril, este arranjo e população parecem ser mais adequados e capazes de permitir uma integração floresta-pecuária de longo prazo. Dessa maneira, o produto florestal resultante de sistemas com baixa densidade de árvores favorece mais a produção de madeira para fins mais nobres (serraria, laminação) do que a de celulose e energia (lenha). O crescimento arbóreo e a qualidade do produto florestal também estão sendo investigados neste estudo (RIBASKI et al., 2005).

A adaptação de espécies forrageiras para ambientes sombreados tem sido tema de pesquisa em diversas instituições do mundo. Em sistemas silvipastoris, a avaliação e seleção de genótipos forrageiros são normalmente feitas em ambientes com sombra (sob árvores) e comparada com a produção a pleno sol. Resultados dessas avaliações mostram que existem vários exemplos de reduções muitas vezes significativas na quantidade de genótipos forrageiros sombreados em relação à condição de pleno sol, mas que ainda assim resultam em um acúmulo e qualidade suficientes de forragem para um bom desempenho animal.

Entretanto, a baixa taxa de crescimento não é uma resposta geral, pois algumas espécies têm sua produção estimulada em níveis moderados de sombreamento. O sombreamento existente no sistema silvipastoril altera os padrões de radiação solar incidente e temperatura do ar, influenciando a temperatura e a umidade do solo, a evapotranspiração, o balanço de energia disponível e, por conseguinte, a resposta da pastagem (SILVA, 1998). Nesse sentido, a seleção de plantas forrageiras adaptadas ao sombreamento e para serem usadas em sistemas silvipastoris é um grande desafio para a pesquisa.

No Sul do Brasil, existem vários estudos sobre forrageiras em ambientes sombreados. Em um destes estudos (VARELLA et al., 2009) envolvendo espécies forrageiras cultivadas e nativas nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, destacaram-se como potenciais as forrageiras de verão: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cvs. Aruana, Tanzânia e Mombaça e *Axonopus catharinensis* crescendo debaixo de *Pinus* sp. nos espaçamentos de 15 m x 3 m (35% de sombra) e 9 m x 3 m (65% sombra). Em Abelardo Luz, SC, em um sistema silvipastoril com *P. taeda*,

usando as mesmas densidades de plantio: 222 e 370 árvores por hectare (15 m x 3 m e 9 m x 3 m), respectivamente, os autores concluíram que houve interação significativa entre espécie x densidade e entre espécie x local. O espaçamento 15 m x 3 m apresentou maior produção que o espaçamento 9 m x 3 m e a produção de forragem foi maior no meio da parcela em relação à projeção da copa para a maioria das espécies, sendo que o azevém (*Lolium multiflorum*) foi a espécie mais tolerante ao sombreamento. Já no litoral do Rio Grande do Sul, destacaram-se as espécies de inverno aveia preta (*Avena strigosa*) e aveia branca (*Avena sativa*).

A incidência de radiação solar no sub-bosque está relacionada à densidade arbórea, existindo um estreito vínculo entre alta densidade de árvores, idade do povoamento e a baixa produção de forragem. Em sistemas silvipastoris com eucalipto esta relação é mais pronunciada do que com pinus, em razão do seu rápido crescimento na fase juvenil (Figura 1).

Foto: Jorge Ribaski



Figura 1. Diferença na incidência de radiação solar no sub-bosque com *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* (ao fundo), em sistemas silvipastoris conduzidos no Município de Alegrete, RS (cinco anos de idade).

A manipulação da densidade arbórea em um sistema silvipastoril é uma estratégia adotada para modificar a produção de biomassa dos outros componentes pelo controle da competição intra e interespecífica. Para se obter níveis de iluminação mais adequados para o sub-bosque (50% a 60%), é indispensável a prática de podas e desbastes em momentos oportunos. Com este enfoque, pode-se recomendar um desbaste pré-comercial no terceiro ou no quarto ano, em que são retiradas as árvores com troncos retorcidos, bifurcados, com galhos grossos, em geral com má formação, defeituosos, árvores com baixo crescimento e dominadas, até obter certa densidade, no caso de *P. taeda* e *P. elliottii* algo em torno de 500 a 600 árvores por hectare.

Nos sistemas silvipastoris, o microclima existente debaixo da copa das árvores beneficia o gado, mantendo os animais confortáveis à sombra, ao contrário do que acontece na exposição à insolação direta ou às baixas temperaturas do inverno (MONTROYA; BAGGIO, 1992; PORFÍRIO-DA-SILVA, 1994). Na criação de bovinos, a existência de sombra é uma condição favorável para amenizar o estresse pelo calor e pelo frio, e aumentar o período de ruminação e descanso, com nítidos efeitos sobre o desempenho animal. Kurtz e Pavetti (2006), avaliando comparativamente o comportamento animal em sistemas de produção pecuária a céu aberto e com sistemas silvipastoris com espécies do gênero *Pinus*, na Argentina, constataram efeitos benéficos da sombra sobre o gado, traduzidos por maior tempo dedicado ao pastoreio, maior consumo de alimento e menor requerimento de água, dentre outros.

Esta ampliação do período de pastejo também pode ser vista como uma influência altamente benéfica à performance dos animais, pois algumas pastagens têm permanecido produtivas por mais tempo e com uma maior proporção de folhas verdes durante os períodos hibernais (PORFÍRIO-DA-SILVA, 1994; CARVALHO, 1998). Estes benefícios têm reflexos importantes na produção animal propiciando, normalmente, um incremento na eficiência de conversão alimentícia e melhoria no ganho de peso (KURTZ; PAVETTI, 2006).

A inclusão dos animais nos sistemas silvipastoris requer planejamento cuidadoso desde o início de seu estabelecimento. É necessário que se possua informações técnicas pormenorizadas de cada um dos componentes do sistema e que sejam observadas suas características particulares, para que sejam possíveis os ajustes de manejo de forma temporal e espacial visando conduzir o sistema de forma sustentável e produtiva.

Resultados de pesquisa mostram que existe uma interação negativa entre a intensidade de danos às árvores provocados pelos animais e a altura média da floresta e que isto está correlacionado, também, com o tamanho e idade dos animais. Assim, em povoamentos jovens recomenda-se o pastejo com animais leves e carga animal adequada em função do nível de ganho em produto animal a atingir (SILVA et al., 2001). No caso de árvores com folhagem de baixa palatabilidade, como as espécies do gênero *Pinus*, o pastejo pode ser antecipado (Figura 2), desde que o diâmetro do caule não seja limitante (FRANKE; FURTADO, 2001).

Foto: Vilmar Luciano Mattei



Figura 2. Ovelhas pastando em um sistema silvipastoril com *Pinus elliottii*, com 2 anos de idade, Alegrete, RS.

Foto: Jorge Ribaski



Figura 3. Bovino pastando em um sistema silvipastoril com *Pinus elliottii*, com 5 anos de idade, em Alegrete, RS.

No Uruguai, ovelhas pastejando em povoamento de *P. taeda*, com seis anos de idade e com aproximadamente 100 árvores por hectare, não causaram danos sobre o componente florestal. Foram observados crescimentos similares entre as árvores do sistema silvipastoril e as do bosque testemunha (MARTINEZ et al., 1990).

A associação de bovinos com *P. elliottii*, a partir dos dois anos de idade da plantação e na densidade de cinco animais por hectare, não afetaram a sobrevivência das plantas até os cinco anos de idade (PEARSON; WHITAKER, 1973). Em outros estudos realizados com o gênero *Pinus*, verificou-se que, para evitar danos às árvores, o gado bovino não deve ser colocado antes que as plantas tenham três anos de idade ou 4 m de altura (Figura 3). No entanto, ovelhas podem ser introduzidas mais cedo, ou seja, em locais com árvores de 2 m de altura (MAGALHÃES et al., 2004).

Os sistemas silvipastoris apresentam um importante papel na melhoria da produção por unidade de área. É possível produzir, nesse sistema, madeira e produto animal simultaneamente, atuando também na redução da erosão, na otimização do consumo de energia, na proteção ambiental, na manutenção do potencial produtivo dos recursos naturais renováveis e na melhoria das condições socioeconômicas (RIBASKI; MONTOYA, VILCAHUAMAN, 2001).

Em pastagens degradadas ou em início de degradação, a cobertura do solo é deficiente, portanto, mais sujeita aos efeitos prejudiciais da erosão, tanto hídrica quanto eólica. A presença das árvores em sistemas silvipastoris produz efeitos importantes no que diz respeito à conservação dos solos e proteção contra a erosão.

Em pesquisa desenvolvida em solos arenosos na região de Alegrete, RS, constatou-se que as perdas de solo, no período de julho a setembro de 2004 (42,9 mm de chuva), foram significativamente maiores na área cultivada com aveia e milho. Estas perdas foram da ordem de 359 kg ha⁻¹ contra 42 kg ha⁻¹ perdidos na área com pastagem nativa e somente 32 kg ha⁻¹ no sistema silvipastoril, com pinus (RIBASKI et al., 2005). Estes resultados comprovam a fragilidade desses solos e mostram a importância das árvores como elementos essenciais no processo de proteção dos mesmos.

Algumas experiências foram desenvolvidas nesse tipo de solo no Município de Alegrete, RS, visando criar alternativas e métodos capazes de recuperar e controlar grandes áreas areníticas desprovidas de vegetação (Figura 4), com o propósito de incorporá-las ao processo produtivo (SOUTO, 1984). De acordo com o autor, de todas as 76 espécies arbóreas testadas, as que apresentaram melhor desenvolvimento sobre o solo arenizado foram o eucalipto e o pinus.

Foto: Jorge Ribaski



Figura 4. Visão panorâmica de um campo arenizado com vegetação rarefeita, no Município de Alegrete, RS, evidenciando a fragilidade natural desses solos arenosos.

Foto: Jorge Ribaski



Figura 5. Plantio de *Pinus elliottii*, visando à recuperação da área arenizada, destacando a barreira física formada pela serrapilheira composta por acículas e galhos finos.

Um projeto intitulado "Manejo de recursos naturais para o desenvolvimento sustentável do ecossistema savana-estepe, na região sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul", liderado pela Embrapa Clima Temperado, foi desenvolvido em parceria com a Embrapa Florestas, Embrapa Pecuária Sul, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e Universidade de Santa Maria (UFSM) no período de 2001 a 2003. Um dos subprojetos componentes foi coordenado pela UFSM e tinha como objetivo a recuperação de áreas arenizadas, testando para isso algumas plantas de cobertura como, por exemplo, a aveia-preta (*Avena strigosa*) e o tremoço (*Lupinus albus*) e as espécies florestais *Pinus elliottii* e *Eucalyptus tereticornis*. Na Figura 5 podem ser observadas as árvores de *P. elliottii*, com cinco anos de idade, que foram plantadas naquela área experimental. Nota-se no solo, sob a copa das árvores, uma significativa quantidade de acículas e pequenos galhos que contribuem para minimizar a ação dos ventos e diminuir a movimentação da areia, reduzindo consequentemente a erosão eólica.

A introdução do componente florestal em pastagens, principalmente espécies do gênero *Pinus* para produção de madeira serrada, junto à produção animal, é prática difundida em diversos países do mundo, como Nova Zelândia, Austrália, Chile, Estados Unidos, Grã-Bretanha e Fiji. Ao longo dos anos, este sistema tem demonstrado sua viabilidade socioeconômica. No sudoeste norte-americano, por exemplo, uma expressiva área de pastagem sob pinus vem sendo utilizada há várias décadas por bovinos.

O pínus é uma cultura com bom retorno econômico, com a vantagem de ter uma baixa utilização de mão de obra e apresentar receitas nas épocas dos desbastes e no corte raso ao final da rotação (normalmente aos 21 anos). Sawinski Júnior (2000), avaliando a rentabilidade econômica de florestas plantadas com pínus, eucalipto e erva-mate frente às principais culturas agrícolas da microrregião de Canoinhas, SC (feijão, milho, soja e fumo), constatou uma maior viabilidade econômica para pínus de acordo com o critério relação custo benefício (RBC), seguido pela erva-mate, eucalipto e soja, respectivamente.

A madeira de pínus tem boa aceitação e remuneração no mercado, principalmente naqueles sortimentos em que ocorre um melhor aproveitamento da madeira. Os sortimentos mais valorizados são de madeira, produzidos para serraria e laminação. O mercado de "clear" também se mostra promissor, entretanto, para este produto, é indispensável produção de madeira isenta de nós, o que se obtém por meio de podas (desramas) periódicas nas árvores. Diversos resultados de pesquisa mostram que, para o pequeno produtor, o custo da poda é baixo e a valorização da madeira obtida compensa a sua realização.

Assim, fomentar a conversão de áreas de pastagens em sistemas silvipastoris usando espécies de rápido crescimento, como as do gênero *Pinus*, poderá ser um importante diferencial competitivo do agronegócio brasileiro, tanto para o setor pecuário quanto para ao setor de base florestal. A introdução da componente florestal na propriedade rural por meio dos sistemas silvipastoris certamente promoverá uma série de benefícios complementares para ambas as atividades (PORFÍRIO-DA-SILVA; RIBASKI, 2006).

Autores deste tópico:Jorge Ribaski

Tecnologia da madeira

Propriedades da madeira

Anatômica

Na estrutura típica das madeiras de pínus, os elementos que conduzem fluidos são os traqueídeos longitudinais e os raios. As células parenquimatosas, que estocam carboidratos na árvore viva, incluem os parênquimas longitudinais, as células epiteliais que circundam os canais de resina, e os parênquimas radiais. Os canais de resina, horizontais e longitudinais, que estão presentes em algumas espécies de pínus, não são considerados como células, uma vez que são espaços intercelulares.

Os traqueídeos longitudinais são os elementos que estão em maior número nas gimnospermas. Eles são dispostos de forma circular ao longo do tronco da árvore, conforme tenham sido formados em uma ou outra estação do ano, determinando anéis de crescimento que podem ser visualizados a olho nu. Os traqueídeos, podem ser de dois tipos, do lenho tardio ou outonal, ou estival, possuem paredes celulares mais espessas, enquanto o lúmen e o diâmetro das células são menores, comparados aos traqueídeos do lenho inicial ou primaveril. Além de apresentarem maiores densidade e resistência mecânica, também apresentam maior resistência ao fluxo de fluidos. O diâmetro tangencial dos traqueídeos pode variar entre 15 μ e 80 μ de acordo com a espécie, e o comprimento está entre 1.200 μ e 7.500 μ (1,2 mm e 7,5 mm), com uma razão comprimento para diâmetro de aproximadamente 100 μ . Existem orifícios nas bordas dos traqueídeos, as pontuações, que permitem o fluxo entre células adjacentes.

Física

As propriedades físicas mais comumente caracterizadas nas madeiras são a densidade, a retração e as condutividades térmica e elétrica.

A densidade é a propriedade da madeira que mais se correlaciona com as demais propriedades, principalmente com a resistência mecânica. A medida mais usual da densidade chama-se densidade básica e é calculada fazendo-se a razão entre a massa de madeira seca (0% de umidade) e o seu volume saturado em água.

Como a madeira é higroscópica, ela incha quando absorve água (até mesmo da umidade do ar) e contrai quando perde umidade (a secagem pode ser ao ar ou em secadores). A medida de contração é feita, na maioria das vezes, comparando-se as dimensões da madeira entre a saturação máxima em água e depois de completamente seca. Como a madeira apresenta três direções principais, longitudinal, tangencial e radial, as retrações também apresentam três valores distintos para cada uma dessas direções. É comum também medir-se apenas a contração volumétrica.

A madeira tem pequena condutividade térmica devido a sua estrutura porosa. A condutividade elétrica também é baixa na madeira seca, entretanto, o teor de umidade influencia sobremaneira nas propriedades elétricas. Todavia, essas condutividades variam dependendo da densidade, direção das fibras, umidade, quantidade de extrativos, rachaduras, nós, entre outros fatores. Existem, inclusive, medidores de umidade que se baseiam na condutividade elétrica da madeira.

Quadro 1. Propriedades físicas de algumas espécies de pínus.

	Densidade básica (g cm ⁻³)	Densidade aparente a 12% de umidade (g cm ⁻³)	Densidade aparente verde (saturado) (g cm ⁻³)	Retração radial (%)	Retração tangencial (%)	Condutividade em função da umidade	
						Umidade (%)	Condutividade (W mK ⁻¹)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	0,43	0,54	1,06	3,51	5,66		
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	0,46	0,58	1,06	3,52	5,72	0	0,1554
						12	0,2825
						25	0,2947
						>30	0,5055
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	0,43	0,53	0,94	4,07	6,28	0	0,1166
						12	0,2294
						25	0,2386
						>30	0,4934
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	0,46	0,56	1,07	5,71	6,54		
<i>P. oocarpa</i>	0,44	0,54	0,97	3,50	6,31		
<i>P. taeda</i>	0,51	0,64	1,03	6,34	7,29		
<i>P. radiata</i>	0,54						
<i>P. merkusii</i>	0,43	0,52	1,12	4,0	7,4		

Fonte: (Bortoletto Junior, 2008).

Química

As paredes das células são formadas por três camadas concêntricas chamadas de primária (P), secundária (S) e terciária (T); sendo que a secundária apresenta duas ou três sub-camadas S1, S2 e S3, e a terciária pode apresentar rugas. Entre as células existe uma fina camada, a lamela, que cola as células entre si para formarem o tecido vegetal da madeira. A espessura da parede celular é formada principalmente pela camada secundária.

A celulose é o principal constituinte da parede celular e também responsável pelas suas propriedades mecânicas e higroscópicas. É um polímero natural de cadeia longa e linear, contendo moléculas de diferentes comprimentos, compostas de unidades de celobiose, com comprimento de 1,03 nm, que se repetem, unidas por ligações β-glicosídicas. A celulose representa em média 50% em peso da madeira seca. A celulose contida na parede celular é organizada em fibrilas, com diâmetros na faixa de 2 nm a 4 nm. Estas unidades básicas estão associadas em feixes para formarem sistemas maiores com diâmetros de 10 nm a 30 nm, as chamadas microfibrilas.

As polioses da parede celular diferem da celulose: i) pela composição química, pois são formadas por diversas unidades de açúcares; ii) pelo peso molecular, pois esse é muito menor, com grau de polimerização em torno de 200; iii) além de ser possível algumas pequenas ramificações da cadeia. As polioses podem ser consideradas como um agente de acoplamento entre a celulose e a lignina, e são orientadas essencialmente na direção paralela às moléculas de celulose.

A lamela intercelular na madeira quase não apresenta fibras sendo formada por lignina. A lignina é um polímero muito complexo, tridimensional, amorfo, consistindo de unidades propano-fenólicas.

Mecânica

A madeira apresenta resistência mecânica comparável ao aço, resguardadas as devidas proporções em peso.

As propriedades mecânicas mais estudadas da madeira são a compressão paralela às fibras, compressão normal às fibras, tração paralela às fibras, tração normal às fibras, flexão estática, cisalhamento paralelo às fibras, dureza, fendilhamento e tenacidade.

Quadro 2. Propriedades mecânicas de algumas espécies de pínus.

	Módulo de resistência à flexão (daN cm ⁻²)	Módulo de elasticidade na flexão (daN cm ⁻²)	Resistência à compressão paralela (daN cm ⁻²)	Resistência à tração paralela (daN cm ⁻²)	Módulo de elasticidade na tração paralela (daN cm ⁻²)	Dureza normal às fibras (daN cm ⁻²)	Resistência ao cisalhamento (daN cm ⁻²)	Resistência ao fendilhamento (daN cm ⁻²)	Tenacidade (daN cm)
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	597	65.580	326	527	69.274	289	114	5,0	0,64
<i>P. caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	639	71.687	354	647	72.057	351	130	5,9	0,72
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	625	90.508	423	503	98.335	320	130	4,7	0,68
<i>P. elliotii</i> var. <i>elliotii</i>	712	108.419	404	659	133.753	325	123	5,4	0,83
<i>P. oocarpa</i>	667	95.394	436	609	116.640	315	134	5,0	0,62
<i>P. taeda</i>	838	132.252	444	828	161.990	382	129	5,6	1,14
<i>P. radiata</i>	1.047	144.775							
<i>P. merkusii</i>	800	116.380	440	720	113.180		110		

Fonte: (Bortoletto Junior, 2008).

Usos

A madeira de pínus, de um modo geral, pode ser usada nas mais diversas aplicações. Para casos específicos, os requisitos técnicos necessários a cada aplicação devem guiar a escolha das espécies que se enquadram em cada uso.

No Brasil, é comum o uso da madeira de pínus para a fabricação de chapas, lápis, serrados em geral, molduras e mourões.

Com as cascas de pínus e, em alguns casos, até com a serragem da madeira, pode-se promover a compostagem, principalmente usando estrume de animais, e se obter excelentes condicionadores de solo.

Pode-se também extrair resinas de árvores de pínus, notadamente da espécie *P. elliotii* var. *elliotii*, que serve de matéria-prima para um importante setor industrial no Brasil.

Quadro 3. Aplicações da madeira de pínus. Modificado de Bortoletto Jr (1993).

Setores	Aplicações
	mourões pontaletes porteiros andaimes
Construção civil leve externa	longarinas calhas Elementos de cobertura Estruturas em geral (portas, venezianas, caixilhos, batentes) Tabuado em geral e vigas Decorativa (lambris, painéis molduras, perfilados, guarnições)
Construção civil leve interna	Utilidade geral (cordões, forros, guarnições, embalagens) Estrutural (vigas, caibros, ripas)
Construção civil pesada	Estrutural (Viga laminada colada, lâminas coladas)
Chapas compensadas e chapas do tipo OSB	Utilidade geral (partes internas de móveis, armários, forros, divisórias, usos generalizados) Para construção (formas para concreto, coberturas, anteparos, divisórias, usos generalizados)
Chapas aglomeradas e MDF	Utilidade geral (divisórias, painéis de fechamento, móveis)
Painel lateralmente colado	Utilidade geral (divisórias, painéis de fechamento, móveis, portas)
Lâminas	Decorativa (lâminas decorativas para face de compensado decorativo, face de móveis, caixas de aparelho de som) Utilidade geral (miolo de chapas compensadas, portas, embalagens, entre outros)

Fonte: (Bortoletto Junior, 2008).

Desdobro

Desdobro é a denominação que se dá à conversão de toras em tábuas, pranchas, vigas ou outras peças de madeira. Este processo ocorre nas chamadas indústrias de processamento primário de madeira. Durante esta operação, é inevitável a formação de resíduos, que dependem do equipamento usado, a qualidade da tora e seu volume, dimensões de produto final obtido, treinamento do operador, entre outros. No Brasil, o rendimento do desdobro gira em torno de 50% para as madeiras de pinus, ou seja, metade do volume da tora não é aproveitado como produto principal. Este valor ainda pode ser melhorado se comparado aos resultados alcançados por serrarias norte-americanas, que atingem cerca de 67%.

Os pequenos produtores podem usar serrarias móveis para desdobrar suas toras ainda na pequena propriedade com significativo aumento de valor agregado ao produto final, comparado ao valor da venda direta da árvore em pé. O desdobro de toras em tábuas e outras peças no local do cultivo madeireiro é uma alternativa de agregação de valor e aumento da renda das propriedades rurais. Estima-se que o acréscimo médio bruto de valor à madeira serrada seja da ordem de 200% sobre o valor de comercialização das toras. Por enquanto, as serrarias móveis ainda são importadas e chegam com valores elevados ao mercado nacional, todavia, em breve, deverão surgir equipamentos de fabricação nacional.

As toras podem ser desdobradas em serrarias fixas com maior produtividade que as móveis. Existem no país diversos fabricantes desses equipamentos com qualidade comparável aos importados.

Secagem

A secagem é o processo de remoção de água da madeira que pode ser realizado segundo diversas técnicas.

As formas mais comumente usadas de secagem do pinus são:

- ao ar
- secador solar
- convencional
- alta temperatura
- a vácuo

Para a secagem ao ar, o empilhamento deve ser feito de forma a se obter uma boa circulação de ar dentro da pilha. O pátio de secagem deve se localizar em terreno seco, de boa drenagem onde haja boa circulação de ar. As pilhas devem estar a cerca de 40 cm acima do solo sobre travessas que se apoiam em fundações. A pilha deve ser formada por várias camadas de peças separadas entre si por sarrafos, com espessura de 2,5 cm e larguras de 3 cm a 10 cm. Os sarrafos devem distanciar de 0,5 m a 2,0 m entre si e devem estar alinhados verticalmente, ou seja, colocados exatamente uns sobre os outros separados apenas pela madeira sob secagem.

Tratamento preservativo

A biodegradação da madeira por micro-organismos, insetos, térmitas e animais marinhos ocorre porque os organismos reconhecem os polímeros polissacarídeos da parede da célula e têm enzimas específicas capazes de hidrolisar estes polímeros em unidades digeríveis.

A madeira de pinus é muito suscetível ao ataque de fungos que acarretam sua descoloração, perda de valor estético e depreciação dela e de seus produtos. Os fungos podem ser classificados como emboloradores, manchadores e apodrecedores. Os dois primeiros grupos são formados por micro-organismos que não decompõem a parede celular da madeira. Usam principalmente o amido e os açúcares das células parenquimáticas como fonte de alimento. Os fungos apodrecedores são decompositores lignocelulolíticos, o que causa perda de resistência mecânica das peças de madeira.

Os produtos preservativos para tratamento de madeira são regulados pelo Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), que proíbe a venda direta no varejo de alguns produtos, exigindo que tanto os fabricantes quanto os usuários sejam cadastrados naquele órgão. O Ibama é o órgão fiscalizador das atividades das indústrias de preservativos de madeira e das empresas produtoras de madeira preservada, incluindo o comércio de seus produtos.

Os princípios ativos de fungicidas com registro no Ibama são tribromofenol, tanino, carbendazim, prochloraz, CCA, quinolinolato de cobre, cipermetrina, 3-iodo-2-propinil butil carbamato (IPBC), CCB, óleo creosoto, tebuconazol, octaborato e fluoreto de sódio.

Proteção contra fungos manchadores

A prevenção do azulão requer a manutenção de condições desfavoráveis para o fungo, ou seja, manter a madeira seca, com temperaturas abaixo ou acima da ideal ao crescimento de microorganismos, e proteção da madeira contra a infestação por insetos. Os operadores de estufas de secagem devem usar programas de secagem adequados para controlar a mancha azul. No verão, recomenda-se o tratamento da madeira com fungicida além do uso de programa correto de secagem. Mesmo no interior do secador por poucos dias, à temperatura ideal, poderá ocorrer o crescimento de fungos. Assim, deve-se atingir a temperatura de 55 °C no interior da estufa tão cedo quanto possível. Todavia, infelizmente pode ocorrer a mancha marrom em madeiras que tenham permanecido estocadas por algum tempo e depois secas em altas temperaturas. Para evitar tais problemas, o mais indicado é levar a tora para o desdobro e secar o mais rápido possível.

O controle em madeira serrada pode ser feito de duas maneiras: secagem em alta temperatura para diminuir rapidamente a umidade abaixo de 20% e tratamento com solução preservativa, o qual pode ser realizado por imersão ou aspersão imediatamente após o desdobro da madeira. Esses tratamentos são sempre superficiais e servem para proteger a madeira apenas durante a secagem. O tratamento por imersão pode ser classificado em manual, semiautomático ou automático. Todos eles consistem em dar um banho de imersão na peça de madeira, por cerca de dez segundos na solução preservativa e deixar escorrer o excesso de solução. A aspersão tanto pode ser feita manualmente, por meio de pulverizadores costais, como automatizada em túneis com bicos pulverizadores. As peças tratadas com fungicida devem permanecer empilhadas sem tabicamento por cerca de 12 horas, para uma melhor fixação dos produtos.

Proteção contra apodrecimento e ataque de insetos xilófagos

Os fungos apodrecedores segregam enzimas que são capazes de decompor o material lignocelulósico estrutural das paredes celulares da madeira. Essa decomposição acarreta alteração de propriedades físicas e químicas com a diminuição da resistência mecânica da madeira deteriorada.

A grosso modo, os fungos apodrecedores podem ser divididos em podridão branca, podridão parda e podridão mole.

Os fungos da podridão branca atacam preferencialmente as madeiras de folhosas, embora possam decompor também as coníferas (Figura 1). Esses fungos degradam a lignina e os carboidratos, deixando macroscopicamente a superfície da madeira de cor mais clara, tornando-a esbranquiçada. Às vezes, as áreas apodrecidas podem apresentar delimitações por linhas escuras. A madeira atacada pela podridão branca ao ser friccionada sofre uma desfibrilação.

Foto: Thiago Luis Zeni



Figura 1. Tora de *Pinus taeda* atacada por fungo da podridão branca.

Os fungos da podridão parda degradam preferencialmente as coníferas; na parede celular decompõem os carboidratos deixando quase intacta a lignina. Por esse motivo, as superfícies da madeira atacada por essa podridão têm coloração parda mais escura e se for friccionada transforma-se em fino pó.

Os fungos da podridão mole desenvolvem-se, em geral, em condições bastante inibitórias para os demais fungos, como alta umidade. A superfície atacada por este fungo fica bem amolecida. A degradação por esse fungo é um dos principais problemas nas madeiras das torres de resfriamento. A madeira atacada por fungos de podridão mole, quando seca, apresenta-se com aparência de levemente queimada e com fissuras transversais e longitudinais ao sentido das fibras. Ao ser friccionada se transforma em pó fino, assim como no caso da podridão parda.

Os produtos usados nos tratamentos preservativos de madeira podem ser classificados em oleossolúveis e hidrossolúveis. Diversos são os produtos empregados para tratamento de madeira, todavia os mais usados no mundo inteiro são quatro: creosoto, pentaclorofenol, CCA (arseniato de cobre cromatado) e ACA (arseniato de cobre amoniacal). Todos vêm recebendo pressões contra o seu uso, sendo que, em diversos países, já foram proibidos. No Brasil, o mais usado é o CCA, seguido do CCB (borato de cobre cromatado). O creosoto e o pentaclorofenol estão em desuso, além de proibidos pelo Ibama.

Conforme o método usado para aplicação dos produtos preservativos, os processos dividem-se em: sem pressão (método prático) e com pressão (método industrial).

Métodos de tratamento sem pressão

Os processos de tratamento preservativo sem pressão podem ser por: a) pincelamento, aspersão ou pulverização; b) imersão; c) banho quente-frio; d) substituição de seiva; e) *Boucherie* ou *Boucherie* modificado; e f) difusão. Destes métodos, os mais eficientes são a substituição de seiva, para preservativos hidrossolúveis, e o banho quente-frio, para os oleossolúveis.

Pincelamento, aspersão ou pulverização

São métodos indicados para madeiras muito permeáveis e que não proporcionam uma longevidade da madeira assim tratada. A penetração e retenção de solução preservativa são pequenas. Estes processos servem para madeiras que serão utilizadas em circunstâncias de baixa incidência de ataque por organismos xilófagos. Os produtos usados nesses tratamentos são os hidrossolúveis ou os oleossolúveis de baixa viscosidade.

Imersão

Neste processo, a retenção e penetração dos preservativos é maior do que no pincelamento, todavia, ainda é um tratamento não indicado para madeiras que serão enterradas ou estarão em contato com umidade. No caso de se tratar de madeira verde, recomenda-se usar preservativos hidrossolúveis, e para madeira seca, abaixo do ponto de saturação das fibras, é melhor o emprego de preservativos oleossolúveis com baixa viscosidade. O tempo de imersão pode variar de alguns segundos até muitos dias, dependendo do produto empregado e da permeabilidade da madeira.

Banho quente-frio

Este processo é indicado para tratamento de madeira seca com a utilização de preservativos oleossolúveis, ou um hidrossolúvel que permaneça estável sob aquecimento. É mais usado com preservativos oleossolúveis e, se bem executado, serve para madeiras que ficarão em contato com o solo ou com água. O método consiste em aquecer a madeira em um banho quente por cerca de duas horas e, em seguida, submetê-la a um banho frio. O aumento da temperatura do banho quente, além de diminuir a viscosidade do preservativo, expulsa o ar do interior das células da madeira e também parte da água. O banho frio provoca a contração do ar com formação de um pequeno vácuo que promove a absorção do preservativo frio. Este método pode ser mecanizado e se tornar quase um processo industrial. Existem três caminhos para a mudança de banhos: 1) transferência das madeiras de um banho quente para o frio, em recipientes distintos; 2) drenar o preservativo quente e substituí-lo pelo preservativo frio; e 3) descontinuar o aquecimento e esperar que o preservativo se resfrie até a temperatura ambiente.

Substituição de seiva

É um processo que serve apenas para madeira roliça e verde recém-abatida. Consiste em substituir a seiva da madeira ainda verde pela solução preservativa. Desta forma, é importante que o tratamento seja realizado no máximo 24 horas após o corte da árvore. Outro fator importante é garantir que os sais estejam totalmente solubilizados na solução preservativa e que a proporção dos ingredientes seja mantida. A mistura de sais conhecida como CCB é especialmente recomendada para este caso, em virtude de a reação de fixação ser lenta, permitindo um tempo maior para o tratamento prático. A solução de impregnação deve ser ácida, pH baixo, para manter a mistura de sais em completa solubilidade. Somente durante a secagem lenta dos mourões à sombra é que a reação de fixação deverá ocorrer no interior da madeira. Durante a reação de fixação, ocorre uma mudança do pH no interior da madeira e os produtos impregnados ficam insolúveis, impedindo a lixiviação do preservativo durante o uso dos mourões. Para um tratamento eficiente, a solução aquosa preservativa, além de penetrar profundamente no alburno, atingindo-o todo, deve também reagir com a

madeira. A quantidade de ingrediente ativo por volume de madeira é de fundamental importância na preservação, influenciando no tempo de serviço do mourão tratado.

Foto: Washington Magalhães



Figura 2. Tratamento preservativo pelo método prático da substituição de seiva.

Boucherie modificado

É uma variante do processo de substituição de seiva, onde as peças já preparadas são colocadas no chão. O preservativo é alimentado por um tanque elevado, através de uma tubulação que se comunica com a extremidade elevada por meio de uma capa de borracha, perfeitamente ajustada ao diâmetro da peça. A pressão hidrostática da solução força o preservativo ao longo da peça, deslocando a seiva que sai pela outra extremidade. O processo leva vários dias para penetrar completamente o alburno.

Difusão

Neste método, a madeira com elevado teor de umidade é colocada em contato com soluções salinas concentradas. Por difusão, os íons da solução migram para a madeira. Para ser tratada por difusão, a madeira deve ser preferencialmente de árvore recém-cortada e apresentar umidade acima de 50%. Após o tratamento, sempre se recomenda que a madeira seja armazenada à sombra, com pouca ventilação, por um período de três a quatro semanas antes de seu uso. Esse período de armazenamento é para que o produto se distribua uniformemente por toda a peça. É comum o uso de produtos a base de sais de boro e flúor. São três os métodos para o uso do processo de difusão: submersão em um preservativo, submersão em dois preservativos e aplicação do preservativo em forma de pasta ou bastões sólidos.

Métodos de tratamento com pressão

Os métodos com aplicação de ciclos de vácuo e pressão em autoclave são os mais eficientes para o tratamento preservativo da madeira. Em um processo típico, a madeira é colocada num cilindro horizontal de até 40 m de comprimento e 2,8 m de diâmetro. As instalações possuem ainda tanques de armazenamento, tanque misturador de soluções preservativas, bomba de vácuo, bomba de pressão, compressor de ar, bomba de transferência, tubulações, válvulas e sistema de aquecimento. Além disso, é necessário um sistema de vagonetas que deslizam sobre trilhos, para carregar e descarregar a madeira da autoclave. Os métodos de tratamento por pressão são classificados em dois grupos básicos: célula cheia e célula vazia.

O processo de célula cheia começa com o estabelecimento de vácuo na autoclave para a retirada do ar do cilindro. Depois o tanque é cheio com a solução preservativa e aumenta-se a pressão para 140-150 psi por várias horas. Terminado esse tempo, drena-se a solução e aplica-se novo vácuo para a retirada do excesso de preservativo da superfície da madeira.

Foto: Washington Magalhães



Figura 3. Carregamento de autoclave para tratamento por pressão, em usina de preservação de madeiras.

O processo da célula vazia pode ser subdividido em dois grupos: *Lowry* e *Rueping*, que diferem do processo de célula cheia pelo vácuo inicial, sendo que o preservativo é injetado na madeira sem a retirada do ar de seu interior. Como consequência, ocorre uma compressão do ar dentro da madeira durante o período de impregnação e, quando a pressão é aliviada, esse ar se expande e expulsa parte do preservativo. No processo de *Lowry*, o preservativo é injetado na madeira contra o ar já existente nas células, portanto à pressão atmosférica. No processo *Rueping*, a fase inicial do tratamento consiste na compressão do ar já existente na madeira, até uma pressão de 35-40 psi e, só então, o preservativo é recalçado para a autoclave, sem que seja permitida a queda de pressão do ar.

Os problemas de apodrecimento em madeira nas construções civis são quase sempre um sinal de defeito de projeto ou práticas de construção inapropriadas, falta de cuidados mínimos com o manuseio da madeira ou manutenção inadequada da estrutura.

Princípios construtivos que garantam uma longa vida em serviço e evitem o apodrecimento das madeiras nos prédios incluem: 1) uso na construção de madeira seca e livre de apodrecimento incipiente, assim como de fungos emboloradores e manchadores; 2) emprego de técnicas e projetos construtivos que mantenham a madeira exterior seca; 3) uso de madeira tratada por fungicida onde existe algum risco de apodrecimento e 4) uso de madeira tratada sob pressão em locais que o risco de apodrecimento é alto.

Tratamento térmico

Uma técnica já estudada na década de 1960 e que voltou a ganhar destaque industrial em alguns países da Europa, e que também tem seus admiradores aqui no Brasil, é o tratamento térmico da madeira. Nesta técnica, a madeira é aquecida a uma temperatura de, pelo menos 180 °C, em ambiente com alta umidade conseguido com vapor d'água. Além de proteger, o vapor também afeta as mudanças químicas que ocorrem na madeira. Como resultado do tratamento, consegue-se um produto ambientalmente amigável. A cor da madeira escurece, aumenta-se a estabilidade dimensional quando submetida à mudança de umidade e suas propriedades de isolamento térmico são melhoradas. No caso de se usar temperaturas suficientemente altas, o tratamento também promove aumento de resistência ao apodrecimento. Por outro lado, as propriedades mecânicas são diminuídas, principalmente a resistência à flexão estática.

Autores deste tópico: Washington Luiz Esteves Magalhaes

Certificação florestal

De forma genérica, denomina-se "certificação" ao conjunto de atividades desenvolvidas por um organismo independente de uma relação comercial (entre produtor e consumidor), com o objetivo de atestar publicamente, por escrito, que determinado produto, processo ou serviço está em conformidade com os requisitos especificados em uma norma de referência. Tais requisitos podem ser nacionais, estrangeiros ou internacionais. Conforme dispõe a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2010), são passíveis de certificação produtos, serviços, sistemas e até mesmo pessoas.

A crescente preferência dos consumidores por produtos ambientalmente corretos é um fato irreversível. Nesse sentido, também o setor florestal brasileiro evoluiu para atender às expectativas dos mercados consumidores, posto que a certificação florestal tornou-se imprescindível.

A expressão Certificação Florestal, tão amplamente popularizada nos últimos anos, diz respeito à certificação das boas práticas de manejo florestal. O conceito aplica-se tanto para florestas plantadas como para florestas naturais (ou florestas nativas). Na atualidade, determinados mercados importadores, principalmente aqueles de países europeus, exigem que produtos florestais como papel, celulose ou madeira serrada e móveis sejam produzidos com madeira cujos meios de produção tenham sido certificados por uma terceira parte independente.

Certificação florestal no Brasil

Existem diversos sistemas de certificação florestal já operacionalizados no mundo. No Brasil, encontram-se operacionalizados o *Forest Stewardship Council* (FSC) e o Programa Brasileiro de Certificação Florestal (Cerflor). Os procedimentos adotados pelo FSC, concebido originalmente para a certificação de florestas nativas, podem ser examinados em www.fsc.org.br e www.imaflora.org. O Cerflor será examinado na sequência.

O Programa Brasileiro de Certificação Florestal (Cerflor)

O Cerflor foi lançado em 2002, durante reunião do Fórum de Competitividade da Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis, coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria Comércio Exterior (MDIC). As normas que compõem o Cerflor certificam o manejo florestal (ao avaliar a sustentabilidade das práticas florestais) e a cadeia de custódia do produto florestal (ao abordar a rastreabilidade e o monitoramento de todas as etapas do processo de obtenção do produto final de base florestal). Até o momento, o Cerflor conta com quatro organismos acreditados para certificação de manejo florestal, OCF's, e com três organismos acreditados para certificação de produtos, OCP's. No Brasil, há cerca de 1,5 milhão de hectares de florestas plantadas e 75 mil hectares de florestas nativas certificados com o Cerflor.

Duas normas básicas compõem o programa:

NBR 14789:2007: Manejo Florestal - Princípios, critérios e indicadores para plantações florestais;
NBR 15789:2008: Manejo Florestal - Princípios, critérios e indicadores para florestas nativas.

Além dessas, concebidas para a avaliação da conformidade do manejo florestal, outras normas também integram o programa:

NBR 14790: Cadeia de custódia;
NBR 14791: Diretrizes para Auditor Florestal - Princípios gerais (cancelada e substituída por NBRISO 19011:2002, versão corrigida 2003);
NBR 14792: Diretrizes para Auditor Florestal - Procedimentos de auditoria – Auditoria de manejo florestal (cancelada e substituída por NBRISO 19011:2002, versão corrigida 2003);
NBR 14793: Diretrizes para auditoria florestal - Procedimentos de auditoria, Critérios de qualificação para auditores florestais.

Informações detalhadas acerca das mencionadas normas podem ser obtidas consultando-se www.inmetro.gov.br e www.abnt.org.br.

É oportuno mencionar que o Cerflor foi desenvolvido para possibilitar a certificação da sustentabilidade do manejo de plantações florestais (florestas plantadas ou plantios florestais) estabelecidas com quaisquer espécies florestais, nativas ou exóticas. O sistema aplica-se, portanto, também àquelas plantações estabelecidas com espécies de pinus. Além de grandes empreendimentos, o chamado escopo de certificação pode também contemplar grupos de produtores.

A aplicação dos procedimentos de auditoria florestal (que devem ser observados na certificação pelo Cerflor, fundamenta-se na verificação de indicadores, no contexto de diversos critérios e que atendem a cinco princípios fundamentais:

Princípio 1. Obediência à legislação;
Princípio 2. Racionalidade no uso dos recursos florestais em curto, médio e longo prazos, em busca da sua sustentabilidade;
Princípio 3. Zelo pela diversidade biológica;
Princípio 4. Respeito às águas, ao solo e ao ar;
Princípio 5. Desenvolvimento ambiental, econômico e social das regiões em que se insere a atividade florestal.

O Cerflor é um programa voluntário, não discriminatório, multiparticipativo e transparente. Desde 2005, o Cerflor é reconhecido internacionalmente pelo Programa de Endosso de Esquemas de Certificação Florestal (PEFC), organização não governamental independente, sem fins lucrativos e cujo objetivo é promover a sustentabilidade do manejo florestal no mundo. Até o momento, 34 sistemas nacionais integram o PEFC.

Autores deste tópico: Sergio Ahrens

Referências

- ABIMCI. Estudo setorial de 2008: produtos de madeira sólida: ano base 2007. Curitiba: ABIMCI, 2008. Disponível em: http://www.abimci.com.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=6&Itemid=37. Acesso em: 10 out. 2009.
- AHRENS, S. Manejo e silvicultura de plantações de *Pinus* na pequena propriedade rural. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 219-239.
- AHRENS, S. O manejo de recursos florestais no Brasil: conceitos, realidades e perspectivas. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL, 1, 1997, Curitiba. Tópicos em manejo florestal sustentável. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p. 5-18. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 34).
- ALBA-LANDA, J.; MENDIZABAL-HERNANDEZ, L.; APARICIO-RENTERIA, A. Respuesta de un ensayo de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en Coatepec, Veracruz, México. Forestal Veracruzana, v. 1, n. 1, p. 25-28, 1998.
- ALCANTARA, G. B. Miniestaquia de *Pinus taeda*. 2005. 64 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ANJOS, N. dos; DELLA LÚCIA, T.; MAYHÉ-NUNES, A. Guia prático sobre formigas cortadeiras em reflorestamentos. Ponte Nova, MG: Graff Cor, 1998. 97 p.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO ABRAF 2010: ano base 2009. Brasília, DF: ABRAF, 2010. Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>. Acesso em: 21 set. 2010.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF 2006: ano base 2005. Brasília, DF: ABRAF, 2006. Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/anuario-ABRAF-2006.pdf>. Acesso em: 21 set. 2010.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF 2009: ano base 2008. Brasília, DF: ABRAF, 2009. Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF09-BR.asp>. Acesso em: 21 set. 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Certificação. Disponível em: http://www.abnt.org.br/m3.asp?cod_pagina=940. Acesso em: 15 set. 2010.
- _____. NBR 14789: manejo florestal: princípios, critérios e indicadores para plantações florestais. Rio de Janeiro, 2007.
- _____. NBR 14790: manejo florestal: cadeia de custódia. Rio de Janeiro, 2007.
- _____. NBR 14793: diretrizes para auditoria florestal: procedimentos de auditoria: critérios de qualificação para auditores florestais. Rio de Janeiro, 2008.
- _____. NBR 15789: manejo florestal: princípios, critérios e indicadores para florestas nativas. Rio de Janeiro, 2004.
- _____. NBR ISO 19011: diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSIS, T. F. Propagação vegetativa de *Eucalyptus* por microestaquia. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT EUCALYPTS, 1997, Salvador. Proceedings... Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. v. 1, p. 300-304.
- AUER, C. G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A.; SANTOS, A. F. dos. Doenças em pinus: identificação e controle. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 28 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 48).
- AUER, C. G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. Doenças registradas em *Araucaria angustifolia* e *Pinus* spp. nos Estados do Paraná e de Santa Catarina. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 3 p. (EMBRAPA-CNPQ. Pesquisa em andamento, 31).
- AUER, C. G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A.; SANTOS, A. F. dos. Associação de patógenos a mudas de *Pinus* injuriadas por geada. Floresta, Curitiba, v. 30. n. 1/2, p. 196. 2000. Edição dos Anais do Seminário sobre Proteção Florestal: Incêndios, Pragas e Doenças. Resumo.
- AUER, C. G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A.; SANTOS, A. F. dos. Doenças em *Pinus*: identificação e controle. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 28 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 48).
- AZAMAR, O. M.; LÓPEZ-UPTON, J.; VARGAS-HERNÁNDEZ, J. J.; PLANCARTE, A. B. Evaluación de un ensayo de procedencias-progenies de *Pinus greggii* y su conversión a huerto semillero. In: CONGRESO NACIONAL DE REFORESTACIÓN, 1, Montecillo, 2000. Memorias... Montecillo, México: Programa Nacional de Reforestación-Colegio de Postgraduados, 2000. 7 p.
- AZEVEDO, T. R.; FREITAS, A. G. de. Certificação florestal: um catalizador de mudanças. Revista de Madeira, v. 11, n. 65, p. 64-66, 2001.
- BAKER, J. B.; LANGDON, O. G. *Pinus taeda* L. In: BURNS, R. M.; HONKALA, B. H. (Coord.). Silvics of North America. Washington, DC: USDA, Forest Service, 1990. (USDA. For. Serv. Agric. Handbook, 654). v. 1, p. 497-512.
- BARRETT, W. H. G.; GOLFARI, L. Descripción de los nuevos variedades del "Pino del caribe". Caribbean Forester, n. 23, p. 59-71, 1962.
- BASILIO, P. R. R. C. Caracterização de isolados de *Sphaeropsis sapinea* e avaliação da resistência em progênies de *Pinus radiata*. 2008. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BELLEI, M. M.; CARVALHO, E. M. S. Ectomicorrizas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Coord.). Microbiologia do solo. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 297-318.
- BERTOLANI, F. Programas em andamento e problemas básicos em florestas implantadas de pinheiros tropicais. Silvicultura, São Paulo, v. 8, n. 29, p. 1-4, 1983. Edição dos anais do Simpósio IUFRO em Melhoramento Genético e Produtividade de Espécies Florestais de Rápido Crescimento, 1980, Águas de São Pedro.
- BIZON, J. M. C. Avaliação da sustentabilidade nutricional de plantios de *Pinus taeda* L. Usando um balanço de entrada-saída de nutrientes. 2005. 92 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

- BOGNOLA, I. A. Unidades de manejo para *Pinus taeda* L. no planalto norte catarinense, com base em características do meio físico. 2007. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BORTOLETTO JÚNIOR, G. Estudo de algumas propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Pinus merkusii*. *Scientia Forestalis*, v. 36, n. 79, p. 165-243, set. 2008.
- BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G.; GUTIERREZ, L. E. Qualidade do breu e terebintina de pinheiros tropicais. IPEF, Piracicaba, n. 21, p. 55-63, 1980.
- BUTIN, H.; PEREDO, H. L. Hongos parasitos em coníferas de América del Sur. Berlin: Cramer. 1986. 101 p. (Bibliotheca mycologica, 101).
- CARGNIN, O. Alternativas das florestas de *pinus*. *Ambiente Brasil*, set. 2005. Disponível em: <http://noticias.ambientebrasil.com.br/artigos/2005/09/27/21014-alternativas-das-florestas-de-pinus.html>. Acesso em: 28 set. 2008.
- CARNEIRO, J. S. Micoflora associada à sementes de essências florestais. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, DF, v. 11, p. 557-566, 1986.
- CARVALHO, A. G. Bioecologia de *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (Hymenoptera; Siricidae) em povoamentos de *Pinus taeda* L. 1992. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CARVALHO, M. M. Arborização de pastagens cultivadas. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 1998. 37 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 64).
- CERFLOR filia-se ao sistema de certificação pan-europeu. *Fatos Síntese*, n. 8, nov. 2002. Disponível em: http://www.sbs.org.br/pesquisa_detalhes.php?id=1391&key=cerflor.%20. Acesso em: 20 jul. 2002.
- CHRYSAL, R. N. Studies of the *Sirex* parasites: the biology and post-embryonic development of *Ibalia leucospoides* Hochenw. (Hymenoptera-Cynipoidea). Oxford: Clarendon Press, 1930. 63 p. (Oxford forestry memories, 11).
- CLUTTER, J. L.; FORTSON, J. C.; PIENAAR, L. V.; BRISTER, G. H.; BAILEY, R. L. Timber management: a quantitative approach. New York: J. Wiley, 1983. 333 p.
- DAVIS, K. P. Forest management: regulation and valuation. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1966. 519 p.
- DIAS, H. C. T.; FIGUEIRA, M. D.; SILVEIRA, V.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de; SCOLFORO, J. R. S. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Lavras, Minas Gerais - Brasil. *Revista Cerne*, Lavras, MG, v. 8, n. 2, p. 1-16, 2002.
- DONAHUE, J. K.; LÓPEZ-UPTON, J. A new variety of *Pinus greggii* (Pinaceae) in Mexico. *Sida*, v. 18, n. 4, p. 1083-1093, 1999.
- DORMAN, K. W. The genetics and breeding of southern pines. Washington, DC: USDA, Forest Service, 1976. 407 p. (USDA. For. Serv. Agric. Handbook, 471).
- DOUGHERTY, P. M.; GRESHAM, C. A. Conceptual analysis of southern pine plantation establishment and early growth. *Southern Journal of Applied Forestry*, Washington, DC, v. 12, n. 3, p. 160-166, 1988.
- DVORAK, D. W. One-year provenance/progeny test results of *Pinus tecunumanii* from Guatemala established in Brazil and Colombia. *Commonwealth Forestry Review*, v. 64, n. 1, p. 57-65, 1985.
- DVORAK, W. S. *Pinus greggii* Engelm. ex Parl. In: VOZZO, J. A. (Ed.). Tropical tree seed manual. Washington, DC: USDA Forest Service, 2002. (Agriculture Handbook). p. 615-617. Disponível em: <http://www.rngr.net/publications/ttsm/species/PDF.2004-03-15.5136/?searchterm=Pinus%20greggii>. Acesso em: 20 jun. 2007.
- DWIVEDI, A. P.; THAPAR, H. S. An evaluation of the performance of exotic pines a New Forest. *Indian Forester*, Dehra Dun, v. 116, n. 4, p. 268-277, 1990.
- EARLE, C. J. The Gymnosperm database. 2011. Disponível em: <http://www.conifers.org/>. Acesso em: 24 jan. 2000.
- EVANS, J. Plantation forestry in the tropics. Oxford: Clarendon Press, 1984. 472 p.
- FERREIRA, A. R. Comparativo de produtividade de florestas plantadas de *Pinus* spp nos países de maior expressão no setor. Três Barras, SC: Rigesa, 2004. Relatório Técnico.
- FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da; REISSMANN, C. B.; BELLOTE, A. F. J.; MARQUES, R. Nutrição de pinus no Sul do Brasil: diagnóstico e prioridades de pesquisa. Colombo: Embrapa Florestas. 2001. 23 p. (Embrapa Florestas. Documentos, n. 60).
- FERREIRA, F. A. Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 571 p.
- FERREIRA, F. A.; MENDES, J. E. P.; MAIA, J. L. Mortalidade de estacas enraizadas de *Pinus* spp. causada por *Rhizoctonia solani*. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 201, mar./abr. 2005.
- FERREIRA, M. O histórico da introdução de espécies florestais de interesse econômico e o estado de sua conservação no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE CONSERVAÇÃO E USO DE RECURSOS GENÉTICOS FLORESTAIS, 2000, Paranaguá. Memórias. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 159 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 56).
- FERRREIRA, R. A. Análise genética e seleção em testes dialélicos de *Pinus taeda* L. 2005. 220 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- FOELKEL, C.; FOELKEL, E. PinusLetter: os pinus no Brasil: *Pinus caribaea* e suas três variedades: *caribaea*, *bahamensis* e *hondurensis*. Disponível em: http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_08.html#um. Acesso em: 15 ago. 2009.
- FOELKEL, C.; FOELKEL, E. PinusLetter: os pinus no Brasil: *Pinus kesiya* (*P. insularis*). Disponível em: http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_10.html#um. Acesso em: 15 ago. 2009.
- FOELKEL, C.; FOELKEL, E. PinusLetter: os pinus no Brasil: *Pinus palustris*. Disponível em: http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_12.html#um. Acesso em: 15 ago. 2009.
- FOELKEL, C.; FOELKEL, E. PinusLetter: taxonomia do gênero *Pinus*. Disponível em: http://www.eucalyptus.com.br/pinus_02.html#um. Acesso em: 15 ago. 2009.

- FRANCIS, J. K. *Pinus caribaea* morelet. Caribbean pine. New Orleans: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1992. 10 p.
- FRANKE, I. L.; FURTADO, S. C. Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 51 p. (Embrapa Acre. Documentos, 74).
- FURLAN, R. A. Estaquia de *Pinus*: gênero segue a tendência mundial de florestas clonais. *Addubare*, Piracicaba, v. 2, n. 5, p. 6-7, out./nov./dez. 2002.
- GARLIPP, R. C. D. O boom da certificação: é preciso garantir a credibilidade. *Silvicultura*, São Paulo, v. 16, n. 60, p. 15-22, 1995.
- GIBSON, I. A. S. (Comp.). Diseases of forest trees widely planted as exotics in the tropics and southern hemisphere: part II the genus *Pinus*. Kew: Commonwealth Mycological Institute; Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1979. 135 p.
- GOLFARI, L. Coníferas aptas para reflorestamento nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. *Brasil Florestal: Boletim Técnico*, Brasília, DF, n. 1, p. 1-71, out. 1971.
- GOLFARI, L. Coníferas aptas para repoblaciones forestales en el Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo*, n. 6, p. 7-62, 1967.
- GOMES, N. S. B. Armilariose em *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* na Região Sul do Brasil. 2005. 96 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- GREENWOOD, M. S.; WEIR, R. J. Genetic variation in rooting ability of loblolly pine cuttings: effects of auxin and family on rooting by hypocotyl cutting. *Tree Physiology*, v. 15, n. 1, p. 41-45, 1994.
- GRIGOLETTI JUNIOR, A.; AUER, C. G.; SANTOS, A. F. dos. Estratégias de manejo de doenças em viveiros florestais. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 6 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 47).
- HENRIQUE, A., CAMPINHOS, E. N., ONO, E. O., PINHO, S. Z. Effect of plant growth regulators in the rooting of *Pinus* cuttings. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 49, n. 2, p. 189-196, Mar. 2006.
- HIGA, R. C. V. Dinâmica de carbono de *Pinus taeda* L. voltadas a exigências climáticas e práticas silviculturais. [Gainesville]: University of Florida, [2006]. 62 f. Relatório final pós doutorado. Não publicado.
- HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. A. Fertirrigação em viveiros de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: BOARETTO, A. E.; VILLAS BOAS, R. L.; SOUZA, W. F.; PARRA, L. R. V. (Ed.). Fertirrigação: teoria e prática. Piracicaba, SP: [S.n.], 2004. v. 1, p. 677-725.
- IBGE. Censo agropecuário. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em 10 mar. 2009.
- IEDE, E. T.; PENTEADO, S. do R. C.; BISOL, J. C. Primeiro registro de ataque de *Sirex noctilio* em *Pinus taeda* no Brasil. Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1988. 12 p. (EMBRAPA-CNPF. Circular técnica, 20).
- IVORI, M. H. Diseases and disorders of pines in the tropics: a field and laboratory manual. Oxford: Oxford Forestry Institute, 1987. 92 p.
- IWAKIRI, S.; SILVA, J. R. M.; MATOSKI, S. L. S.; LEONHADT, G.; CARON, J. Produção de chapas de madeira aglomerada de cinco espécies de pinus tropicais. *Floresta e Ambiente*, v. 8, n. 1, p. 137-142, 2001.
- KAGEYAMA, P. Y. Variação genética entre procedências de *Pinus oocarpa* Schiede na região de Agudos. 1977. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- KEMP, R. H. Status of the C. F. I. International Provenance Trial of *Pinus oocarpa* Schiede. In: BURLEY, J.; NIKLES, D. G. (Ed.). Tropical provenance and progeny research and international cooperation. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1973. v. 1. p. 76-82.
- KIETZKA, E. J.; DENISON, N. P.; DVORAK, W. S. *Pinus greggii* new species for South Africa. In: DIETERS, M. J.; MATHESON, A. C.; NIKLES, D. G.; HARDWOOD, C. E.; WALKER, S. M. Tree improvement for sustainable tropical forestry. Brisbane: Queensland Forestry Research Institute, 1996. p. 42-45.
- KRONKA, F. J. N.; BETOLANI, F.; PONCE, R. H. A cultura do *Pinus* no Brasil. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005. 160 p.
- KRUGNER, T. L.; AUER, C. G. Doenças dos pinheiros. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Ed.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p. 584-593.
- KURTZ, V. D.; PAVETTI, D. R. Sistema foresto-ganadero con especies de rápido crecimiento (*Pinus ssp* y *Eucalyptus grandis*). In: JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS, 2006, Concordia, Argentina. [Jornadas]. [S.l.]: INTA; EEA Concordia, 2006. p. 1-10.
- LOCIA, M. L.; MANZO, S. V. Variacion de la densidad relativa de la madera de *Pinus greggii* Engelm. del norte de México. *Madera y bosques*, v. 7, n. 1, p. 37-46, 2001.
- LOHREY, R. E.; KOSSUTH, S. V. *Pinus elliottii* Engelm. In: BURNS, R. M.; HONKALA, B. H. (Coord.). Silvics of North America. Washington, DC: USDA, Forest Service, 1990. v. 1, p. 338-347. (USDA. For. Serv. Agric. Handbook, 654).
- LÓPEZ, J. L. A., VARGAS-HERNÁNDEZ, J. J.; RÁMIREZ-HERRERA, C.; LÓPEZ-UPTON, J. Variación intraespecífica en el patrón de crecimiento del brote terminal de *Pinus greggii* Engelm. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, v. 5, n. 2, p. 133-140, 1999.
- LÓPEZ-UPTON, J.; MUNOZ, O. Selección familiar por tolerancia a sequía en *Pinus greggii* Engelm. I- Evolución en plantula. *Agrociencia Serie Fitotecnia*, v. 2, p. 111-123, 1991.
- MADDEN, J. L. An analysis of an outbreak of the woodwasps, *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae), in *Pinus radiata*. *Bulletin of Entomological Research*, Wallingford, v. 65, p. 491-500, 1975.
- MADDEN, J. L.; MINKO, G. Lightning-strikes and their distribution in radiata pine plantations at ovens, North-Eastern Victoria. *Australian Forestry*, Melbourne, v. 38, n. 3, p. 146-151, 1975.
- MAGALHÃES, J. A.; NEWTON, L. C.; PEREIRA, R. G. A. de.; TOWNSEND, C. R.; BIANCHETTI, A. Sistemas silvipastoris: alternativa para a Amazônia. *Bahia Agricola*, v. 6, n. 3, p. 52-54, 2004.

- MALAN, F. S. The wood properties and quality of *Pinus pringlei* Shaw and *P. greggii* Engelm. Compared with that of *P. patula* and *P. elliottii* grows in South Africa. South African Forestry Journal, Pretoria, n. 171, p. 45-52, 1994.
- MARTINEZ, F.; PEREYRA, F.; BOGGIANO, P. Silvopastoreo com lanares. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE CAMPO NATURAL, 2, 1990, Tacuarembó. Anales... Tacuarembó: INIA, 1990. p. 359-365.
- MARTO, G. B. T.; BARRICHELO, L. E. G.; MÜLLER, P. H. Indicações para escolha de espécies de *Pinus*. Piracicaba, SP: IPEF, 2006. Disponível em: http://www.ipef.br/silvicultura/escolha_pinus.asp. Acesso em: 10 ago. 2009.
- MASER, C. Sustainable forestry: philosophy, science and economics. Boca Raton: St. Lucie Press, 1994. 373 p.
- MIROV, N. T. The genus *Pinus*. New York: Ronald Press, 1967. 602 p.
- MONTOYA VILCAHUAMA, L. J.; BAGGIO, A. J. Estudos econômicos da introdução de mudas altas para sombreamento de pastagens. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2, 1992, Curitiba. Anais... Colombo: Embrapa Florestas, 1992. v. 1. p. 171-191.
- MORA, A. L.; BERTOLOTTI, G.; HIGA, A. R. Propagação vegetativa de *Pinus* por enxertia. IPEF Circular Técnica, n. 42, p. 1-12, 1979.
- MORGAN. D. F. Bionomics of *Siricidae*. Annual Review of Entomology, Palo Alto, v. 13, p. 239-256, 1968.
- MOURA, V. P. G.; DVORAK, W. S. Provenance and family variation of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* from Guatemala and Honduras, grown in Brazil, Colombia and Venezuela. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 36, n. 2, p. 225-234, 2001.
- MURILLO, O. Natural variation in wood specific gravity of *Pinus greggii*, *P. leiophylla* and *P. pringlei*. CAMCORE Bulletin on Tropical Forestry, Raleigh, n. 5, p. 24, 1988.
- NEIL, P. E. Estimative of volume and biomass from *Pinus greggii* in Nepal. Banko Janakari, Nepal, v. 2, n. 4, p. 395-398, 1990.
- NEUMANN. F. G.; MOREY, J. L.; MCKIMM, R. J. The sirex wasp in Victoria. [S.l.]: Department of Conservation, Forest and Lands, 1987. 41 p. (Bulletin, 29).
- NIELLA, F.; ROCHA, P.; PEZZUTTI, R.; SCHENONE, R. Manejo intensivo para la producción de estacas en plantas madres de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* x *caribaea*: efecto del tamaño de contenedor e intensidad lumínica. In: JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS, 8, 2003. Concordia, Argentina. [Jornadas]. [S.l.]: INTA y UNER, 2003.
- NUTTAL, M. J. *Deladenus siricidicola* Bedding (Nematoda: *Neotylenchidae*) Nematode parasite of sirex. Rotorua: Forest Research Institute, 1980. 9 p. (Forest and timber insects in New Zeland, 48).
- OLIVEIRA, E. B. de; OLIVEIRA, Y. M. M. de. Manejo de reflorestamento de *Pinus* com o uso do computador. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 241-250.
- OLIVEIRA, E. B. Manejo e planejamento da plantação de pinus. In: SHIMIZU, J. Y. (Ed.). Silvicultura de pinus. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 111-130.
- PAIVA, H. N. de; GONÇALVES, W. Produção de mudas. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 128 p. (Coleção jardinagem e paisagismo; Série arborização urbana,1).
- PEARSON, H. A.; WHITAKER, L. B. Returns from southern forest grazing. Journal of Range Management, v. 26, n. 2, p. 85-87, 1973.
- PENTEADO, S. do R. C.; TRENTINI, R. de F.; IEDE, E. T.; REIS FILHO, W. Pulgão do pinus: nova praga florestal. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v. 13, n. 33, p. 97-101, mar. 2000. Edição dos Anais do Simpósio do Cone Sul sobre Manejo de Pragas e Doenças de Pinus, 1., 2000, Piracicaba, SP.
- PERRY, J. P. The pines of Mexico and Central America. Porthland: Timber Press, 1991. 231 p.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistema silvipastoril (Grevílea + Pastagem): uma proposição para aumento da produção do arenito caiuí. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1, 1994, Porto Velho. Anais ... Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1994. v. 2, p. 291-297. (EMBRAPA-CNPF. Documentos, 27).
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; RIBASKI, J. Sistema silvipastoril: integração de competências para a competitividade do agronegócio brasileiro. Opiniões, Ribeirão Preto, p. 48-49, jun./ago. 2006. Disponível em: <http://www.revistaopinioes.com.br/cp/materia.php?id=405>. Acesso em: 21 ago. 2010.
- RAMOS, L. P.; GARCIA, J. N. Qualidade e produtividade em resina de pinus: parte 1. Informativo ARESB, n. 94, dez. 2007.
- RAMÍREZ-HERRERA, C.; VARGAS-HERNÁNDEZ, J. J.; LÓPEZ-UPTON, J. Distribución y conservación de las poblaciones naturales de *Pinus greggii*. Acta Botanica Mexicana, v. 72, p. 1-16, 2005.
- REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de Pinus. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, SP: IPEF, 2000. p. 136-162.
- RIBASKI, J.; DEDECEK, R. A.; MATTEI, V. L.; FLORES, C. A.; VARGAS, A. F. C.; RIBASKI, S. A. G. Sistemas silvipastoris: estratégia de desenvolvimento sustentável para a metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 150).
- RIBASKI, J.; MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J. Sistemas silvipastoris desenvolvidos na região Sul do Brasil: a experiência da Embrapa Florestas. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. [Ed.]. Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: FAO, 2001. p. 205-233.
- RODRIGUES, K. C. S. Resina de pinus no Sul do Brasil: caracterização e perspectivas. Revista da Madeira, n. 116, 2008. Disponível em: http://www.remade.com.br/revistadamadeira_materia.php?num=1317&subject=Resina%20Pinus&title=Resina%20de%20Pinus%20ano%20Sul%20do%20Brasil:%20Caracteriza%20E7%20E3o%20e%20Perspectivas. Acesso em: 15 ago. 2009.
- ROSA, P. R. F. Teste de procedências de *Pinus oocarpa* Schiede em três regiões do Estado de São Paulo. 1982. 79 f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

- ROXO, C. A. Certificação florestal como instrumento de mercado: desenvolvimentos recentes e desafios futuros. *Silvicultura*, São Paulo, v. 19, n. 78, p. 18-26, abr./jun. 1999.
- SALAZAR GARCIA, J. G.; VARGAS-HERNÁNDEZ, J. J.; MATA, J. J.; MOLINA GALAN, J. D.; RÁMIREZ HERRERA, C.; LÓPEZ-UPTON, J. Variación en el patrón de crecimiento en altura de cuatro especies de *Pinus* en edades tempranas. *Madera y Bosques*, v. 5, n. 2, p. 19-34, 1999.
- SANTOS, A. F. dos; AUER, C. G., DEDECEK, R. A.; SANTOS, P. E. T.; SILVA, H. D. da. Morte de árvores resultante de práticas inadequadas durante a implantação florestal. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 5 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 158).
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. Normales climatológicas (1941-1970). 2. ed. México: Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1988. 788 p.
- SAWINSKI JUNIOR, J. Rentabilidade econômica comparativa entre as culturas de pinus, eucalipto, erva-mate e as principais culturas agrícolas das microregião de Canoinhas-SC. 2000. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Fatos e números do Brasil florestal. São Paulo: SBS, 2007. 87 p.
- SCHLICHTER, T. M. Desarrollo de sistemas silvopastoriles en base a plantaciones de *Pinus* spp: Informe final 2. Bariloche: INTA EEA, [2003?]. Disponível em: <http://www.inta.gov.ar/bariloche/nqn/forestal/publica/10.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2007.
- SCHULTZ, R. P. Loblolly pine: the ecology and culture of loblolly pine (*Pinus taeda* L.). Washington, DC: USDA, Forest Service, 1997. (USDA. For. Serv. Agricultural Handbook, 713).
- SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M.; MORAIS, E.; ZANATTO, A. C. S. Variação genética em procedências e progênes de *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* no noroeste do Estado de São Paulo. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-15, 2005.
- SHARMA, Y. K.; BHANDARI, K. S.; SRIVASTAVA, A. Assessment of tropical pines for pulping and paper making characteristics. *Indian Forester*, Dehra Dun, v. 113, n. 2, p. 127-139, 1987.
- SHIMIZU, J. H. Pinus na silvicultura brasileira. *Revista Madeira*, v. 16, n. 99, p. 4-14, set. 2006.
- SHIMIZU, J. Y. Pinus na silvicultura brasileira. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 223 p.
- SHIMIZU, J. Y.; ARAUJO, A. J. de. Inovações tecnológicas no cultivo de Pinus no Brasil. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (Ed.). *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 823-834.
- SHIMIZU, J. Y.; SEBBENN, A. M. Espécies de pinus na silvicultura brasileira. In: SHIMIZU, J. Y. (Ed.). *Pinus na silvicultura brasileira*. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 49-74.
- SILVA JÚNIOR, F. G. da. Utilização múltipla da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* para produção de celulose kraft. Série Técnica do IPEF, Piracicaba, SP, v. 9, n. 27, p. 56-62. ago. 1993. Edição dos anais do Workshop "Qualidade da madeira em *Pinus*", Piracicaba, SP, 1992.
- SILVA, F. B.; BASÍLIO, P. R. R. C.; AUER, C. G.; SANTOS, A. F. dos. Levantamento de agentes causais envolvidos com a mortalidade de árvores jovens de pinus na região Sul do Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, DF, v. 32, supl., p. 139. 2007. Edição dos resumos do 40º Congresso Brasileiro de Fitopatologia.
- SILVA, J. L. S. da. Produtividade de componentes de um sistema silvopastoril constituído por *Eucalyptus saligna* Smith. e pastagens cultivada e nativa no Rio Grande do Sul. 1998. 179 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SILVA, J. L. S. da; SAIBRO, J. C. de; CASTILHOS, Z. M. de S. Situação da pesquisa e utilização de sistemas silvipastoris no Rio Grande do Sul. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. da C. [Ed.]. *Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: FAO, 2001. p. 257-283.
- SILVA, O. R. Enraizamento de estacas de *Eucalyptus grandis* via sistema hidropônico. 1998. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, MG.
- SMERALDI, R.; VERÍSSIMO, J. A. de O. Acertando o alvo: consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal. São Paulo: Amigos da Terra, Programa Amazônia; Piracicaba, SP: IMAFLOA; Belém, PA: IMAZON, 1999. 41 p.
- SOUTO, J. J. Deserto, uma ameaça? Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, 1984. 169 p.
- STAPE, J. L. Production ecology of clonal eucalyptus plantation in northeastern Brazil. 2002. 225 f. Thesis (PhD) - University of Colorado, Fort Collins.
- TAYLOR, K. L. The introduction and stablishment of insect parasitoid to control *Sirex noctilio* in Australia. *Entomophaga*, Paris, v. 21, n. 4, p. 429-440, 1976.
- TAYLOR, K. L. The *Sirex* woodwasp: ecology and control of an introduced forest insect. In: KITCHING, R. L.; JONES, R. E. *The ecology of pests: some Australian case histories*. Melbourne: CSIRO, 1981. p. 231-248.
- TETTO, A. F.; FIALHO, J. T. Reflexões sobre o setor florestal no Estado do Paraná. Curitiba: SEAB, 2008. Disponível em: http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/Florestais/Textos_tecnicos/Reflex_setor_florestal.pdf. Acesso em: 20 ago. 2008.
- TUOTO, M.; HOEFLICH, V. A. A indústria florestal brasileira baseada em madeira de pinus- limitações e desafios. In: SHIMIZU, J. Y. (Ed.). *Pinus na silvicultura brasileira*. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 17-47.
- VARELA, A. C.; RIBASKI, J.; SILVA, V. P.; SOARES, A. B.; MORAES, A. B.; MORAIS, H.; SAIBRO, J. C.; BARRO, R. S.; POLI, C. H. E. C.; PAULINO, B. M. Recomendações para a escolha e manejo de plantas forrageiras em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. Não paginado. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 76).
- VARELA, A. C.; SILVA, V. P.; RIBASKI, J.; SOARES, A. B.; MORAES, A. B.; MORAIS, H.; SAIBRO, J. C.; BARRO, R. S. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta pecuária no Sul do Brasil. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FONANELI, R. S. (Ed.). *FORAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA REGIÃO SULBRASILEIRA*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 283-328.
- VARGAS-HERNÁNDEZ, J. J.; MUÑOZ, O. Crecimiento y supervivencia en plantulas de cuatro especies de Pinus. *Agrociencia*, México, v. 72, p. 197-208, 1988.

VARGAS-HERNÁNDEZ, J. J.; MUÑOZ, O. Potencial hídrico, transpiración y resistencia estomacal en plántulas de cuatro especies de *Pinus*. *Agrociencia*, México, v. 1, n. 3, p. 25-38, 1991.

VITAL, B. R. Propriedades da madeira de *Pinus elliottii*. *Revista da Madeira*, São Paulo, n. 89, abr. 2005. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=735&subject=Pinus&title=Propriedades%20da%20madeira%20de%20Pinus%20elliottii. Acesso em: 7 out. 2008.

WANG, H.; MALCOLM, D. C.; FLETCHER, A. M. *Pinus caribaea* in China: introduction, genetic resources and future prospects. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 117, n. 1-3, p. 1-15, May 1999.

WOESSNER, R. A. Programa de melhoramento genético de pinheiros em Jarí. *Silvicultura*, São Paulo, v. 8, n. 29, p. 153-155, mar./abr. 1983. Edição dos anais do Simpósio IUFRO em Melhoramento Genético e Produtividade de Espécies Florestais de Rápido Crescimento, 1980, Águas de São Pedro.

ZHENG, Y. Q.; ENNOS, R. A. Genetic variability and structure of natural and domesticated populations of Caribbean pine (*Pinus caribaea* Morelet). *Theoretical and Applied Genetics*. Berlin, v. 98, n. 5, p. 765-771, Sept. 1999.

ZHENG, Y. Q.; ENNOS, R. A.; WANG, H. R. Provenance variation and genetic parameters in a trial of *Pinus caribaea* Morelet var. 'bahamensis' Barr. and Golf. *Forest Genetics*, v. 1, p. 165-174, 1997.

ZOBEL, B. Loblolly pine in retrospect. In: SYMPOSIUM ON THE LOBLOLLY PINE ECOSYSTEM (EAST REGION), Raleigh, 1982. Proceedings... Raleigh: School of Forest Resources, 1982. p. 1-6.

Glossário

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

A

Acícula - parte da planta que, em coníferas, correspondente à folha.

Altura dominante - média das alturas, por hectare, das 100 árvores de maior diâmetro.

Área basal - somatório da área transversal do tronco, normalmente a 1,3 m de altura, de todas as árvores do povoamento. Valor expresso em m³ ha⁻¹.

Armilariose - podridão de raízes causada por fungos do gênero *Armillaria*.

Autoclave - equipamento para desinfestação ou desinfecção de materiais por meio do vapor à alta pressão e temperatura; esterilizador.

B

Blend - Termo utilizado no setor florestal para caracterizar a combinação de uso de diferentes partes da árvore ou de toras, que fornecerá matéria-prima com características específicas para diferentes produtos.

b-glicosídicas - ligações químicas do tipo covalente entre unidades de celobiose; esse tipo de ligação faz com que a celulose seja uma macromolécula linear.

C

Celobiose - hidrato de carbono, a unidade dissacarídica (açúcar) monomérica que unidas quimicamente (ligações b-glicosídicas) formam a macromolécula de celulose.

Clone - grupo de plantas geneticamente idênticas e derivadas, assexuadamente, de uma única planta.

Composto - adubo orgânico preparado a partir da compostagem da mistura de esterco de animais e resíduos vegetais. É um adubo com baixo teor de nutrientes e se destina a melhorar a estrutura do solo.

Cone - estrutura reprodutiva das coníferas (equivalente ao fruto em espécies folhosas) constituída de um grande número de folhas modificadas, em forma de escamas, que contêm as sementes.

Controle fitossanitário - controle de pragas em culturas agrícolas e florestais.

D

DAP - diâmetro à altura do peito, convencionado como o diâmetro do tronco a 1,3 m de altura.

Deficiência hídrica - resultado (negativo) do balanço hídrico em que o total de água que entra no sistema via precipitação pluviométrica é menor que a quantidade total de água perdida pela evaporação e transpiração pelas plantas.

Desbaste - corte e remoção parcial das árvores de um povoamento, visando acelerar o crescimento em diâmetro ou para melhorar a qualidade do povoamento, via seleção.

Desbaste pré-comercial - desbaste, normalmente, poucos anos após o plantio, em que as árvores removidas ainda não têm valor comercial.

Desbaste seletivo - desbaste somente das árvores que não se enquadram num critério pré-estabelecido (por exemplo: diâmetro mínimo, boa forma de tronco, etc.).

Desbaste sistemático - desbaste em que o corte das árvores é feito seguindo-se um esquema padrão, com base em sua posição no povoamento (por exemplo: linhas alternadas, uma linha em cada três, etc.).

Desrama ou poda - remoção dos ramos até determinada altura do tronco.

E

Embriogênese somática: processo de formação do embrião, a partir de células somáticas, sem que ocorra a fusão de gametas.

Enovelamento ou sistema radicular enovelado - defeito que ocorre quando as raízes das mudas se enrolam no recipiente onde são formadas ou na cova de plantio.

Esporos - células produzidas pelos vegetais inferiores (musgos e samambaias), fungos e bactérias, capazes de germinar e dar origem a um novo indivíduo.

Esterco - dejetos de animais domésticos, normalmente misturado com restos vegetais, servindo de cama para animais.

Estratificação (de sementes) - tratamento pré-germinativo no qual, originalmente, as sementes eram colocadas em camadas (estratos) alternadas de areia úmida e mantidas em local fresco por vários meses.

F

Fascículo - usado para designar feixe de acículas, em coníferas.

Fox tail ou "rabo-de-raposa" - crescimento apical anormal em pínus, caracterizado por um longo eixo principal sem ramificações.

Fungicida - substância letal para fungos, que aplicada sobre as plantas, protege-as contra a ocorrência de doenças.

Fungos - microrganismos sem tecidos de sustentação diferenciados, nem tecido condutor, sem raízes e desprovidos de clorofila. São organismos que produzem doenças e apodrecimentos na madeira.

Fuste - parte comercial do tronco das árvores.

G**H****I**

I.C.A - incremento corrente anual, é a diferença entre os volumes em duas idades sucessivas.

I.M.A - incremento médio anual, é a taxa de crescimento anual em volume de madeira, num determinado período de tempo.

Índice de sítio - medida da qualidade do sítio baseada na altura das árvores dominantes no povoamento em uma determinada idade.

Incentivo fiscal - Lei 5.106 que vigorou de 1975 a 1987, a qual instituía uma política de reflorestamento, que utilizava os incentivos fiscais como principal instrumento. O procedimento básico definido por essa Lei estabelecia os critérios para utilização de parcela do imposto de renda de pessoas jurídicas que poderia ser aplicado em programas de reflorestamento. Ao contribuinte, resultava um menor valor de pagamento e correspondente desembolso ao erário, no que se refere a esse imposto.

J**K****L****M**

MDF (Medium density fibreboard) - painel produzido a partir de fibras de madeira, aglutinadas com resinas sintéticas através de temperatura e pressão, destinado principalmente à indústria moveleira. O MDF permite acabamentos do tipo envernizamento, pinturas em geral ou revestimentos com papéis decorativos, lâminas de madeira ou PVC. Possui consistência e algumas características mecânicas que se aproximam às da madeira maciça. A maioria de seus parâmetros físicos de resistência são superiores aos da madeira aglomerada, caracterizando-se, também, por possuir boa estabilidade dimensional e grande capacidade de usinagem.

Mancha azulada - crescimento de fungo internamente na madeira de modo a formar manchas de coloração azulada.

Micorriza - crescimento de fungos na raiz de certas plantas, auxiliando no seu desenvolvimento; simbiose.

N**O**

OSB (*Oriented strand board*) - painel de partículas de madeira orientadas, finas e longas consolidadas pelo uso de resinas, calor e pressão. As chapas OSB são utilizadas para aplicações estruturais, como paredes, suportes para forros e pisos, componentes de vigas estruturais, estrutura de móveis, embalagens, entre outras, tendo em vista boas características de resistência mecânica e estabilidade dimensional.

P

Parênquimas - células que desempenham várias funções, como preenchimento, assimilação, reserva e secreção.

Patógeno - microorganismo capaz de causar doença.

Pedúnculo - haste que prende uma inflorescência, uma flor ou um fruto (ou cone), ao ramo ou tronco da planta.

Poda ou desrama - remoção dos ramos até determinada altura do tronco.

Podridão - doença decorrente da colonização da planta por patógenos, caracterizada pela dissolução dos tecidos.

Populações disjuntas - populações de plantas cujas áreas de abrangência são separadas espacialmente.

Procedência - local onde está estabelecido o povoamento que gerou a semente utilizada.

Q

Queima de acículas - doença caracterizada pela colonização das acículas por fungos que deixam um aspecto de chamuscado por fogo.

Queima de ponteiros - doença caracterizada pela colonização dos ponteiros de mudas ou de árvores por fungos que deixam um aspecto de chamuscado por fogo.

R

Raiz pivotante - raiz primária da planta, com crescimento vertical, formando a continuação do eixo da planta.

Rotação - número de anos compreendidos entre a idade inicial do plantio até o corte da floresta.

S

Serôdios - cones que permanecem fechados por longos períodos, dois ou mais anos, até que ocorram condições de seca prolongadas ou incêndios florestais quando, então, se abrem para liberar as sementes.

Séssil - ligado ao ramo ou tronco diretamente pela base, como os frutos ou cones sem pedúnculo ou folhas sem pecíolo.

SisPinus - *software* para gerenciamento de povoamentos de pínus (Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111. Colombo, PR. Brasil. Caixa Postal 319. CEP 83.411-000. Fone: (0xx41) 3675-1313, Fax: (0xx41) 3675-1276).

Sistemas silvipastoris - Combinação intencional de árvores, pastagem e componente animal simultaneamente em uma mesma unidade de área e manejados de forma integrada, com o objetivo de incrementar a produtividade, com menor impacto sobre o meio ambiente.

T

Tabicamento - empilhamento de madeira com colocação de ripas ou sarrafos transversais de forma que o ar possa circular livremente entre as peças.

Taxa de atratividade - rende convertida em valores anuais atualizados para a época de plantio, com juros próximos aos da caderneta de poupança.

Tombamento de mudas - doença caracterizada pela colonização das plântulas e mudas de árvores por patógenos que causam o seu entortamento e queda.

Traqueídeos - ou traqueoides, ou traqueides, são células alongadas, ricamente pontuadas, de extremidades não perfuradas. A água passa de traqueídeo a traqueídeo através das pontuações areoladas, ou seja, atravessa a parede delgada (membrana) da pontuação.

U

V

Vermiculita - substrato mineral composto de silicato de alumínio que foi expandido com tratamento a altas temperaturas.

W

X

Y

Z

Todos os autores

Alvaro Figueredo dos Santos

Engenheiro Agrônomo , Doutor Em Fitopatologia Pela Universidade Federal de Viçosa, Pesquisador da Embrapa Florestas, Fitopatologia Florestal
alvaro.santos@embrapa.br

Ananda Virginia de Aguiar

Engenheira Agrônoma , Doutora Em Genética e Melhoramento de Plantas Pela Universidade Federal de Goiás, Pesquisadora da Embrapa Florestas, Recursos Genéticos Florestais, Melhoramento Genético Florestal
ananda.aguiar@embrapa.br

Antonio Francisco Jurado Bellote

Engenheiro Agrônomo , Doutor Em Ciências Florestais Pela Universidade de Freiburg, Pós-doutorado Em Ciências Florestais, Pesquisador da Embrapa Florestas, Solos e Nutrição Florestal
antonio.bellote@embrapa.br

Celso Garcia Auer

Engenheiro Florestal , Doutor Em Agronomia Pela Universidade de São Paulo, Pesquisador da Embrapa Florestas, Fitopatologia Florestal
celso.auer@embrapa.br

Edilson Batista de Oliveira

Engenheiro Agrônomo , Doutor Pela Universidade Federal do Paraná, Pesquisador da Embrapa Florestas, Estatística e Manejo Florestal
edilson.oliveira@embrapa.br

Edson Tadeu Iede

Biólogo , Doutor Em Ciências Biológicas Pela Universidade Federal do Paraná, Pesquisador da Embrapa Florestas, Entomologia Florestal
edson.iede@embrapa.br

Elenice Fritzsos

Engenheira Agrônoma , Doutora Pela Universidade Federal do Paraná, Pesquisadora da Embrapa Florestas, Zoneamento Climático
elenice.fritzsos@embrapa.br

Itamar Antonio Bognola

Engenheiro Agrônomo , Doutor Em Engenharia Florestal, Pesquisador da Embrapa Florestas, Zoneamento Agroecológico, Levantamento e Classificação de Solos e Geoestatística
itamar.bognola@embrapa.br

Ivar Wendling

Engenheiro Florestal , Doutor Em Ciências Florestais Pela Universidade Federal de Viçosa, Pesquisador da Embrapa Florestas, Silvicultura Clonal e Propagação de Plantas
ivar.wendling@embrapa.br

Jarbas Yukio Shimizu

Engenheiro Florestal , Doutor Pela North Carolina State University (eua)
arbas.shimizu@sysflor.com.br

Joel Ferreira Penteado Junior

Economista , Mestre Em Agronomia Pela Universidade Federal do Paraná da Embrapa Florestas, Economia Agrícola e Avaliação de Impactos de Adoção de Tecnologias
joel.penteado@embrapa.br

Jorge Ribaski

Engenheiro Florestal , Doutor Em Ciências Florestais Pela Universidade Federal do Paraná, Pesquisador da Embrapa Florestas, Sistemas Agroflorestais
jorge.ribaski@embrapa.br

Juliana Degenhardt Goldbach

Engenheira Agrônoma , Doutora Em Ciências da Horticultura Com Ênfase Em Biotecnologia Vegetal Pela Universidade de Hannover, Pesquisadora da Embrapa Florestas, Cultura de Tecidos e Biotecnologia Vegetal
juliana.degenhardt@embrapa.br

Marcos Silveira Wrege

Engenheiro Agrônomo , Doutor Em Agronomia Em Produção Vegetal, Pesquisador da Embrapa Florestas, Agrometeorologia
marcos.wrege@embrapa.br

Rosana Clara Victoria Higa

Engenheira Agrônoma , Doutora Em Engenharia Florestal Pela Universidade Federal do Paraná e Pós-doutorado Pela University Of Florida, Pesquisadora da Embrapa Florestas, Ecofisiologia
rosana.higa@embrapa.br

Sergio Ahrens

Engenheiro Florestal , Doutor Em Engenharia Florestal Pela Universidade Federal do Paraná, Pesquisador da Embrapa Florestas, Silvicultura e Manejo de Plantações Florestais, Planejamento da Produção Florestal, Certificação Florestal, Legislação Ambiental e Florestal
sergio.ahrens@embrapa.br

Susete do Rocio Chiarello Penteado

Bióloga , Doutora Em Entomologia Pela Universidade Federal do Paraná, Pesquisadora da Embrapa Florestas, Entomologia Florestal
susete.penteado@embrapa.br

Valderes Aparecida de Sousa

Engenheira Florestal , Doutora Em Ciências Florestais Pela Universidade Georg August - Uiversitat Gottingen, Pesquisadora da Embrapa Florestas, Conservação da Natureza, Melhoramento Genético Florestal
valderes.sousa@embrapa.br

Washington Luiz Esteves Magalhaes

Engenheiro Químico , Doutor Em Ciências e Engenharia de Materiais Pela Universidade Federal de São Carlos, Pesquisador da Embrapa Florestas, Tecnologia da Madeira
washington.magalhaes@embrapa.br

Wilson Reis Filho

Engenheiro Agrônomo , Doutor Em Ciências Biológicas Pela Universidade Federal do Paraná , Entomologia Florestal
wilson@cnpf.embrapa.br

Expediente

Embrapa Florestas

Comitê de publicações

Patrícia Povoá de Mattos
[Presidente](#)

Elisabete Marques Oaida
[Secretário executivo](#)

Alvaro Figueredo do Santos
Antonio Aparecido Carpanezi
Claudia Maria Branco de Freitas Maia
Dalva Luiz de Queiroz
Guilherme Schnell e Schuhli
Luis Claudio Maranhão Froufe
Marilice Cordeiro Garrastazu
Sérgio Gaiad
[Membros](#)

Corpo editorial

Ananda Virginia de Aguiar
[Editor\(es\) técnico\(s\)](#)

Maria Paraguaçu de Souza Cardoso
[Revisor\(es\) de texto](#)

Elizabeth Denise Roskamp Câmara
Francisca Rasche
[Normalização bibliográfica](#)

Luciane Cristine Jaques
[Editoração eletrônica](#)

Embrapa Informação Tecnológica

Selma Lúcia Lira Beltrão
Rúbia Maria Pereira
[Coordenação editorial](#)

Corpo técnico

Cláudia Brandão Mattos (Auditora)
Karla Ignês Corvino Silva (Analista de Sistemas)
Talita Ferreira (Analista de Sistemas)
[Supervisão editorial](#)

Cláudia Brandão Mattos
Mateus Albuquerque Rocha (SEA Tecnologia)
[Projeto gráfico](#)

Embrapa Informática Agropecuária

Kleber Xavier Sampaio de Souza
Sílvia Maria Fonseca Silveira Massruha
[Coordenação técnica](#)

Corpo técnico

Leandro Henrique Mendonça de Oliveira (Suporte operacional)
[Publicação eletrônica](#)

Dácio Miranda Ferreira (Infraestrutura de servidor)
[Suporte computacional](#)

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa
Todos os direitos reservados, conforme [Lei nº 9.610](#)

Embrapa Informação Tecnológica
Fone: (61) 3448-4162 / 3448-4155 Fax: (61) 3272-4168