





Capítulo 8

Práticas sustentáveis para o eucalipto

Josiléia Acordi Zanatta | Alisson Moura Santos | Karina Pulrolnik |
Edina Regina Moresco | José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira

Introdução

Em um cenário global cada vez mais exigente por práticas produtivas sustentáveis, o setor de florestas plantadas no Brasil emerge como um modelo de sucesso. A história do setor florestal brasileiro é uma jornada de transformação e crescimento. Impulsionado por políticas de incentivo a partir dos anos 1960, o País viu suas plantações comerciais expandirem, ocupando hoje 10 milhões de hectares. No coração desse avanço está o eucalipto, uma espécie que passou a dominar 77% da área total de florestas plantadas no Brasil. O setor florestal nacional tem se destacado não apenas pela sua impressionante contribuição econômica, mas também pelo seu compromisso com a sustentabilidade e a bioeconomia. Mais do que um motor econômico que contribui para o superavit da balança comercial, esse setor tem se mostrado um pilar de inovação. Este capítulo detalha como a Taxonomia Sustentável Brasileira (TSB) para o eucalipto pode colocar o Brasil na vanguarda da silvicultura sustentável, por meio de práticas de manejo sustentável como um papel fundamental na mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Importância da atividade para a agricultura brasileira

As plantações florestais comerciais foram impulsionadas por incentivos fiscais a partir da década de 1960 no Brasil, e atualmente ocupam cerca de 10 milhões de hectares, representando 1% do território brasileiro. O setor florestal tem merecido cada vez mais atenção, principalmente em razão do aumento na demanda por produtos florestais, seja pelo aumento na demanda de exportação de celulose, seja pela crescente demanda por madeira nas cadeias produtivas ligadas ao agronegócio.

Os grandes avanços do setor florestal nas últimas décadas têm evidenciado as significativas contribuições para o superavit da balança comercial, ampliando a importância desse setor na economia brasileira. Por causa das condições climáticas favoráveis brasileiras, pela competência e expressividade técnico-científica na área silvicultural, a atividade florestal e os produtos por ela gerados têm contribuído para a modificação do quadro econômico de várias regiões brasileiras. Com mérito destacado, o segmento

é dinâmico e as tendências de crescimento têm-se apresentado maiores a cada ano.

As espécies do gênero *Eucalyptus* têm se destacado dentre as outras espécies florestais. O eucalipto possui uma área de 7,8 milhões de hectares, o que representa 77% da área total de árvores plantadas (Indústria Brasileira de Árvores, 2024). Nos últimos 10 anos, a área com eucalipto cresceu 41%. Isso graças às vantagens que essa espécie oferece, seja pelo arcabouço tecnológico já desenvolvido e aplicado no manejo da espécie e/ou pelo fato de reunir vários aspectos favoráveis, como rápido crescimento, produtividade, ampla diversidade de espécies, grande capacidade de adaptação e aplicação para as diversas finalidades (Mora; Garcia, 2000).

Apesar da grande expressão apresentada atualmente, o histórico de cultivos florestais é relativamente recente. Entre as décadas de 1970 e 1980, os cultivos florestais eram concentrados nas regiões Sul e Sudeste do País. No entanto, com os crescentes avanços advindos do desenvolvimento florestal, os cultivos florestais comerciais avançaram para várias outras regiões do Brasil, como Bahia e regiões do Centro-Oeste e Norte do País. O crescimento em área nessas regiões tem-se intensificado, especialmente por causa da implantação de grandes indústrias ligadas ao setor florestal nessas regiões.

A produção do eucalipto é base para uma ampla gama de produtos utilizados pela população. No caso do eucalipto, os principais usos da madeira incluem:

Geração de carvão vegetal: o Brasil é uma referência mundial em tecnologia para carvão vegetal (Sindicato da Indústria do Ferro no estado de Minas Gerais, 2025).

Produção de celulose e papel: a celulose e o papel são produtos de grande importância, representando um quarto do volume financeiro das operações rotuladas no Brasil, e o Brasil é um dos principais países produtores.

Produção de lenha: empregada para gerar energia térmica em processos agroindustriais, como a secagem de grãos (milho, soja, trigo, entre outros) bem como nas indústrias ceramistas, cimentícias, de mineração e alimentícias.

Produção de madeira tratada, madeira serrada e painéis: são usados em setores como a indústria moveleira e da construção civil, incluindo pisos laminados, esquadrias e móveis.

Além desses usos primários, a madeira de eucalipto serve de matéria-prima para uma crescente gama de bioprodutos, tais como roupas e tecidos (incluindo viscose para a indústria têxtil); embalagens em geral; geração de bioenergia, incluindo pellets e cavacos de madeira para celulose; usos na indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia, como resinas, mel, desinfetantes, aromatizantes, espessantes, solventes, vernizes, colas, borracha sintética, tintas para impressão, ceras e graxas; entre outros. A maioria desses produtos estão presentes no dia a dia das pessoas e, por serem de fonte renovável, substituem com vantagens aqueles feitos a partir de fontes fósseis (Oliveira; Oliveira, 2017).

Economicamente, o eucalipto é a espécie predominante no setor de florestas plantadas, contribuindo significativamente para o produto interno bruto (PIB), a balança comercial e a geração de empregos. Em 2023, o valor bruto da produção do setor de florestas plantadas atingiu R\$ 202,6 bilhões (Indústria Brasileira de Árvores, 2024). O Brasil se tornou um relevante *player* mundial no que tange ao eucalipto, com unidades fabris de processamento da madeira com elevado know-how tecnológico. O setor está em ascensão constante na economia brasileira, promovendo a bioeconomia, tanto no mercado interno quanto externo. Mesmo diante de um cenário global desafiador, o setor brasileiro apresenta alta competitividade global e teve um segundo melhor desempenho de exportação nos últimos 10 anos, alcançando US\$ 12,7 bilhões em 2023. Além de exportar,

o setor abre uma nova fábrica a cada ano e meio no Brasil, ampliando a oferta de empregos diretos e indiretos.

Na perspectiva ambiental, a sustentabilidade é um tema prioritário para o setor florestal brasileiro, que se destaca pelo emprego de práticas sustentáveis para atender à demanda por produtos florestais e contribui para a redução da pressão sobre as florestas nativas. Além disso, cada vez mais cresce a demanda da sociedade por processos produtivos e padrões de consumo mais sustentáveis. Nesse sentido, é também notório que diversos países têm investido em novas tecnologias e políticas públicas para ampliar a adoção de práticas industriais ambientalmente sustentáveis. Essas ações, em diferentes esferas governamentais, priorizam a redução do uso de combustíveis fósseis e a descarbonização da matriz energética. Dessa forma, a biomassa florestal proveniente dos plantios florestais também tem se destacado como uma alternativa viável para a geração de energia renovável.

O sucesso do cultivo de eucalipto no Brasil é resultado de sua boa adaptação às diversas condições ambientais brasileiras, rápido crescimento, elevada produtividade de madeira, ciclo de curta duração (5 a 7 anos) quando comparado com outras espécies, adequação da madeira ao uso final e elevado grau tecnológico das práticas silviculturais.

A introdução do gênero *Eucalyptus* no Brasil se deu no ano de 1825, no Jardim Botânico do Rio de Janeiro com o *Eucalyptus robusta*. No entanto, Navarro de Andrade foi o principal responsável pelas primeiras introduções em escala do eucalipto no Brasil entre os anos de 1905 e 1915 no estado de São Paulo (Moura et al., 1980).

Hoje, no Brasil, há cerca de 7,8 milhões de hectares plantados de eucalipto (Indústria Brasileira de Árvores, 2024), e os principais produtos industriais da madeira de eucalipto são celulose, papel, painéis laminados, pisos laminados, car-

vão vegetal e produtos sólidos de madeira (madeira para serraria). Atualmente as espécies mais utilizadas de eucalipto no Brasil são: *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. viminalis* e os híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis* (*urograndis*) (Embrapa Florestas, 2019). A produtividade média de madeira de eucalipto no Brasil foi estimada em 33,7 m³/ha/ano (com casca), com idade média de 7,2 anos. O estado com a menor produtividade média registrou 20 m³/ha/ano, enquanto o estado com a maior média de produtividade alcançou 41,1 m³/ha/ano (Indústria Brasileira de Árvores, 2024).

A implantação de povoamentos de eucalipto inicia com levantamentos de topografia, solo e vegetação existentes. A implantação compreende desde a escolha do local de plantio até o estabelecimento da floresta, que geralmente ocorre no segundo ou terceiro ano. As operações intermediárias incluem combate a formigas e cupins, amostragem do solo, abertura de estradas e aceiros, limpeza, preparo do solo, escolha do espaçamento de plantio, fertilização e correção do solo, além de tratamentos culturais para manutenção do povoamento (Paiva et al., 2011).

Avanços da pesquisa em direção a uma atividade cada vez mais sustentável

As florestas plantadas, quando implementadas corretamente, desempenham um papel essencial na qualidade de vida da população por causa dos benefícios ambientais proporcionados, incluindo serviços ecossistêmicos (Bordorn et al., 2021; Parron et al., 2021). Os benefícios incluem conservação do solo pela diminuição da erosão (Oliveira et al., 2014); melhoria do volume e qualidade da água pela cobertura do solo e aumento da infiltração de água (Bruijnzeel, 2004); atenuação de efeitos climáticos negativos (geadas, estiagem); ciclagem de nutrientes (Santana et al., 2008) especialmente de camadas mais

profundas do solo, e sequestro de carbono atmosférico (Gatto et al., 2011); manutenção da biodiversidade e recuperação de áreas degradadas (Viani et al., 2010; Oliveira et al., 2021); redução da pressão sobre as florestas nativas (Baena, 2005) e aumento da biodiversidade (Indústria Brasileira de Árvores, 2024); por fim, o efeito da sombra sobre o conforto de animais criados em sistema silvipastoril (Porfírio-da-Silva et al., 2009). O plantio florestal em pequenas e médias propriedades rurais com espécies de eucalipto, quando realizados de forma planejada e com o manejo adequado, contribui para a diversificação da produção e da renda.

Entre os avanços da pesquisa e do desenvolvimento no setor de plantações florestais no Brasil, visando a uma atividade cada vez mais sustentável, destacam-se:

Melhoramento genético e silvicultura avançada: a pesquisa florestal no Brasil tem se concentrado na integração de estratégias genéticas e silviculturais para mitigar restrições abióticas e bióticas, que limitam o desempenho dos plantios de eucalipto (Pinto Júnior, 2021; Resende Alves, 2021). Isso inclui o desenvolvimento de híbridos interespecíficos, explorando a complementaridade de caracteres entre espécies, ampliando a resiliência dos plantios frente à ocorrência de eventos climáticos extremos, bem como a manutenção de elevados níveis de produtividade, sobretudo em novas fronteiras. O melhoramento tem avançado de forma integrada a distintas abordagens silviculturais, buscando tornar os plantios mais sustentáveis e resilientes por meio da otimização dos recursos e da adaptação às condições edafoclimáticas. O melhoramento genético tem desenvolvido cultivares mais tolerantes a estresses hídricos e térmicos, focando também na maior eficiência no uso da água. Além disso, a silvicultura abrange práticas como a definição de densidade de plantio e a aplicação de desbastes (colheitas parciais) e desramas (podas de galhos). Os desbastes são cruciais para diminuir a população

de árvores, permitindo maior entrada de luz e aumentando a disponibilidade de água e nutrientes para as árvores remanescentes, o que favorece seu crescimento. Os desbastes também podem melhorar a qualidade da madeira e antecipar o retorno econômico. A desrama visa obter madeira livre de nós (“clear”), o que aumenta seu valor comercial, especialmente para usos como serraria. Essa aplicação tem sido muito demandada para sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). A pesquisa em silvicultura gera informações aplicáveis ao manejo das florestas plantadas.

Manejo integrado e práticas de campo sustentáveis: o setor adota e aprimora continuamente boas práticas silviculturais e operacionais baseadas em tecnologias sustentáveis, validadas em campo por empresas e instituições de pesquisa. Estudos comparam diferentes sistemas de manejo para avaliar seu impacto, por exemplo, sobre as perdas de solo e água por erosão hídrica. Houve conquistas significativas na eliminação da queima para limpeza de área e na adoção de técnicas para melhor conservação de solos, resultando em sistemas de preparo com perturbação mínima do solo, como cultivo mínimo. A pesquisa embasa recomendações técnicas, como no manejo de plantas invasoras. A pesquisa também analisa o impacto de operações, como a colheita de madeira na compactação do solo, e busca métodos de prevenção e recuperação. O manejo adequado dos resíduos da colheita é considerado crucial para a sustentabilidade e a proteção do solo, com suporte de pesquisa sobre impacto em aspectos como fluxo de gases de efeito estufa (GEE), carbono e atividade biológica do solo.

Uso eficiente da água: a relação entre plantações florestais e recursos hídricos é um foco de pesquisa. Estudos avaliam o uso da água e a eficiência no uso da água (produção de madeira por unidade de água consumida) em plantações de eucalipto. Embora o eucalipto tenha alta demanda por água por causa do seu rápido cresci-

mento, a pesquisa mostra que, sob manejo adequado, ele utiliza a água de forma eficiente por quilograma de madeira produzida em comparação com outros tipos de vegetação. O manejo florestal sustentável é fundamental para evitar impactos negativos, como erosão e perdas de sedimentos e nutrientes nas microbacias. Estudos têm sido realizados também para subsidiar a tomada de decisão sobre impactos na sobrecarga de bacias hidrográficas, e cuidado especial tem sido dedicado à manutenção de nascentes e à perenidade dos cursos d'água.

Produção de mudas e viveiros: a pesquisa busca otimizar a produção de mudas de alta qualidade (genética, sanidade, estrutura). Existem parâmetros recomendados para mudas aptas ao plantio, como altura da parte aérea, diâmetro de colo e desenvolvimento do sistema radicular. A pesquisa também estuda o uso de tecnologias, como hidrogel, para possibilitar a redução da irrigação e melhorar o crescimento inicial das mudas. Cuidados importantes durante o plantio, baseados em conhecimento técnico, incluem evitar a exposição do sistema radicular e o “afogamento do coleto” (enterrio excessivo do caule). Viveiros tecnificados e o tratamento eficiente da água neles utilizado são impulsionados por requisitos de legislação e normas de certificação.

Conservação do solo e proteção de recursos hídricos: as plantações florestais, por causa do seu ciclo longo e da cobertura do solo proporcionada pela serapilheira e sub-bosque, atuam na proteção do solo, reduzindo processos erosivos. Sistemas de manejo adequados em plantios de eucalipto têm papel importante na conservação do solo e da água, especialmente em áreas de uso intensivo. Práticas que reduzem o escoamento superficial e o assoreamento são essenciais para a preservação dos recursos hídricos. A prevenção da erosão hídrica é considerada a principal causa do empobrecimento do solo e assoreamento dos cursos d'água. Práticas de manejo como a redução do escoamento su-

perficial da água das chuvas, a abertura e manutenção de estradas com drenagem eficiente e o preparo conservacionista do solo (cultivo mínimo) reduzem a erosão e o risco de assoreamento dos cursos d'água, contribuindo para a preservação dos mananciais hídricos.

Biodiversidade e conectividade: a pesquisa contribui para entender a relação entre plantações florestais e biodiversidade. Estudos têm investigado a presença de fauna em plantios comerciais, como aves, morcegos, invertebrados e répteis. Pesquisas citadas mostram que plantios de eucalipto podem abrigar um número considerável de espécies em comparação com outros usos da terra. O conceito da matriz da paisagem e como as plantações podem complementar recursos, permitir a dispersão entre fragmentos florestais e atuar como zonas tampão para mitigar efeitos de borda são abordados na pesquisa. Empresas do setor realizam estudos faunísticos (qualitativos e quantitativos) e, em alguns casos, possuem infraestrutura específica para manejo da fauna silvestre. O monitoramento de espécies invasoras também é parte do manejo.

Mitigação da mudança climática: a expansão das áreas plantadas e de conservação leva ao aumento na remoção e estoque de carbono, com pesquisa avaliando o impacto do manejo, como a gestão de resíduos, no carbono do solo. A atuação do setor está alinhada com as contribuições nacionais determinadas pelo Brasil (em inglês Nationally Determined Contribution – NDC) no âmbito do Acordo de Paris.

Novos produtos e bioeconomia: o investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) tem resultado no desenvolvimento de diversos produtos a partir de árvores plantadas, impulsionando a bioeconomia. A imensa lista de produtos oriundos da floresta exemplifica a diversidade de produtos da madeira serrada (móveis, construção civil), pisos laminados, serrados e móveis de madeira. A pesquisa contribui para otimizar o manejo florestal visando à produção de madeira

com características específicas para os diferentes usos, como desbastes e desramas voltadas à obtenção de madeira de maior qualidade para uso em serrarias. Serrarias móveis representam uma tecnologia que permite o processamento prévio da madeira na propriedade, agregando valor e aumentando a renda, especialmente para pequenos produtores.

Certificação florestal: a certificação florestal, um requisito de mercado, exige o cumprimento de normas rigorosas relacionadas a direitos trabalhistas, saúde e segurança dos trabalhadores, garantindo que o setor opere de forma ética e responsável. As certificações florestais (como Forest Stewardship Council – FSC) desempenham um papel crucial ao agregar valor aos produtos, fortalecer a posição do Brasil no mercado global e reforçar a imagem de um setor comprometido com práticas sustentáveis. As certificações impulsionam a adoção de práticas mais rigorosas do que a legislação exige, especialmente no uso de produtos químicos, incentivando a busca por alternativas de menor impacto ambiental. A busca por certificação foi, em parte, motivada pelas pressões ambientalistas, levando o setor a se aproximar da sociedade. O planejamento do manejo é a base para um sistema eficiente e sustentável, contemplando estudos de impacto ambiental e zoneamento. A delimitação adequada das áreas de plantio e de proteção ambiental é fundamental. O setor mantém áreas de vegetação nativa conservadas.

Transição para sistemas cada vez mais sustentáveis

O setor florestal brasileiro, especialmente no cultivo de eucalipto, consolidou-se como uma referência mundial em eficiência e inovação florestal. Após décadas de investimentos contínuos em P&D por parte do setor público e privado, o Brasil conquistou posição de vanguarda

em tecnologia florestal. Os elevados patamares de qualidade florestal são acompanhados pela estreita relação com os aspectos relacionados a sustentabilidade. Tanto que há uma ampla adesão do setor florestal aos sistemas de certificação, como o FSC e o Programa Brasileiro de Certificação Florestal (Cerflor). Atualmente, milhões de hectares de florestas plantadas com eucalipto são certificadas por esses organismos, refletindo o compromisso no uso de práticas que dialogam com os aspectos sociais, ambientais e econômicos.

A Taxonomia Sustentável Brasileira (TSB) surge como um instrumento estratégico para ampliar a adoção de práticas com abordagens integradas. A TSB apresenta componentes estruturantes para uma maior eficiência produtiva com uma abordagem sistêmica e estruturada em aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais. As práticas sugeridas contribuem não apenas para o fortalecimento da sustentabilidade no campo, mas também na melhoria contínua da gestão administrativa da propriedade rural, sobretudo no aspecto relacionado ao planejamento e monitoramento das atividades desenvolvidas, independentemente do tamanho da propriedade.

Contribuição do eucalipto para os objetivos da Taxonomia Sustentável Brasileira

Objetivo 1 da Taxonomia Sustentável Brasileira – Mitigação da mudança do clima

As práticas silviculturais sustentáveis no setor florestal brasileiro são fundamentais para a mitigação da mudança climática, além de estarem alinhadas com compromissos globais dado pelas ações nacionalmente determinadas do Brasil, onde as florestas plantadas respondem pela

mitigação de 500 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO_2) (Brasil, 2021). O setor de árvores cultivadas é considerado parte da solução para a equação climática e tem investido intensamente em tecnologias e práticas de manejo para minimizar o impacto ambiental e contribuir no enfrentamento da mudança climática.

As árvores plantadas removem e estocam carbono da atmosfera, sendo essa uma consequência do crescimento da floresta e que reflete o conjunto de boas práticas adotado. As práticas de manejo podem aumentar o estoque de carbono na biomassa, no solo, na redução do fluxo de GEE do solo e também no armazenamento de carbono em produtos florestais. Portanto, a utilização da madeira e de práticas silviculturais que promovem um balanço positivo de carbono são medidas que aumentam a capacidade de mitigação das florestas de eucalipto.

O eucalipto é uma espécie de rápido crescimento. A combinação de fatores genéticos, fisiológicos e de manejo faz com que o eucalipto atinja porte comercial em ciclos de produção significativamente mais curtos, em média 7 anos, em comparação com a maioria das espécies florestais nativas ou outras espécies exóticas cultivadas para fins madeireiros. Durante seu rápido crescimento, o eucalipto absorve CO_2 da atmosfera através da fotossíntese, armazenando o carbono em sua biomassa (tronco, galhos, folhas e raízes) e no solo. Estudos indicam que plantações de eucalipto podem absorver quantidades consideráveis de carbono por hectare, funcionando como importantes reservatórios. Rodrigues et al. (2023), ao testar diferentes clones de eucalipto em São Paulo aos 84 meses, quanto à capacidade de acúmulo de carbono na biomassa, verificaram estoques maiores de $180 \text{ t CO}_2/\text{ha}$, variando de 180 a $220 \text{ t CO}_2/\text{ha}$, dependendo do clone e do espaçamento adotado. Em Minas Gerais, que é o estado com maior área plantada do Brasil, Gatto et al. (2011), numa série de avaliações em diferentes regiões mineiras, observaram a variação de 85 a $116 \text{ t CO}_2/\text{ha}$. A quantida-

de de carbono armazenado varia com o clone e o espaçamento de plantio, mas também com o ambiente produtivo, idade do plantio, mas, em geral, quantidades significativas de carbono são armazenadas na biomassa florestal.

A seleção de espécies e clones de eucalipto adaptados às condições locais otimiza o crescimento e, consequentemente, a absorção de carbono. O manejo adequado, incluindo espaçamento, adubação e controle fitossanitário, garante a saúde e o vigor das árvores, potencializando o sequestro de carbono. Parte do carbono da biomassa florestal permanece estocado na madeira mesmo após o corte, especialmente quando a madeira é utilizada em produtos de longa duração, como móveis e materiais de construção.

A substituição de materiais como aço ou concreto por madeira na construção civil e o uso de resíduos florestais para substituir combustíveis fósseis também contribuem significativamente para a redução de CO_2 na atmosfera. A escolha da madeira em vez de aço ou concreto na estrutura ou em outros componentes de uma edificação evita as emissões de GEE que seriam geradas pela fabricação desses materiais mais poluentes pela elevada demanda de energia na sua produção. A quantidade de carbono armazenado em 1 m^3 de madeira pode ser de aproximadamente 1 tonelada de CO_2 equivalente ($\text{t CO}_2\text{-e}$), dependendo da densidade da madeira. Esse carbono só é liberado de volta para a atmosfera se a madeira for queimada ou se decompor ao final de sua vida útil. Em uma meta-análise de 21 estudos, o efeito mitigador da substituição de aço e concreto por madeira foi de aproximadamente 2 t CO_2 por tonelada de madeira que substitui produtos não madeireiros. Em outras unidades, esse valor corresponde a uma redução de emissão de aproximadamente $3,9 \text{ t CO}_2\text{-e}$ por tonelada de madeira seca utilizada, ou cerca de $1,9 \text{ t CO}_2\text{-e}$ por metro cúbico de madeira, assumindo a densidade da madeira de 500 kg/m^3 .

As plantações de eucalipto desempenham um papel significativo no ciclo do carbono, não apenas pelo carbono da biomassa acima do solo, mas também pelo armazenamento de carbono no solo. Estudos realizados em diversas regiões do País indicam que os valores de carbono no solo sob eucalipto podem variar consideravelmente, influenciados por uma série de fatores edafoclimáticos, de manejo e a idade do povoamento (Denardin et al., 2014). A magnitude dos estoques de carbono no solo varia de aproximadamente 80 a mais de 180 t/ha, na camada de 0–100 cm. Na região centro-leste de Minas Gerais, Gatto et al. (2010) identificaram estoques de carbono no solo em diferentes classes de solo, com valores que variaram de cerca de 95 a 183 t/ha. Numa compilação de dados, Zanatta et al. (2020), para a camada de 0–20 cm, observaram valores que variaram de 15 a 102 t CO₂/ha, com predomínio de valores (60% dos dados) entre 40 e 52 t CO₂/ha.

Práticas que visam à conservação do solo e ao aporte de resíduos vegetais, como o manejo de resíduos da colheita e o mínimo revolvimento, são essenciais para manter o potencial de sequestro de carbono dos solos florestais. Embora controversa, a retirada de resíduos vegetais da colheita florestal também pode ser uma forma de reduzir a emissão de GEE pelo uso de bioenergia em detrimento de combustível fóssil. No solo, a manutenção dos resíduos é fundamental para manter a atividade biológica e os estoques de carbono. São José et al. (2023), numa condição de solo arenoso no Rio Grande do Sul, verificaram que na segunda rotação de retirada de resíduo os efeitos já foram marcantes na qualidade do solo (São José et al., 2023), nos estoques de carbono e na produtividade (São José et al., 2023). Esses resultados reforçam que a estratégia de manutenção dos resíduos no solo é essencial para a mitigação da mudança do clima.

O preparo do solo, pela técnica do cultivo mínimo, também se estabelece como técnica silvicultural que contribui para a mitigação climá-

tica, pelo aumento da produtividade florestal e controle nas perdas de solo. Nesse método de preparo, a maior parte dos resíduos culturais é mantida na superfície do solo, o que traz vantagens na proteção contra erosão pelo impacto direto das gotas de chuva, atenuando a velocidade da água superficial e o assoreamento de cursos d'água, protegendo mananciais hídricos; auxilia na conservação da umidade do solo na superfície, na melhoria da atividade biológica, bem como na melhoria da fertilidade e das propriedades físicas do solo (Sanches et al., 1995), sem esquecer das vantagens operacionais (maior capacidade de trabalho) e econômicas (menor custo) (Dedecek et al., 2007).

O manejo integrado, que combina monitoramento, controle biológico e uso seletivo de produtos químicos, é fundamental para a sustentabilidade e para manter a saúde das plantações. Priorizar métodos biológicos, como o uso de inimigos naturais, reduz a dependência de defensivos e seus potenciais impactos ambientais. Manter plantações saudáveis garante sua capacidade contínua de sequestro de carbono. Ataques severos de pragas ou doenças podem levar ao enfraquecimento extremo ou à morte das árvores. Quando as árvores perdem biomassa ou em casos mais extremos morrem, o carbono que estava armazenado em sua biomassa entra em decomposição, em que o CO₂ é liberado à atmosfera, mas também como metano em certas condições. O controle fitossanitário previne perdas significativas de árvores, evitando, assim, a liberação desse carbono armazenado.

Objetivo 2 da Taxonomia Sustentável Brasileira – Adaptação às mudanças climáticas

As práticas ressaltadas na TSB podem contribuir na adaptação climática da agricultura e silvicultura, principalmente no cultivo de eucalipto, ao abordar a redução de riscos e vulnerabilidades associadas à mudança climática (Bordorn et al., 2021).

As mudanças climáticas são definidas pela alteração na média ou variabilidade de parâmetros como temperatura, precipitação e vento ao longo do tempo, incluindo a frequência e intensidade de eventos extremos. Dessa forma, as práticas de manejo do solo que favorecem a conservação do solo e da água, como o diagnóstico e correção da fertilidade de solo e o manejo nutricional do eucalipto — visando à otimização da nutrição das plantas —, também refletem em plantas saudáveis e bem nutridas e, portanto, mais resilientes a estresses ambientais. Notadamente, a adubação com potássio (K) melhora a resiliência de plantas ao estresse hídrico ao otimizar o equilíbrio hídrico celular, fortalecer os tecidos e, em algumas situações, induzir mecanismos de tolerância à seca (Mendes et al., 2013; Ramos et al., 2021). O K é reconhecido por sua função de manutenção da água nos tecidos vegetais. O potássio regula a abertura e fechamento dos estômatos, controla a pressão osmótica nas células, aumenta a espessura da cutícula e da parede celular, bem como auxilia na fotossíntese em condições de estresse. A eficiência do K no controle do estresse hídrico já foi avaliada inclusive em espécies nativas amazônicas, nas quais a presença de K no solo afetou a taxa de transpiração e melhorou a eficiência de uso da água, indicando que variações na disponibilidade de nutrientes influenciam a fisiologia das árvores e sua capacidade de resistir a secas extremas (Amaral, 2024). Plantas bem nutridas em K apresentam maior resistência a períodos de secas e geadas, por causa da maior retenção de água.

O uso de bioinsumos também pode aumentar a disponibilidade e absorção de nutrientes, fortalecer o sistema radicular e induzir resistência a patógenos. Isso melhora a nutrição e promove maior resiliência do plantio, tornando as árvores mais aptas a suportar condições adversas causadas pelas mudanças climáticas, como déficit hídricos ou temperaturas elevadas. Recentemente, também há bioinsumos específicos

para auxiliar na resiliência a estresse hídrico, recomendado para culturas agrícolas (Auras). O bioinsumo minimiza os efeitos da falta de água, promove a hidratação das raízes, melhora a fisiologia das plantas e permite que elas respondam melhor à escassez de água.

As práticas como cultivo mínimo, plantio em curvas de nível, manutenção de resíduos no solo pós-colheita também ajudam na conservação da umidade do solo e, assim, na redução de estresse hídrico. A manutenção dos resíduos na superfície do solo, além do efeito na conservação da umidade (Debiasi et al., 2022), também contribui no longo prazo com a formação de matéria orgânica no solo. A matéria orgânica tem efeito direto na capacidade produtiva dos solos, relacionando-se com a produção florestal (São Jose et al., 2022). Por sua vez, o talhamento da área produtiva e a alocação de estradas possibilitam a formação de zonas homogêneas, bem como a delimitação do terreno para minimizar as perdas de solo e água do terreno. A degradação do solo e as perdas de serviços ecossistêmicos são impactos diretos das mudanças climáticas. Essas práticas ajudam a minimizar a erosão e a compactação, proteger o solo e incorporar matéria orgânica, bem como conservar solo e água, o que é crucial, dado que o suprimento hídrico para a agricultura brasileira depende quase totalmente das chuvas e é um grande fator de risco climático.

Outra prática que pode ser relevante à adaptação climática em plantios de eucalipto é o plantio em mosaicos florestais. Os plantios em mosaicos intercalam áreas de floresta plantada de eucalipto (em diferentes idades) com áreas circunvizinhas a fragmentos florestais nativos. Essa combinação contribui para a manutenção e conservação de solos, recursos hídricos e biodiversidade. Florestas nativas e biodiversidade desempenham papéis importantes na mitigação da variação climática, absorção de gás carbônico e proteção de nascentes, serviços ecossistêmicos que são impactados pelas mudanças climáticas.

cas. A manutenção da biodiversidade aumenta a resiliência do ambiente de produção.

Com relação a pragas e doenças, as mudanças climáticas influenciam a incidência e gravidade de surtos. A adoção de material genético adequado, resistente ou tolerante a insetos-pragas e doenças, aborda diretamente esse risco aumentado (Ghini, 2005). Além da possibilidade de potencializar pragas e doenças já existentes na cultura, há certa apreensão por novas espécies de pragas ou pragas secundárias/doenças, que, atualmente, são restritas pela baixa temperatura ou condição adversa ao desenvolvimento. O controle biológico, em particular, utiliza predadores ou microrganismos naturais, promovendo um equilíbrio ecológico que pode aumentar a resiliência do sistema florestal contra surtos impulsionados pelo clima. No entanto, existe uma preocupação crescente de que o impacto da mudança climática afete essa simbiose (Forrest, 2015).

Outra alternativa, dentro da gama de possibilidade de alternativas de adaptação, são testes de outros materiais genéticos, potencialmente aptos às condições futuras, seja como base para substituição, seja como fonte de material genético para melhoramento orientado à adaptação das espécies atuais. As estratégias de manejo para adaptação de florestas plantadas à mudança do clima, assim com as estratégias de melhoramento genético, devem considerar diferentes escalas temporais. Maior tolerância das culturas a estresses abióticos (por exemplo, calor, seca, inundação, geada, aumento da temperatura da água) será necessária. No entanto, Chaves (2018) alerta que a seleção de material genético baseado em curto prazo não é totalmente compatível com a adaptação e o desenvolvimento de florestas em locais com clima muito variável.

O mapeamento de áreas de risco e plano de combate a incêndios é uma medida de adaptação planejada que lida diretamente com o aumento da frequência de incêndios florestais

associado à seca e às mudanças nos padrões de precipitação. O planejamento considerando o histórico de incêndios e o tipo de vegetação é parte da gestão de riscos.

Objetivo 3 da Taxonomia Sustentável Brasileira – Proteção e restauração da biodiversidade e ecossistemas

As plantações comerciais de eucalipto podem estar vinculadas à proteção e restauração da biodiversidade e ecossistemas de diversas formas (Oliveira; Oliveira, 2021). Uma das práticas que contribui significativamente para a biodiversidade é o uso de mosaicos florestais no manejo de plantios comerciais (Reis et al., 2025). Essa prática intercala plantios produtivos com áreas de vegetação natural, criando corredores ecológicos que promovem a conexão de fragmentos florestais. Esses corredores fornecem abrigo e proteção para a fauna e aumentam a dispersão de sementes de espécies nativas. A interligação de fragmentos florestais e a conservação de faixas de vegetação nativa entremeadas à floresta de produção são ações que contribuem para a biodiversidade (Medeiros et al., 2009). O setor florestal tem atuado positivamente no cumprimento da legislação referente a áreas protegidas, como as áreas de preservação permanente (APPs), e frequentemente conserva ou enriquece fragmentos nativos em propriedades com povoamentos plantados que excedem os requisitos legais, mantendo, pelo menos, um hectare preservado para cada um a dois hectares plantados (Garlipp; Foelkel, 2009).

A relação das plantações florestais comerciais com a biodiversidade vegetal e a fauna bem como sua capacidade de conviver com a regeneração natural em seu sub-bosque dependem intrinsecamente da finalidade do empreendimento, sua relação espaço-temporal com a vizinhança e o regime de manejo sustentável. Estudos comprovam a possibilidade de utilização de plantios florestais comerciais como facilitadores da restauração de ecossistemas. Há uma ten-

dência mundial de compreender que plantios comerciais não devem ser vistos apenas como áreas de produção, mas que, se manejados adequadamente para preservar o sub-bosque, podem funcionar como refúgios de biodiversidade para alguns grupos de seres vivos. Isso ajuda a desfazer a ideia de que plantações florestais são invariavelmente “desertos verdes” (Oliveira; Oliveira, 2017).

Trabalhos indicam que, dependendo do manejo, um povoamento de eucalipto pode facilitar a regeneração da vegetação nativa no sub-bosque, possibilitando a restauração florestal (Oliveira; Pinto Júnior, 2021). Constatações mostram que nesses plantios há possibilidade de formação de sub-bosques a partir de sementes trazidas por dispersores naturais ou disponíveis no banco do solo (Onofre et al., 2010; Soares; Nunes, 2013). Mesmo áreas que há muitos anos foram pastagens, quando convertidas em cultivos florestais, oferecem oportunidade de regeneração de espécies nativas e formação de floresta natural. A regeneração natural sob plantações florestais pode catalisar a conservação da biodiversidade. Espécies florestais plantadas podem desempenhar o mesmo papel que espécies pioneiras em uma área (Tabarelli et al., 1993; Silva Júnior et al., 1995). Um projeto no estado do Paraná tem usado o eucalipto como espécie facilitadora para o desenvolvimento de espécies nativas em áreas de reserva legal, utilizando plantios mistos em áreas de pastagem degradada (Oliveira et al., 2011). O eucalipto facilita a regeneração natural e o crescimento de plantas no sub-bosque, protegendo-as do sol intenso e formando um microclima favorável.

As plantações florestais, dependendo das práticas de manejo, podem contribuir para amenizar impactos ambientais e sociais a partir da provisão de serviços ecossistêmicos (Campoe et al., 2014; Silva et al., 2019). Elas afetam uma ampla gama de serviços, incluindo qualidade do solo, sequestro e estoque de carbono, serviços de polinização, dispersão de sementes e

biodiversidade. A produção de mel de eucalipto é beneficiada pelo cultivo, contribuindo para a preservação de polinizadores, especialmente abelhas. O cultivo de eucalipto pode contribuir para a manutenção e expansão do serviço de polinização (serviço de regulação) e produção de mel (serviço de provisão). Reflorestamentos com eucalipto apresentam excelente potencial para a criação de abelhas, e o eucalipto, por raramente necessitar de tratamentos químicos, tem potencial para a certificação de mel orgânico. Sistemas de ILPF e sistemas agroflorestais (SAFs), que utilizam o eucalipto, contribuem como estratégias que permitem a inserção de abelhas e a diversificação produtiva (Santarosa et al., 2014).

Projetos da Embrapa buscam soluções para passivos ambientais, como áreas degradadas, e orientam produtores rurais para a adequação ambiental, apresentando a interação de espécies nativas com florestas comerciais como uma solução para a restauração florestal (Oliveira; Pinto Júnior, 2021). Avaliações ecológicas em sub-bosques de eucalipto e remanescentes florestais, como a biodiversidade da flora e fauna e a regeneração natural, permitem associar o uso da terra com os serviços ecossistêmicos gerados. O uso de geotecnologias também é empregado para selecionar áreas para recomposição



Foto: Magda Cruciol

vegetal e promover a conectividade entre remanescentes florestais (Ronquim et al., 2016).

Portanto, como ressaltado por Reis et al. (2025), as plantações comerciais de eucalipto, quando manejadas adequadamente, podem desempenhar um papel positivo na proteção e restauração da biodiversidade e dos ecossistemas, por meio da criação de corredores ecológicos, conservação de fragmentos nativos, melhoria das condições do solo e da água, facilitação da regeneração natural no sub-bosque e provisão de serviços ecossistêmicos, como polinização e sequestro de carbono.

Objetivo 4 da Taxonomia Sustentável Brasileira – Uso sustentável do solo e conservação, manejo e uso sustentável das florestas

Pesquisas demonstram que sistemas de manejo adequados em plantios de eucalipto contribuem para a proteção do solo e da água. Nesses sistemas, as perdas de solo e da água permanecem inferiores aos limites de tolerância admissíveis para certas classes de solo, especialmente quando comparados a áreas de solo descoberto ou sob pastagem. Práticas de manejo que reduzem o escoamento superficial e o assoreamento são essenciais para a preservação dos recursos hídricos. O plantio de eucalipto em nível, com a manutenção dos resíduos, reduz a perda de solo e água, demonstrando a importância da cobertura vegetal para o controle do escoamento superficial e da erosão, pois aumenta a infiltração e diminui o fluxo de água na superfície do solo (Cândido et al., 2014). As estradas e/ou aceiros principais devem ser locados no sentido leste-oeste, para facilitar a secagem de seus leitos durante o período chuvoso, e os talhões devem ter seu maior comprimento no sentido norte-sul, para facilitar a extração da madeira (Paiva et al., 2011). O preparo do solo pode ser mecanizado ou manual, dependendo da topografia e/ou das condições do produtor. O preparo mecanizado aplica-se onde a topografia é plana. O preparo

manual é adotado em áreas declivosas, em situações em que não é viável o uso de máquinas agrícolas, ou quando o produtor não possui implementos adequados (Santarosa et al., 2014). Em áreas anteriormente ocupadas por plantios florestais, principalmente em solos argilosos, a colheita mecanizada e o transporte da madeira colhida provocam a compactação do solo. Nesses casos, recomenda-se o preparo do solo na linha de plantio pelo uso de subsolador ou pelo cultivo mínimo. A manutenção dos resíduos da colheita na superfície do solo é um procedimento eficiente na redução da compactação do solo pela colheita mecanizada, na redução da erosão e na manutenção da fertilidade do solo (Santarosa et al., 2014).

As plantações florestais, por causa do seu ciclo longo e da cobertura do solo proporcionada pela serapilheira e sub-bosque, atuam na proteção do solo, reduzindo processos erosivos. No Brasil, a maior área de florestas plantadas é constituída pelo eucalipto, que, além do suprimento de madeira, contribui para o armazenamento de CO₂ da atmosfera. A taxa de crescimento de eucalipto no Brasil é geralmente alta e, para ser obtida, é necessário o uso de corretivos e fertilizantes, em virtude da baixa fertilidade da maioria dos solos onde ela é cultivada (Barros; Comerford, 2002). As florestas de eucalipto apresentam baixas taxas de decomposição, normalmente inferiores a 50% durante o ano, sob diferentes sistemas de manejo e condições edafoclimáticas (Adams; Attiwill, 1986; Louzada et al., 1997; Gama-Rodrigues; Barros, 2002). A serapilheira de eucalipto apresenta alta relação carbono/nitrogênio (C/N), variando de 30 a 100, dependendo da parte da planta estudada, e alta relação carbono/fósforo (C/P) e carbono/enxofre (C/S), resultando na lenta decomposição do resíduo e, assim, incrementando os teores de carbono a longo prazo, principalmente nas camadas mais superficiais (Skorupa, 2001). Vários estudos demonstram que a serapilheira do eucalipto decompõe lentamente, resultando na

imobilização e estocagem de quantia significativa de nutrientes, principalmente de nitrogênio (N) na serapilheira da superfície do solo (Adams; Attiwill, 1986; Chander et al., 1995). O acúmulo de material vegetal na superfície do solo em plantações de eucalipto é considerável e varia de acordo com a espécie, idade do povoamento, taxa de crescimento, qualidade do sítio, condições climáticas e propriedades do solo (Reis; Barros, 1990). Esse material representa grande reservatório de nutrientes e de C, bem como determina a quantidade de matéria orgânica aportada ao solo (O' Connell; Sankaran, 1997). Além disso, a liberação de nutrientes da matéria orgânica depende de sua taxa de mineralização, que, por sua vez, depende da atividade microbiana. Assim, em povoamentos florestais, a serapilheira representa importante via de aporte de C no solo. Em geral, o aumento de tempo de cultivo florestal aumenta o estoque de C no solo. Em povoamentos mais novos, pode haver redução ou pouco efeito das árvores sobre o estoque de C (Schlesinger; Lichter, 2001).

O manejo do eucalipto deve obedecer a todas as práticas, tradicionalmente, recomendadas para o cultivo da espécie, como o controle antecipado de formigas e de cupins; a escolha da espécie/clonagem adequada para o solo e o clima da região; o preparo de solo adequado; a época de plantio; a correção de solo e adubações; a necessidade de replantios, de controle de pragas; as desramas e os desbastes. **Desbastes** periódicos são necessários para favorecer o crescimento das árvores remanescentes. Os desbastes se configuram como o corte das árvores, o qual tem o propósito de aumentar o crescimento individual das árvores que permanecem no sistema e de proporcionar maior entrada de luz no interior do sub-bosque e, dessa forma, reduzir a competição com as culturas intercalares. Porém, dependendo do grau de intensidade que são realizados, podem diminuir a produção final de madeira por área. O desbaste melhora o padrão do povoamento, principalmente em

qualidade, por meio da retirada de indivíduos com má-formação de fuste, baixo crescimento e menor qualidade (Scolforo, 1997). A definição do momento ideal para o desbaste e a quantidade de árvores a serem retiradas dependerá do nível de competição entre as árvores, do espaçamento, sendo recomendado sempre que houver competição entre as árvores, plantas com má-formação, presença de indivíduos dominados e sempre levando-se em conta os objetivos da produção da madeira. A desrama consiste na retirada de ramos e galhos das árvores, promovendo o crescimento das árvores em diâmetro, reduzindo a conicidade, o fendilhamento das toras e a quantidade de nós, o que promove a melhoria da qualidade da madeira e, consequentemente, seu valor potencial no mercado. A desrama é mais recomendada quando se busca madeira de alto valor agregado (serraria, movelaria, entre outros), não sendo viável economicamente nos casos em que a finalidade da madeira seja celulose, energia, construção civil.



Foto: Gabriel Rezende Faria

Objetivo 5 da Taxonomia Sustentável Brasileira – Uso sustentável e proteção de recursos hídricos e marinhos

O debate sobre o eucalipto e sua relação com a conservação de recursos hídricos é complexo e envolve diferentes perspectivas. Entretanto,

o eucalipto, quando cultivado de forma sustentável, pode ser um aliado na conservação dos recursos hídricos, contribuindo para a manutenção da qualidade das bacias hidrográficas e para a proteção dos mananciais. No entanto, o cultivo inadequado pode ter impactos negativos, como a diminuição da fertilidade do solo e a erosão.

Ainda que sem fundamentação científica, tem sido atribuída ao eucalipto a capacidade de “secar” os solos das regiões onde é plantado, bem como a de absorver quantidade de água muitas vezes superior às das culturas agrícolas conhecidas. O certo é que as discussões, na maioria das vezes, tratam o tema de forma reducionista, focando-o apenas no balanço da água em plantações florestais comerciais de eucalipto sem, necessariamente, usar a mesma metodologia para os outros usos da terra da mesma região (Fritzson; Parron, 2017).

O Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (Ipef) avaliou oito sítios experimentais instalados em diferentes localidades do Brasil, o que permitiu estabelecer relações entre a disponibilidade de água e a produtividade do eucalipto. Segundo os resultados obtidos, sob manejo florestal adequado, o eucalipto usa o recurso de maneira eficiente no que se refere ao consumo de água por quilograma de madeira produzida (Silvicultura..., 2015). Além disso, os estudos consideram que o eucalipto possui alta eficiência no uso da água (volume de madeira produzida por unidade de água consumida), comparado a outros tipos de vegetação.

Outras pesquisas também têm apontado que o cultivo do eucalipto não apresenta perdas de água quando comparado a outras coberturas vegetais. Em 2017, estudaram-se as perdas de água e sedimentos em uma microbacia em Igaratá, SP, sob três tipos de cobertura vegetal: mata nativa, eucalipto e pastagem. A pesquisa foi realizada ao longo de 12 meses, com coleta de dados após eventos de chuva, considerando-se fatores como relevo, tipo de solo e manejo

das áreas estudadas. Os resultados obtidos indicaram que o cultivo de eucalipto, quando manejado com práticas sustentáveis, apresentou perdas de água e sedimentos semelhantes às da mata nativa (Gomes et al., 2017).

Objetivo 6 da Taxonomia Sustentável Brasileira – Transição para economia circular

O cultivo de eucalipto no Brasil já está totalmente integrado ao conceito de economia circular no setor agrícola de várias formas (Santarosa et al., 2014):

Energia: a madeira de eucalipto é amplamente utilizada para geração de energia, especialmente na produção de lenha, carvão vegetal e briquetes, que são utilizados em indústrias, caldeiras e estufas. Essa energia pode suprir a propriedade rural, dependendo de sua atividade e infraestrutura. A demanda por lenha, por exemplo, é significativa, sendo utilizada na secagem de grãos, fornos e sistemas de aquecimento.

Madeira roliça: utilizada em construções rústicas, como cercas, postes, móveis simples e estruturas leves. Recomenda-se tratamento preservativo para aumentar a durabilidade da madeira.

Celulose e papel: árvores jovens de diâmetro definido são utilizadas na produção de celulose para fabricação de papel, embalagens de papel e papelão. A celulose é biodegradável, sendo o principal produto do eucalipto no mercado brasileiro, representando uma fonte importante para substituição de materiais fósseis, como o plástico.

Óleos essenciais e produtos apícolas: algumas espécies produzem óleos essenciais utilizados em higiene, limpeza, farmacêuticos e alimentos. Além disso, as floradas de eucalipto favorecem a produção de mel, própolis e geleia real, que são valorizados no mercado.

Sistemas integrados de produção: a presença de eucaliptos também traz melhorias ambientais e de bem-estar, como redução da erosão, aumento da infiltração de água, ciclagem de nutrientes, sequestro de carbono, também contribuindo para a biodiversidade e o conforto térmico dos sistemas silvipastoris.

Objetivos da Taxonomia Sustentável Brasileira 8 – Geração de trabalho decente e elevação da renda; 9 – Reduzir desigualdade socioeconômicas, considerando aspectos raciais e de gênero; e 10 – Reduzir desigualdades regionais e territoriais do país

As condições climáticas favoráveis do Brasil, aliadas à competência técnica e à sólida base científica desenvolvida ao longo de décadas, conferem à atividade florestal um papel relevante na transformação econômica de diversas regiões do País (Mora; Garcia, 2000). A cadeia produtiva florestal é composta por múltiplos elos interdependentes, cuja dinâmica requer sistemas logísticos bem estruturados e mercados consumidores de madeira consolidados e organizados, características que moldam o funcionamento eficiente do setor (Nunes, 2025).

Nos últimos anos, tem-se observado uma grande expansão da silvicultura de eucalipto para regiões historicamente não tradicionais, como regiões do Centro-Oeste e Norte do País. Esse movimento de descentralização do setor, anteriormente concentrada nas regiões Sul e Sudeste, tem demonstrado ampliação de abrangência territorial do setor. Além disso, acompanha a expansão do agronegócio e evidencia a capacidade de inserção da silvicultura de eucalipto no contexto de sistemas produtivos em regiões emergentes.

Essa expansão evidencia um aspecto importante do setor de florestas plantadas, sua capacidade de favorecer o aumento no fluxo de

investimentos para regiões com índices de desenvolvimento socioeconômico. Esses territórios geralmente apresentam oportunidades industriais limitadas, especialmente relacionadas à carência de infraestrutura logística e gargalos tecnológicos.

O surgimento de polos produtivos dinâmicos ancorados na economia florestal tem contribuído para mudança do quadro socioeconômico de várias regiões, a exemplo dos estados de Mato Grosso do Sul, Maranhão e Bahia. Nesses estados, é nítido os efeitos positivos que transcendem aos aspectos técnicos voltados para a produção de madeira. Exemplos concretos dessa descentralização podem ser observados pela geração de empregos formais, melhoria na infraestrutura regional, maior acesso à educação básica e técnica e, inclusive, na melhoria de aspectos relacionados à saúde e melhoria da qualidade de vida.

A implementação da TSB reforça esse movimento de induzir transformações estruturais fundamentadas em critérios ambientais, sociais e econômicos. Suas diretrizes fornecem um referencial para que a expansão da atividade florestal ocorra de forma integrada ao desenvolvimento territorial, potencializando seus efeitos sobre a geração de empregos, elevação da renda regional, valorização fundiária, além de contribuições diretas no acesso ao crédito.

Considerações finais

A consolidação da Taxonomia Sustentável Brasileira (TSB) representa um marco institucional para o setor florestal, sobretudo por induzir o uso de práticas que dialogam com o contexto técnico e ambiental. Sua construção está fundamentada em práticas silviculturais desenvolvidas ao longo dos anos, inclusive, muitas já incorporadas no fluxo produtivo de muitas empresas do setor. A aplicação da TSB representa uma oportunidade para ampliar o acesso de práticas

importantes no contexto da sustentabilidade também para pequenos e médios produtores. Além disso, agrega valor ao estabelecer critérios para o financiamento de um conjunto de práticas já existentes e consolidadas, mas historicamente restritas a grandes empresas com o acesso à certificação.

Importante destacar a perspectiva de abertura de acesso ao crédito para diferentes perfis de produtores, promovendo um nivelamento de condições nas cadeias ligadas ao agronegócio. Evidentemente, um dos maiores desafios é compreender que a TSB não se limita à adoção de práticas que contribuem para uma maior sustentabilidade. Sua aplicação passa pela incorporação de uma lógica produtiva orientada por indicadores de desempenho econômico, ambiental e social. Além disso, é essencial que sua implementação seja adaptada às diferentes realidades agrícolas do País. A realização de capacitações voltadas a produtores e agentes técnicos, bem como o fortalecimento de políticas públicas nos diversos níveis de governança, constitui um conjunto estratégico de instrumentos de ações que contribuem para a plena aplicação da TSB em todo o território nacional.

As diretrizes da TSB fornecem um referencial para que a expansão da atividade florestal ocorra de forma integrada ao desenvolvimento sustentável, potencializando efeitos na geração de empregos, renda, valorização fundiária e acesso a crédito. A TSB vem a contribuir para uma maior consolidação do setor de florestas plantadas, não apenas pela relevância no âmbito produtivo, mas por integrar critérios que fortalecem a sustentabilidade no campo, independentemente do tamanho da propriedade.

Referências

ADAMS, M. A.; ATTIWILL, P. M. Nutrient cycling and nitrogen mineralization in eucalypt forests of south-eastern Australia. **Plant Soil**, v. 92, p. 319-339, 1986. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02372483>.

AMARAL, L. da S. **Suprimento de potássio como mitigador dos efeitos do déficit hídrico em espécies florestais amazônicas**. 2024. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.

BAENA, E. S. A rentabilidade econômica da cultura do eucalipto e sua contribuição ao agronegócio brasileiro. **Revista Conhecimento Interativo**, v. 1, n. 1, p. 3-9, jul./dez. 2005.

BARROS, N. F.; COMERFORD, N. B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical região tropical. In: ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v. 2. p. 487-592.

BORDORN, B.; OLIVEIRA, R. K. de; HIGA, R. C. V.; OLIVEIRA, I. R. de; ZANATTA, J. A. Adaptação agrícola e florestal às mudanças climáticas. In: ANDREOLI, C. V.; PHILIPPI JUNIOR, A. (ed.). **Sustentabilidade no agronegócio**. Santana de Parnaíba: Manole, 2021. p. 537-560.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **ABC+ Plano Setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030): visão estratégica para um novo ciclo**. Brasília, DF: Mapa, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/publicacoes/abc-portugues.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025.

BRUIJNZEEL, L. A. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 104, n. 1, p. 185-228, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.01.015>.

CAMPOE, O. C.; IANNELLI, C.; STAPE, J. L.; COOK, R. L.; MENDES, J. C. T.; VIVIAN, R. Atlantic forest tree species responses to silvicultural practices in a degraded pasture restoration plantation: from leaf physiology to survival and initial growth. **Forest Ecology and Management**, v. 313, p. 233-242, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.11.016>.

CÂNDIDO, B. M.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; BATISTA, P. V. G. Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na bacia do rio Paraná, no leste do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 5, p. 1565-1575, out. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000500022>.

CHANDER, K.; GOYAL, S.; KAPOOR, K. K. Microbial biomass dynamics during the decomposition of leaf litter of poplar and eucalyptus in a sandy loam. **Biology and Fertility of Soils**, v. 19, p. 357-362, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00336107>.

CHAVES, L. J. Conservação, domesticação e melhoramento de espécies nativas do Cerrado. In: AMABILE, R. F.; VILELA, M. S.; PEIXOTO, J. R. (ed.). **Melhoramento de plantas: variabilidade genética, ferramentas e mercado**. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2018. p. 93-108.

- DEBIASI, H.; MONTEIRO, J. E. B. de A.; FRANCHINI, J. C.; FARIAS, J. R. B.; CONTE, O.; CUNHA, G. R. da; MORAES, M. T. de; BALBINOT JUNIOR, A. A.; SILVA, F. A. M. da; EVANGELISTA, B. A.; MARAFON, A. C. **Níveis de manejo do solo para avaliação de riscos climáticos na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 137 p. (Embrapa Soja. Documentos, 447).
- DEDECEK, R. A.; CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G.; SIMON, A. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo na erosão e na produtividade da acácia negra (*Acacia mearnsii* De Willd.). **Ciência Florestal**, v. 17, n. 3, p. 205-215, July/Sept. 2007. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981952>.
- DENARDIN, R. B. N.; MATTIAS, J. L.; WILDNER, L. D. P.; NESI, C. N.; SORDI, A.; KOLLING, D. F.; CERUTTI, T. Estoque de carbono no solo sob diferentes formações florestais, Chapecó-SC. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 59-60, jan./mar. 2014.
- EMBRAPA FLORESTAS. **Eucalipto: perguntas e respostas**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/eucalipto/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 12 maio 2025.
- FORREST, J. R. K. Plant–pollinator interactions and phenological change: what can we learn about climate impacts from experiments and observations? **Oikos**, v. 124, n. 1, p. 4-13, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/oik.01386>.
- FRITZSONS, E.; PARRON, L. M. Plantações florestais comerciais e a água. In: OLIVEIRA, Y. M. M.; OLIVEIRA, E. B. **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 31-43.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, v. 26, p. 193-207, 2002.
- GARLIPP, R.; FOELKEL, C. O papel das florestas plantadas para atendimento das demandas futuras da sociedade. In: CONGRESO FORESTAL MUNDIAL, 13., 2009, Buenos Aires. **Desarrollo forestal: equilíbrio vital**. Buenos Aires: FAO, 2009. 18 p.
- GATTO, A.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; SILVA, I. R.; LEITE, H. G.; MERCÊS, E.; VILLANI, A. Estoque de carbono na biomassa de plantações de eucalipto na Região centro-leste do estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, p. 895-905, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000500015>
- GATTO, A.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; SILVA, I. R.; MENEZES, A. A.; CARNEIRO, J. G. A. Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1103-1114, 2010.
- GHINI, R. **Mudanças climáticas globais e doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 104 p.
- GOMES, M. A. F.; PEREIRA, L. C.; SOUZA, M. D. de; PEREIRA, A. S.; RONQUIM, C. C.; TÔSTO, S. G.; CAMPINHOS, E. N.; RODY, Y. P. **Perdas de água e de sedimentos sob três tipos de cobertura vegetal na microbacia da Fazenda Santa Marta, Município de Igaratá, SP**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2017. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Circular técnica, 33).
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Ibá 2024: Relatório anual**. São Paulo: IBÁ, 2024. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio2024.pdf>. Acesso: 12 maio 2025.
- LOUZADA, J. N. C.; SCHOEREDER, J. H.; MARCO JUNIOR, P. de. Litter decomposition in semideciduous forest and *Eucalyptus* spp. crop in Brazil: A comparison. **Forest Ecology and Management**, v. 94, n. 1-3, p. 31-36, June 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03986-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03986-2).
- MEDEIROS, G. D.; SILVA, E.; MARTINS, S. V.; FEIO, R. N. Diagnóstico da fauna silvestre em empresas florestais brasileiras. **Revista Árvore**, v. 33, n. 1, p. 93-100, fev. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000100010>.
- MENDES, H. S. J.; PAULA, N. F. de; SCARPINATTI, E. A.; PAULA, R. C. de. Respostas fisiológicas de genótipos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* à disponibilidade hídrica e adubação potássica. **Cerne**, v. 19, p. 603-611, dez. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000400010>.
- MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 112 p.
- MOURA, V. P. G.; CASER, R. L.; ALBINO, J. C.; GUIMARÃES, D. P.; MELO, J. T. de; COMASTRI, S. A. **Avaliação de espécies e procedências de Eucalyptus em Minas Gerais e Espírito Santo: resultados parciais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1980. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa, 1).
- NUNES, L. J. R. Reverse logistics as a catalyst for decarbonizing forest products supply chains. **Logistics**, v. 9, n. 1, p. 17, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics9010017>.
- O'CONNELL, A. M.; SANKARAN, K. V. Organic matter accretion, decomposition and mineralization. In: NAMBIAR, E. K. S.; BROWN, A. G. (org.). **Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests**. Canberra: Aciar/Csiro, 1997. p. 443-480.
- OLIVEIRA, A. L.; GATTO, A.; FERREIRA, B. S.; PEREIRA, R. S.; ORELLANA, E.; OIAN, F. J.; MOTA, F. C. M.; FONSECA, M. L.; CARVALHO, A. M. A.; SOUZA, E. S.; CANTON, A. V.; MATTOS, D. L.; NOVAES, B. B.; ESTEVAN, D. A. Carbon Storage in Different Compartments in Eucalyptus Stands and Native Cerrado Vegetation. **Forests**, v. 14, n. 8, p. 1507, 2023.
- OLIVEIRA, E. B. de; PINTO JUNIOR, J. E. (ed.). **O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. 1160 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/>

bitstream/doc/1131510/1/Livro-Eucalipto.pdf. Acesso em: 13 jan. 2025.

OLIVEIRA, E. B. de; SANTOS, L. M. F.; GOBOR, D.; MORIS, A. C.; TINA, V. Produtividade de plantações de eucalipto intercaladas com espécies nativas em áreas de pastagens degradadas no noroeste do estado do Paraná. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 3., 2014, Campinas. **Anais: resumos expandidos**. Curitiba: Malinovski, 2014. p. 337-340.

OLIVEIRA, E. B. de; SOUSA, L. P.; RADOMSKI, M. I. Regeneração natural em sub-bosque de *Corymbia citriodora* no noroeste do estado do Paraná. **Revista Floresta**, v. 41, n. 2, p. 377-386, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v41i2.21887>.

OLIVEIRA, E. B. de; SOUSA, L. P.; SANTOS, L. M. F.; GOBOR, D.; MORIS, A. C.; MAXIMIANO, G. A.; TINA, V. S. Eucalipto para restauração florestal com renda para propriedades rurais familiares. In: OLIVEIRA, E. B.; PINTO JÚNIOR, J. E. (org.). **Eucalipto e a Embrapa, quatro décadas de pesquisa**. Brasília, DF: Embrapa Florestas, 2021. p. 667-684.

OLIVEIRA, Y. M. M. de; OLIVEIRA, E. B. de. **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 110 p.

ONOFRE, F. F.; ENGEL, V. L.; CASSOLA, H. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 85, p. 39-52, 2010.

PAIVA, H. N.; JACOVINE, L. A. G.; TRINDADE, C.; RIBEIRO, G.T. **Cultivo de eucalipto: implantação e manejo**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2011. 354 p.

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; CAMPANHA, M. M.; MAIA, C. M. B. de F.; QUEIROZ, D. L. de; PEIXOTO, R. T. dos G.; FRITZSON, E.; WREGE, M. S. Serviços ecossistêmicos e eucalipto. In: OLIVEIRA, E. B. de; PINTO JÚNIOR, J. E. (ed.). **O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 611-666.

PINTO JÚNIOR, J. E.; SILVEIRA, R. A. A introdução do eucalipto no Brasil pela Embrapa: bases institucionais e sua estruturação para a pesquisa com eucaliptos e corímbias. In: OLIVEIRA, E. B.; PINTO JÚNIOR, J. E. (org.). **Eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa**. Brasília, DF: Embrapa Florestas, 2021. p. 33-112.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48 p.

RAMOS, F. R.; FREIRE, A. L. O.; FRANÇA, G. M. Crescimento e acúmulo de biomassa em mudas de *craibeira* (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore) sob estresse hídrico e adubação potássica. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 16, n. 4, p. 213-221, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v16i4.1307>.

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (ed.). **Relação solo-eucalipto. Folha de Viçosa**, 1990. p. 265-302.

RESENDE, M. D. V.; ALVES, R. S. Genética: estratégias de melhoramento e métodos de seleção. In: OLIVEIRA, E. B.; PINTO JÚNIOR, J. E. (org.). **Eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa**. Brasília, DF: Embrapa Florestas, 2021. p. 171-202.

RODRIGUES, G. G.; ZANATTA, J. A.; RACHWAL, M. F. G.; HIGA, R. C. V.; LAVORANTI, O. J.; SILVA, L. D. Methane and nitrous oxide fluxes from clonal eucalyptus forests in different spacing arrangements. **Forestry: An International Journal of Forest Research**, v. 96, n. 4, p. 618-629, Oct. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpad001>.

RONQUIM, C. C.; SILVA, R. F.; FIGUEIREDO, E. B. de; BORDONAL, R. O.; TEIXEIRA, A. H. D. C.; COCHASRK, T. C.; LEIVAS, J. F. Carbon sequestration associated to the land-use and land-cover changes in the forestry sector in Southern Brazil. In: NEALE, C. M. U.; MALTESE, A. Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XVIII. **Coleção: Proceedings of SPIE**, v. 9998, p. 576-589, 2016.

SANCHES, O. A.; YONEZAWA, J. T.; ZEN, S. Evolução do cultivo mínimo em reflorestamentos na Cia. Suzano de papel e celulose. In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1., 1995, Curitiba. **Anais [...]** Curitiba: CNPFloresta, Ipef, Unesp, SIF, Fupef, 1995. p. 140-147.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; LEITE, H. G.; COMERFORD, N. B. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. Especial, p. 2723-2733, dez. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000700016>.

SANTAROSA, E.; PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. (ed.). **Transferência de tecnologia florestal. Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 138 p.

SÃO JOSÉ, J. F. B. de; CHERUBIN, M. R.; VARGAS, L. K.; LISBOA, B. B.; ZANATTA, J. A.; ARAÚJO, E. F.; BAYER, C. A soil quality index for subtropical sandy soils under different *Eucalyptus* harvest residue managements. **Journal of Forest Research**, v. 7, n. 4, p. 93, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/soilsystems7040093>.

SCHLESINGER, W. H.; LICHTER, J. Limited carbon storage in soil and litter of experimental forest plots under increased atmospheric CO₂. **Nature**, n. 411, p. 466-469. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1038/35078060>.

SCOLFORO, J. **Manejo Florestal**. Lavras: Ufla/ Faepe, 1997. 438 p.

SILVA JÚNIOR, M. C.; SCARANO, F. R.; CARDEL, F. S. Regeneration of an Atlantic Forest in the understory of an *Eucalyptus grandis* stand in Southern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 148-152, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467400008518>.

Capítulo 8

Práticas sustentáveis para o eucalipto

SILVA, R. F. B.; BATISTELLA, M.; PALMIERI, R.; DOU, Y.; MILLINGTON, J. D. A. Eco-certification protocols as mechanisms to foster sustainable environmental practices in telecoupled systems. **Forest Policy and Economics**, v. 105, p. 52-63, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.05.016>.

SILVICULTURA e os recursos hídricos. [Piracicaba]: Ipef: IBÁ, 2015. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/pdfs/silvicultura-hidricos.pdf>. Acesso: 6 jan. 2016.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DO FERRO NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Anuário Estatístico**: ano base 2024. Santa Efigênia, BH, 2025. Disponível em: <http://sindifer.com.br/sndfr/anuario-estatistico/>. Acesso: 6 jan. 2016.

SKORUPA, A. L. A. **Acumulação e decomposição de serapilheira em povoamento de eucalipto, na Região do Baixo do Rio Doce-MG**. 2001. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SOARES, M. P.; NUNES, Y. R. F. Regeneração natural de cerrado sob plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. no

norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Ceres**, v. 60, n. 2, p. 2015-214, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000200008>.

TABARELLI, M.; VILLANI, J. P.; MANTOVANI, W. A recuperação da floresta atlântica sob plantios de *Eucalyptus* no núcleo Santa Virgínia, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 5, n. 2, p. 187-201, 1993.

VIANI, R. A. G.; DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade? **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 533-552, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/198050982067>.

ZANATTA, J. A.; BORDRON, B.; HOLLER, W. A.; RACHWAL, M. F. G.; ROSSI, L. M. B.; HIGA, R. C. V. Índice de alteração do carbono no solo, em conversões de uso do solo envolvendo plantações florestais no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 2020. 27 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 342).