

Colombo, PR / Outubro, 2025

Aspectos técnicos e perspectivas energéticas do cultivo de eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Distrito Federal e entorno

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura e Pecuária***

ISSN 1517-526X / e-ISSN 1980-3958

Documentos 405

Outubro, 2025

Aspectos técnicos e perspectivas energéticas do cultivo de eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Distrito Federal e entorno

*Alisson Moura Santos
José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira
Cristiane Aparecida Fioravante Reis
João Alencar de Sousa
Abílio Rodrigues Pacheco*

Embrapa Florestas
Colombo, PR
2025

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba
Caixa Postal 319
83411-000 Colombo, PR
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-presidente

José Elidney Pinto Júnior

Secretária-executiva

Elisabete Marques Oaida

Membros

Annete Bonnet

Cristiane Aparecida Fioravante Reis

Elene Yamazaki Lau

Guilherme Schnell e Schühli

Luis Claudio Maranhão Froufe

Marina Moura Morales

Paulo Marcelo Veras de Paiva

Sandra Bos Mikich

Edição executiva e revisão de texto

José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica

Francisca Rasche

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Celso Alexandre de Oliveira Eduardo

Foto da capa

Abílio Rodrigues Pacheco

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Florestas

Aspectos técnicos e perspectivas energéticas do cultivo de eucalipto em sistema de integração
lavoura-pecuária-floresta no Distrito Federal. [recurso eletrônico] / Alisson Moura Santos ... [et
al.]. - Colombo : Embrapa Florestas, 2025.

PDF (61 p.) : il. color. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1517-526X : e-ISSN 1980-
3958 ; 405)

1. *Eucalyptus* spp. 2. Plantio florestal. 3. Madeira. 4. Sistema de cultivo. I. Santos, A. M. II.
Moreira, J. M. M. A. P. III. Reis, C. A. F. IV. SOUSA, J. A. de. V. Pacheco, A. R. VI. Série.

CDD (21. ed) 634.973766

Francisca Rasche (CRB-9/1204)

© 2025 Embrapa

Autores

Alisson Moura Santos

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira

Engenheiro florestal, doutor em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Cristiane Aparecida Fioravante Reis

Engenheira florestal, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

João Alencar de Sousa

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

Abílio Rodrigues Pacheco

Engenheiro florestal, doutor em Agronomia, pesquisador aposentado da Embrapa Florestas Colombo, PR

Os autores agradecem a todos os produtores, consultores, técnicos, empresários e representantes do setor industrial que contribuíram com informações e experiências essenciais para a elaboração desta publicação, fortalecendo a integração entre o setor produtivo e a pesquisa científica. Agradecem, de forma especial, à empresa Ciplan Cimento Planalto S.A., pela cooperação técnica-financeira que viabilizou a execução deste trabalho.

Apresentação

A Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (Ride) apresenta um cenário caracterizado por uma crescente demanda por madeira de eucalipto destinada a fins energéticos, impulsionada pelo fato da biomassa ser um insumo importante em diferentes cadeias produtivas ligadas ao agronegócio.

Além das plantações de eucalipto em monocultivos, a adoção de estratégias que promovam a inserção do componente florestal, torna-se cada vez mais necessária para assegurar o suprimento de biomassa. Os sistemas de Integração Lavoura-pecuária-floresta (ILPF) se destacam como alternativa para a produção de madeira na região, possibilitando o aumento na oferta de biomassa florestal de forma articulada aos demais componentes do sistema. As recomendações aqui reunidas foram elaboradas a partir de experiências práticas e validações técnico-operacionais, considerando as particularidades dos sistemas de ILPF no contexto regional. Pretende-se, assim, oferecer subsídios técnicos para apoiar produtores rurais, representantes do setor industrial e formuladores de políticas públicas na adoção de estratégias que promovam o fortalecimento da cadeia produtiva de biomassa florestal e reduzam os riscos associados a desabastecimentos de biomassa florestal.

O presente documento apresenta aderência aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), em especial dos ODS 7, 8, 9, 12, 15 e 17 pelo conteúdo técnico-científico relacionado, principalmente, à necessidade de modernização da infraestrutura industrial por meio da adoção de processos mais eficientes e sustentáveis, com destaque para o uso da madeira como fonte de energia sustentável. O direcionamento para o aumento da produção florestal em ILPF promove impactos positivos na eficiência produtiva e na adoção de tecnologias limpas, além de contribuir para conservação ambiental e na resiliência de cadeias agroindustriais. A colaboração de diferentes atores do setor produtivo reforça a importância das parcerias na promoção de novas estratégias de produção florestal.

Marcelo Francia Arco Verde

Chefe-Geral interino da Embrapa Florestas

Sumário

Introdução	8
Dinâmica produtiva do eucalipto na Ride e suas implicações para a desfossilização industrial	10
Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta	18
Modalidades de sistemas de integração	20
Procedimentos operacionais para o cultivo do eucalipto sob sistemas de integração	24
Planejamento	25
Controle de insetos-pragas (formigas e cupins)	27
Aquisição das mudas de eucalipto para plantio em campo	29
Desbastes, corte final das árvores e comercialização da madeira	47
Considerações finais	49
Referências	51

Introdução

Nos últimos anos, tem sido cada vez mais crescente a demanda por fontes energéticas provenientes de recursos renováveis, especialmente pelas novas oportunidades de negócios que têm surgido (Empresa de Pesquisa Energética, 2024; Indústria Brasileira de Árvores, 2024). Com isso, o cenário atual direciona para a necessidade de tecnologias que possibilitem o desenvolvimento econômico e social sem comprometer aspectos ambientais (Vilela et al., 2011). Muitos setores industriais estão sendo estimulados a investirem em tecnologias mais limpas para diversificar as fontes de energia e reduzir o impacto ambiental de suas atividades, sobretudo no iminente cenário de transição energética, conforme evidenciado por novas políticas públicas e aumento significativo de financiamentos para a desfossilização (Hamatsu; Souza, 2024). Nesse contexto, os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) têm se destacado dentre as tecnologias disponíveis como uma alternativa eficiente e viável na produção de grãos, madeira, fibras e carne, além do benefício da diversificação de renda (Macedo, 2009; Sander et al., 2025).

Além disso, vários países têm dedicado esforços na ampliação de tecnologias e de políticas públicas que fomentem a adesão de setores industriais na adequação e operacionalização de técnicas mais apropriadas no quesito ambiental em seus processos industriais, em cumprimento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Agenda 2030 da ONU, em especial ao ODS 9 “Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação” (ONU, 2015). Muitas dessas iniciativas estão focadas em estratégias que possibilitem a redução do consumo de combustíveis fósseis da matriz energética em diversos processos industriais de diferentes cadeias produtivas. A sociedade, de maneira geral, vem aumentando as exigências por mudanças nos processos produtivos e de consumo.

Dentre as políticas públicas desenvolvidas no Brasil, há destaque para o Programa Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), Plano de

Adaptação e Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC+), além da Política Nacional de Transição Energética (PNTE) e Programa de Aceleração da Transição Energética (Paten). Essas políticas dialogam diretamente com a necessidade de modernização da matriz energética, sobretudo relacionada à maior eficiência nos processos industriais. Além disso, apontam para a necessidade de diminuição da dependência de combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral, gás natural etc.) e pela substituição e, ou integração com fontes renováveis. O segmento ligado às plantações florestais têm papel estratégico no fornecimento de madeira, seja na forma de lenha ou de cavaco, os quais contribuem para o aumento da competitividade do mercado energético nesta nova dinâmica da economia verde (Brand, 2010; Indústria Brasileira de Árvores, 2024).

A biomassa de eucalipto é uma alternativa viável e bastante utilizada para a geração de energia renovável no Brasil (Indústria Brasileira de Árvores, 2024). O eucalipto possui um sistema de produção altamente tecnológico e empregado em diferentes regiões do País, o que possibilita a produção de madeira de forma eficiente (Vale et al., 2013; Schumacher; Vieira, 2015; Oliveira; Pinto Júnior, 2021; Resende et al., 2022). Além disso, possui grande versatilidade em razão do número de espécies com diferentes propriedades tecnológicas da madeira, de forma que ela possa ser integrada em diferentes processos industriais (Mora; Garcia, 2000; Rezende et al., 2014).

Na região Centro-Oeste, a biomassa de eucalipto tem sido amplamente utilizada como fonte energética renovável em diferentes setores industriais, principalmente naqueles ligados ao agronegócio, bem como em indústrias alimentícias, ceramistas, cimenteiras e no processo de calcinação do níquel (Reis et al., 2024). Na Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e entorno (Ride), nota-se um aumento crescente na demanda por madeira nos últimos anos (Reis et al., 2024). Neste cenário, em especial pelo grande crescimento do agronegócio, bem como dos direcionamentos econômicos para a premente transição energética, observa-se a necessidade de uma adequada estruturação da cadeia de suprimento de biomassa florestal. Isso contribuirá para diminuir riscos associados ao

desabastecimento de matéria-prima, reduzir desequilíbrios entre oferta e demanda e, conseqüentemente, diminuir as oscilações de preços e os riscos para a produção industrial decorrentes da falta desta fonte de energia renovável.

Do exposto, o presente documento tem como objetivos: i) discutir os desafios e oportunidades do uso da madeira de eucalipto nas cadeias industriais da Ride, no contexto da transição energética e ii) descrever os principais procedimentos técnicos operacionais para o cultivo de eucalipto em sistemas de integração.

Dinâmica produtiva do eucalipto na Ride e suas implicações para a desfossilização industrial

A madeira de eucalipto tem um importante papel na matriz energética do Distrito Federal e do estado de Goiás, especialmente para aqueles setores ligados ao agronegócio. Com a expansão da economia dessas regiões, vem o aumento da demanda por energia renovável e, conseqüentemente, da biomassa de plantações florestais de eucalipto, tanto pelos setores que já a utilizam tradicionalmente (secagem de grãos, aquecimento de aviários, indústrias alimentícias, de mineração e ceramistas) como por outras cadeias produtivas industriais que veem na biomassa de eucalipto uma forma competitiva de aumentar a participação de energia renovável na sua matriz energética (termoelétricas, indústrias cimentícias) (Reis et al., 2021, 2024).

Apesar da crescente demanda por biomassa energética em toda essa região, a área destinada ao cultivo de eucalipto no Distrito Federal ainda é muito pequena. No ano de 2023, foram registrados apenas 688 hectares de florestas plantadas de eucalipto e produção média de lenha de 231 m³ (IBGE, 2023). Esses valores são inexpressivos, principalmente pelo potencial da região, em virtude de suas características

edafoclimáticas favoráveis e perspectivas de boa produtividade do eucalipto, além da crescente demanda regional por madeira.

No Distrito Federal, a baixa expressividade na produção de madeira de eucalipto pode ser atribuída, em grande parte, pelas características regionais, com destaque para a elevada consolidação do uso da terra com outras atividades agrícolas que já possuem estruturas produtivas e mercado estabelecidos. Em contrapartida, o aumento da demanda por madeira no Distrito Federal tem ocorrido justamente em um momento de retração da oferta de madeira em Goiás. A partir de 2014 observou-se uma desaceleração no ritmo de implantação de novos plantios e, a partir de 2018, observou-se uma diminuição da área plantada com eucalipto em Goiás (IBGE, 2023). Na Tabela 1 é apresentado o histórico da área plantada com eucalipto em Goiás e Distrito Federal, conforme dados fornecidos pelo IBGE (2023).

Tabela 1. Histórico de área plantada com eucalipto (ha) nas unidades Federativas de Goiás e do Distrito Federal.

Ano	Área plantada com eucalipto (ha)	
	Distrito Federal (DF)	Goiás (GO)
2015	2.809	133.907
2016	2.700	164.830
2017	3.492	167.755
2018	3.200	168.610
2019	3.000	159.943
2020	1.450	128.798
2021	1.500	119.300
2022	1.455	113.200
2023	688	114.991

Fonte: IBGE (2023).

Em razão do aumento na demanda por madeira em toda essa região, muitos setores, principalmente aqueles ligados ao agronegócio em que, muitas das vezes, não dispõem de produção de madeira própria e nem possuem programas estruturados de fomento, têm

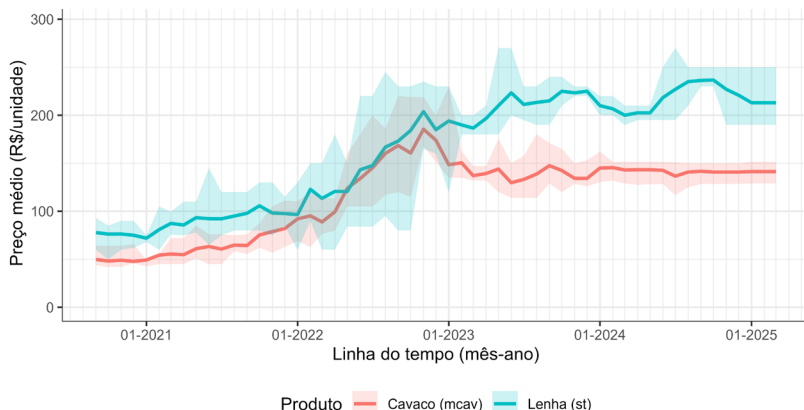
manifestado preocupações com o processo de desabastecimento de madeira. A diminuição da oferta de madeira, associada ao aumento na demanda, impacta diretamente nos preços da madeira e compromete a estabilidade e viabilidade econômica de cadeias produtivas dependentes desse insumo energético, tal como ocorre nas indústrias de laticínios, frigoríficos, ceramistas, dentre outros segmentos.

O agravamento desse cenário foi iniciado em 2020, no início da pandemia de Covid-19, ocasião em que ocorreu uma elevação significativa dos preços dos principais produtos madeireiros, incluindo a lenha, cavaco, bem como do metro estéreo da madeira vendida em pé. O Instituto para o Fortalecimento da Agropecuária de Goiás (Ifag), órgão vinculado à Federação da Agricultura do estado de Goiás (Faeg), tem realizado o monitoramento sistemático dos preços médios nominais da madeira de eucalipto comercializada no estado de Goiás nos últimos cinco anos, considerando as formas de lenha e cavaco.

Na Figura 1 são apresentadas as séries históricas dos preços médios, mínimos e máximos da madeira (lenha) e de cavaco, ambos postos no cliente, praticados no período compreendido entre setembro de 2020 e março de 2025. Devido à similaridade nos preços observados entre Goiás e entorno do DF, não foram apresentados os dados referentes ao Distrito Federal. A área sombreada de cada série representa o intervalo entre os preços mínimos e máximos praticados.

A partir de meados de 2021, observa-se uma tendência de aumento progressivo nos preços da lenha e do cavaco, intensificada ao longo de 2022. Neste intervalo, os preços de lenha e de cavaco se aproximaram, porém, com variações acentuadas entre os preços mínimo e máximo, como evidenciado pela amplitude da área sombreada das duas séries neste período.

O preço do metro estéreo (st) da lenha entregue na indústria (cliente) saiu de R\$ 78,00 em setembro de 2020 para aproximadamente R\$ 220,00 em 2024, representando uma valorização expressiva no período. De forma similar ocorreu com o preço do m³ de cavaco (mcav) no mesmo período. Os preços praticados atualmente no mercado aparentam um certo nível de estabilidade, principalmente para o cavaco, possivelmente em razão de uma demanda contínua, combinada com a baixa oferta de madeira no mercado.



A área sombreada representa o intervalo entre os preços mínimos e máximos praticados no período

Figura 1. Preço do cavaco e da lenha de eucalipto posto no cliente no estado de Goiás.

Fonte: Instituto para o Fortalecimento da Agropecuária de Goiás (2025).

A oferta reduzida na atualidade pode ser explicada, em parte, como o resultado dos preços relativamente baixos e estáveis da madeira de eucalipto desde 2012 até início de 2020, o que contribuiu para a insatisfação de vários produtores florestais. Ao longo deste período, as margens de rentabilidade do negócio florestal se mantiveram apertadas, oscilando entre lucro e prejuízo e, mesmo com a elevação dos preços a partir de 2020, aumentou a competição pelo uso da terra com o aumento dos preços da soja, milho e da carne bovina neste mesmo período. Esse cenário desestimulou investimentos no setor florestal, levando à retração da atividade em Goiás, tanto que a área com eucalipto passou de 163.129 ha em 2021 para 143.180 ha em 2023, uma redução de aproximadamente 12,2% em dois anos (Indústria Brasileira de Árvores, 2024).

Normalmente, as regiões com maiores distâncias dos polos consumidores de madeira são as mais afetadas pela diminuição da área plantada de eucalipto, justamente pelo custo de transporte impactar diretamente na viabilidade econômica da atividade, fato que favorece

com que os produtores migrem para outras atividades consideradas mais rentáveis. Essa tendência de diminuição de investimentos na área florestal, por parte de pequenos e médios produtores, é observada em várias regiões do País. Em contrapartida, os investimentos de grandes indústrias de celulose e papel, as quais possuem verticalização de produção, têm sido ampliados (Indústria Brasileira de Árvores, 2024).

Toda essa conjuntura evidencia uma série de desafios econômicos e produtivos de várias cadeias produtivas ligadas ao agronegócio que demandam madeira em seus processos. A rápida elevação de preços da madeira ocorrida nos últimos anos compromete o planejamento de vários setores consumidores. Por outro lado, a implementação de mecanismos de valorização de diferentes elos da cadeia, sobretudo aqueles relacionados aos incentivos no estabelecimento de arranjos produtivos, criação de programas de fomento, dentre outros, podem contribuir para uma maior estabilidade de suprimento da madeira no médio e longo prazos e, conseqüentemente, proporcionar maior equilíbrio em toda a cadeia produtiva.

Historicamente, o estado de Goiás sempre se destacou como um importante produtor e consumidor de madeira, em especial de lenha e cavaco para fins energéticos (Reis et al., 2021, 2024). A demanda atual por madeira ainda é bastante concentrada na forma de lenha de metrinho e de cavaco, não tendo diversificação relevante de outros produtos madeireiros. Embora a área plantada de eucalipto esteja passando por decréscimo, é tradicional o cultivo de eucalipto para produção de madeira em Goiás, inclusive em alguns municípios que integram a Ride. No ano de 2023, os plantios goianos de eucalipto estiveram distribuídos em 170 municípios, com destaque para Rio Verde, Catalão, Campo Alegre de Goiás e Ipameri, o que corrobora a sua plena inserção em cadeias produtivas ligadas ao agronegócio (IBGE, 2023).

Dentre os municípios goianos que fazem parte da Ride, os municípios de Niquelândia, Cristalina, Abadiânia e Luziânia se destacam no fornecimento de madeira, demonstrando o potencial produtivo da região do entorno do DF na produção de madeira para geração de energia. Em 2023, a produção de madeira de eucalipto nesta região totalizou 847.140 m³, distribuída em 20 municípios, o que corresponde a 23% da

produção estadual de madeira de eucalipto em Goiás. Com destaque para os municípios de Cristalina, Niquelândia e Abadiânia, os quais se sobressaem tanto pela presença de áreas consolidadas de cultivo de eucalipto quanto pela presença de cadeias produtivas ligadas ao agro-negócio que demandam madeira em seus processos industriais (Reis et al., 2024). Na Figura 2 é apresentada a distribuição espacial da produção de lenha de eucalipto no Distrito Federal e em Goiás, com destaque para os municípios que compõem a Ride em 2022.

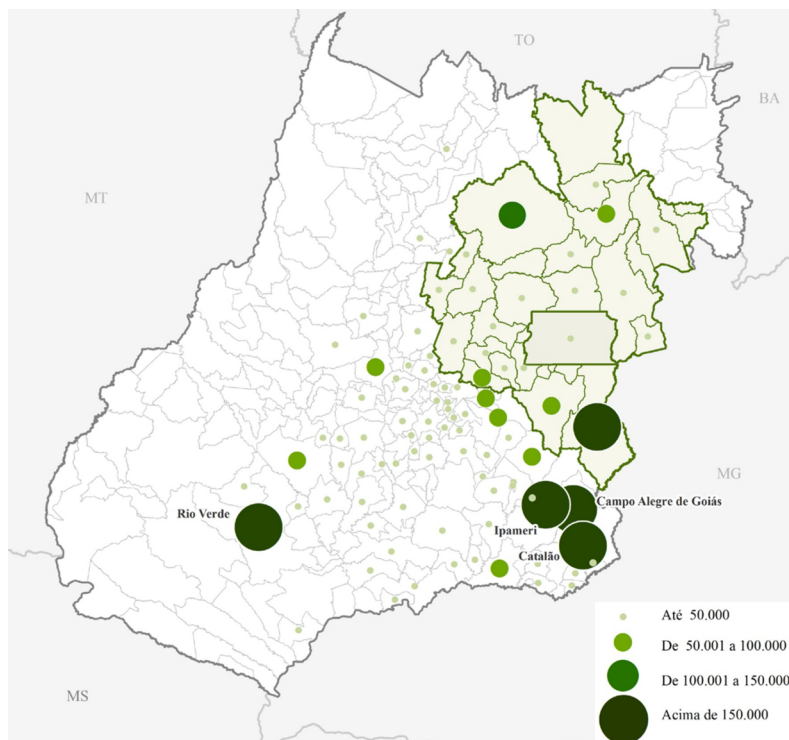


Figura 2. Produção de lenha de eucalipto (m³) no Distrito Federal e em Goiás, com destaque para os municípios que compõem a Região Integrada do entorno do Distrito Federal (Ride).

Fonte: IBGE (2023).

O consumo de madeira de eucalipto para fins energéticos tem se destacado como uma solução estratégica para diversos setores industriais, principalmente aqueles que podem ter benefícios comerciais com as recentes políticas públicas voltadas para a transição energética. A substituição gradual da matriz energética de fontes não renováveis por aquelas renováveis, além de reduzir a dependência de combustíveis fósseis, abre oportunidades para a sustentabilidade industrial (Miranda et al., 2017). Dentre os vários benefícios, destacam-se a abertura de novos mercados e, ou rompimento de barreiras não tarifárias em alguns mercados mais exigentes, justamente pelo crescimento de políticas de desfossilização que vêm sendo impulsionadas em diferentes setores industriais, em diversos países.

As demandas econômicas globais estão cada vez mais orientadas pela adoção de sistemas financeiros que buscam maximizar o crescimento econômico com menor impacto ambiental possível. O Brasil, como protagonista no desenvolvimento de atividades mitigadoras, tem estabelecido uma visão globalizada nesse contexto e, também, tem buscado desenvolver e integrar sistemas produtivos que favoreçam um modelo econômico mais sustentado.

Devido às condições climáticas favoráveis, pela competência e sólida base técnico-científica na silvicultura intensiva desenvolvida ao longo de décadas, a eucaliptocultura e os produtos por ela gerados têm contribuído de forma relevante na modificação do quadro econômico de várias regiões brasileiras ao longo dos anos (Mora; Garcia, 2000; Indústria Brasileira de Árvores, 2024). A cadeia produtiva do eucalipto é composta por vários elos interconectados, caracterizados por uma dinâmica que requer uma estrutura logística e mercados consumidores de madeira altamente consolidados e organizados (Nunes, 2025). Nos últimos anos, essa cadeia produtiva tem apresentado um grande crescimento em regiões de novas fronteiras agrícolas, acompanhando a expansão do agronegócio naquelas regiões que anteriormente não eram consolidadas, demonstrando capacidade de inserção em sistemas produtivos, em regiões emergentes.

Nesse contexto de oportunidades e desafios associados à transição energética, a produção de bioenergia nas áreas circunvizinhas

ao Distrito Federal se destaca como uma alternativa promissora para atender à crescente demanda de vários setores industriais. A madeira de eucalipto apresenta propriedades tecnológicas que atendem plenamente aos requisitos técnicos requeridos por segmentos industriais localizados na Ride, contribuindo de maneira significativa para a manutenção da eficiência em seus processos industriais e mais alinhada à sustentabilidade. Vários estudos destacam que a madeira de eucalipto possui grande valor energético e com propriedades químicas e físicas adequadas para uso em diferentes setores industriais (Cavalcanti et al., 2019; Bellote et al., 2020; Benin et al., 2021).

O eucalipto é cultivado em vários municípios localizados na Ride. Todavia, é uma vasta região com variações relevantes das condições edafoclimáticas, econômicas e sociais. Apesar da consolidação no aspecto produtivo, a região ainda carece de uma rede estruturada de mão de obra qualificada e de assistência técnica especializada no âmbito florestal. Outro fator importante a ser considerado é referente à estrutura logística regional. Neste aspecto, a distância dos polos consumidores, bem como as condições da malha viária, são fundamentais para o melhor escoamento da produção e para o aumento da competitividade regional. Nessa região, por exemplo, quando o transporte ocorre em estrada de chão ou em más condições, o aumento no custo total do frete pode aumentar até 40%.

Por sua vez, é uma região caracterizada por sistemas produtivos consolidados, principalmente ligados à agricultura e à pecuária. Essa característica é interessante, justamente por abrir margem para a inserção de sistemas de integração que envolvam a produção florestal atrelada à agricultura e, ou à pecuária, buscando-se justamente uma dinâmica produtiva mais eficiente e rentável. A capacidade de inserção em cadeias produtivas já consolidadas e ligadas ao agronegócio, sobretudo em regiões de fronteira agrícola, demonstra a relevância do setor florestal.

Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) são caracterizados pela intensificação do uso do solo e pelo aumento da eficiência produtiva. Estes contemplam a produção de espécies florestais, forrageiras, agrícolas e, ou animais em uma mesma área (Hendrickson et al., 2008; Cordeiro et al., 2015). Entre os principais objetivos da adoção desses sistemas, destacam-se a diversificação da produção e das fontes de renda, além do aumento da resiliência econômica das propriedades rurais frente às oscilações de mercado (Porfírio-da-Silva et al., 2009; Oliveira Neto; Paiva, 2010; Vilela et al., 2011; Bungenstab et al., 2019; Manzatto et al., 2019).

A estratégia também contempla atributos relevantes que orientam os produtores rurais para uma gestão mais integrada da propriedade. Como envolve vários componentes produtivos, exige do produtor o uso de um conjunto de métricas para o monitoramento da produção e da comercialização de diferentes produtos ao longo do ano. Neste aspecto, contribui diretamente para uma administração mais eficiente dos recursos e da infraestrutura da propriedade. Esse aprimoramento impacta não apenas na gestão financeira, mas também na gestão ambiental da propriedade, favorecendo a adequação ambiental e, consequentemente, a preservação dos recursos florestais nativos, como Áreas de Preservação Permanente (APP), Reservas Legais (RL) e corredores ecológicos (Balbino et al., 2012).

A inserção de árvores amplia os efeitos sinérgicos entre os componentes do sistema, promovendo uma série de benefícios econômicos e ambientais. Dentre esses benefícios, destacam-se a redução da compactação e da erosão do solo, especialmente pela atenuação do impacto direto das chuvas no solo e pelo aumento na deposição de serapilheira (Porfírio-da-Silva et al., 2009; Oliveira Neto; Paiva, 2010; Balbino et al., 2012). A presença das árvores contribui também para a ciclagem de nutrientes, ao explorar camadas mais profundas do solo

e promover uma redistribuição de nutrientes no perfil do solo. Além disso, promove um incremento na capacidade produtiva das áreas, especialmente pela maior eficiência no uso de insumos, uma vez que os diferentes componentes do sistema se beneficiam de maneira complementar dos nutrientes disponibilizados (Porfírio-da-Silva et al., 2009; Macedo; Araújo, 2012). No aspecto microclimático, a modificação da quantidade e qualidade da radiação solar promove ambientes mais favoráveis aos animais, principalmente em função do maior conforto térmico proporcionado pelo sombreamento (Porfírio-da-Silva et al., 2009; Oliveira Neto; Paiva, 2010).

Adicionalmente, os sistemas de ILPF contribuem para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a melhoria da qualidade do ar. A diversidade estrutural dos arranjos atua também como barreiras físicas, reduzindo a velocidade dos ventos e a incidência de pragas (Balbino et al., 2019). Outros benefícios incluem a elevação da qualidade e recarga hídrica.

Nesse sentido, os sistemas de ILPF têm sido muito estimulados no Brasil, inclusive por meio de políticas públicas, como os Programas Plano ABC e ABC+. Essas políticas vêm apresentando evolução ao longo dos anos, justamente pelos reconhecidos benefícios ambientais, econômicos e sociais associados à adoção desses sistemas. Além disso, nota-se o alinhamento desses sistemas também com políticas públicas voltadas para a transição energética e à mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Do exposto, a consolidação dos sistemas de ILPF na Ride pode representar um fortalecimento do agronegócio regional, sobretudo por promover uma matriz produtiva mais eficiente, associada à prestação de serviços ecossistêmicos.

Dando-se ênfase ao componente florestal dentro desses sistemas, observa-se uma maior previsibilidade e maximização na produção de madeira quando se opta por espécies florestais de rápido crescimento e com sistema de produção consolidado, tal como o eucalipto. É inegável a importância do eucalipto em nível nacional, sendo amplamente demandado no mercado, o que favorece maior segurança produtiva e previsibilidade do retorno econômico (Oliveira et al., 2013; Nicoli et al., 2017). Essa condição evidencia a importância

estratégica do eucalipto para a melhoria nos índices de viabilidade econômica, sobretudo na Ride.

O cultivo de eucalipto sob sistemas de ILPF tem se consolidado cada vez mais em diferentes regiões do Brasil, inclusive em Goiás (Pacheco et al., 2017, 2019, 2021; Moura et al., 2023). O eucalipto, além de ser mais plantado em monocultivos, é também o componente arbóreo mais utilizado em sistemas de integração no território brasileiro. Isso ocorre em função das várias características que as árvores de eucaliptos possuem e que as aproximam do ideótipo almejado para esses sistemas (Salman et al., 2012; Porfírio-da-Silva, 2015). O eucalipto apresenta facilidade de produção das mudas, protocolo silvicultural bastante conhecido, aptidão para geração de produtos madeiráveis (celulose e papel, carvão vegetal, madeira serrada, madeira tratada, painéis, dentre outros) e não madeiráveis (mel, própolis, óleos essenciais, dentre outros) de valor comercial, rápido crescimento, baixo ou nenhum potencial tóxico às culturas anuais e aos animais, boa tolerância ao fogo quando rasteiro, boa arquitetura de copa e menor interferência desta sobre o pasto (quando bem manejado), fuste reto/colunar e longo (com altura mínima superior a 7 m quando adulto), madeira de fácil comercialização em boa parte do território nacional e, algumas de suas espécies, com capacidade de associação com micorrizas, a qual contribui para a fertilidade do solo e beneficia as demais culturas presentes no sistema.

Modalidades de sistemas de integração

Os sistemas de integração podem contemplar diferentes estruturas e arranjos espaciais, sendo facilmente adequados às inúmeras peculiaridades e possibilidades da propriedade rural. De maneira

geral, os sistemas podem ser classificados da seguinte maneira, conforme apresentado por Cordeiro et al. (2015):

1) sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) ou sistema agro-pastoril: consiste no cultivo de um componente agrícola com um componente forrageiro e, também, um animal, seja em consórcio ou sucessão em uma mesma área;

2) sistema de integração pecuária-floresta (IPF) ou silvipastoril: contempla o cultivo do componente florestal simultaneamente com o componente forrageiro e animal;

3) sistema de integração lavoura-floresta (ILF) ou sistema silvagrícola: composto pelo consórcio do componente florestal e agrícola em uma mesma área;

4) sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) ou sistema agrossilvipastoril: consiste no cultivo dos componentes: agrícola, forrageiro, animal e florestal em uma mesma área, os quais podem ser escalados no tempo e no espaço. Assim, alguns componentes são cultivados em momentos diferentes, por exemplo, o cultivo agrícola é realizado, de forma geral, previamente (em período diferente) ao componente forrageiro e, também, ao animal.

A implementação das diferentes modalidades de sistema elencadas pode variar por diversas razões, seja pelo perfil da região onde será localizado o empreendimento, pelo perfil do produtor rural, pela oportunidade regional de melhor comercialização dos produtos oriundos dos componentes ou, mesmo, pelo perfil da propriedade rural, tais como as peculiaridades de solo, clima, infraestrutura disponível, acesso à tecnologia, dentre outras (Vilela et al., 2011; Behling; Wruck, 2023). Embora seja um sistema de produção que necessita de ajustes para se adequar a cada objetivo e, ou às condições edafoclimáticas da região para a sua implementação, nota-se que se trata de um sistema muito versátil, fato que permite várias formas/arranjos de adoção.

Em várias regiões do Brasil, inclusive na Ride, produtores têm adotado os sistemas de integração como estratégia para recuperar a produtividade de um ou mais componentes do seu sistema produtivo (Balbino et al., 2011b; Vilela et al., 2011; Cordeiro et al., 2015). Por exemplo, nas propriedades rurais com predominância da

atividade pecuária, a realização da reforma das pastagens precedida pela implantação de áreas com grãos tem sido uma prática recorrente, como forma de recuperar a produtividade das pastagens (Pacheco et al., 2021). Nas áreas com predominância de cultivo de grãos, entretanto, é recorrente a utilização de gramíneas forrageiras para a formação de cobertura de solo e alimentação dos animais na entressafra, sobretudo nas propriedades que adotam o sistema de plantio direto.

A adoção do plantio em rotação entre a pastagem e a lavoura no primeiro ano e segundo ano, com a introdução do componente florestal no primeiro ou no segundo ano, tem sido uma prática cada vez mais utilizada (Pacheco et al., 2021). Ainda, segundo estes autores, a partir do 18º mês, estabelece-se a integração de forma consolidada entre os componentes florestal, forrageiro e animal. Em razão dos custos envolvidos com a parte agrícola, é comum observar esse tipo de modalidade realizada em parceria com arrendatários de terra, sobretudo em propriedades rurais com predominância da atividade pecuária (Pacheco et al., 2021).

Neste contexto, inclusive, podem surgir oportunidades que também envolvem o estabelecimento do componente florestal por meio de parcerias diretas ou por fomento florestal. Considerando-se as características das propriedades rurais na Ride, em especial aquelas localizadas no sul do Distrito Federal, onde já possuem sistemas produtivos já consolidados, a implementação de sistemas de ILPF pode representar uma alternativa para o aumento da oferta de madeira nessa região.

Um exemplo de destaque no aumento da produção de madeira no contexto regional ocorre no município de Quirinópolis, localizado na microrregião do Sul Goiano (Barros et al., 2021). Desde 2016, por meio de ação coordenada pela Emater-GO, pela Embrapa e pelo Plano ABC, tem sido promovida a implantação de sistemas de integração nas modalidades agrossilvipastoril, silvipastoril ou silviagrícola, por meio da inserção ordenada do componente arbóreo em propriedades rurais onde, até então, eram tradicionalmente e somente praticadas a agricultura, a pecuária leiteira ou a pecuária de corte (Pacheco et al., 2019).

Essa estratégia tem se destacado, sobretudo, por favorecer a diversificação da renda dos produtores e promover melhorias nos sistemas produtivos, os quais têm contribuído diretamente para o aumento da eficiência nas propriedades rurais envolvidas (Pacheco et al., 2019). Esse aspecto é muito relevante, uma vez que os produtores não precisam alterar significativamente a sua atividade principal, mas sim introduzir um novo componente que, além de gerar uma nova fonte de renda, promove melhorias na atividade principal, e tem potencial de aumentar a competitividade das outras cadeias produtivas regionais ao ofertar biomassa de plantios florestais para uso como energia renovável a uma menor distância, por exemplo.

No contexto da pecuária leiteira em Quirinópolis, GO, por exemplo, além do incremento na produtividade de leite, uma série de outros benefícios têm sido obtidos, como a recuperação e renovação das pastagens, melhoria do conforto térmico dos animais e vários outros serviços ecossistêmicos associados à prática de ILPF (Barros et al., 2021; Pacheco et al., 2021; Siqueira et al., 2023).

A implantação gradativa preconizada nessa ação tem sido muito importante, justamente pelo fato do sistema ILPF envolver interações complexas entre os diferentes componentes produtivos. Assim, alterações que promovem poucas mudanças na dinâmica produtiva, em especial no início da implementação do sistema e, ao mesmo tempo, promovem melhorias no sistema e ganhos em produtividade, são muito valorizadas por reduzirem os riscos inerentes à adoção de novas tecnologias.

Atualmente, mais de 80 produtores já aderiram ao programa, sendo a maioria composta por propriedades de pequeno porte. Ressalta-se, ainda, que a tecnologia apresenta versatilidade, podendo ser adotada nos empreendimentos de diferentes escalas produtivas.

Os fatores que determinam a configuração do sistema de ILPF a ser empregado em uma propriedade são definidos por um conjunto de características regionais, com ênfase nos aspectos relacionados ao mercado, realidade socioeconômica e às condições específicas de cada propriedade, tais como escala de produção, infraestrutura

disponível, além do nível de mudança requerida na dinâmica produtiva de cada propriedade (Ferreira et al., 2017).

O cultivo em sistemas de integração por pequenos produtores na Ride ainda é uma prática pouco adotada, em especial, quando envolve a inserção do componente florestal em sistemas agropecuários consolidados. É natural que ainda persistam inseguranças frente aos riscos operacionais associados à sua implementação.

Diante desse contexto, serão apresentados os principais procedimentos técnicos operacionais para o cultivo de eucalipto em sistemas de integração. Em razão da diversidade de arranjos possíveis no âmbito da ILPF, não se limitou a definir um sistema padrão como modelo a ser adotado. Priorizou-se sistematizar os procedimentos silviculturais essenciais para a obtenção de uma produtividade de madeira competitiva nas condições ambientais da Ride.

Procedimentos operacionais para o cultivo do eucalipto sob sistemas de integração

O cultivo de eucalipto envolve o uso de diferentes práticas silviculturais desenvolvidas ao longo do tempo. Essas técnicas já são amplamente conhecidas, com protocolos técnicos bem definidos e dominados por profissionais do setor florestal, especialmente em sistemas de monocultivo. Contudo, sua aplicação em sistemas de ILPF ainda impõe desafios técnicos relevantes. Na maioria das vezes são requeridos ajustes no manejo silvicultural visando maior eficiência produtiva, sobretudo pelas particularidades decorrentes da interação entre os diferentes componentes do sistema. A seguir, serão apresentados os principais procedimentos operacionais no cultivo de eucalipto, com detalhamento das etapas e suas particularidades em sequência cronológica de execução no campo.

Planejamento

O sucesso dos sistemas de integração está diretamente relacionado com a escolha de tecnologias adequadas para regiões homogêneas (Balbino et al., 2011a). Neste sentido, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por meio de suas várias Unidades em todo Brasil, tem investido na geração de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias em sistemas de integração, nos diversos biomas brasileiros: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal.

Segundo Vilela et al. (2001); Kichel e Miranda (2002); Dias-Filho (2007); Balbino et al. (2011b), nos diferentes biomas, o potencial de adoção do sistema de ILPF está condicionado aos diversos fatores de ordem econômica e ambiental, característicos dessas regiões. Assim, existem alguns requisitos que devem ser considerados pelos produtores rurais como condicionantes à sua adoção, tais como:

- i) solos favoráveis para a produção de grãos, florestas e forrageiras com boa drenagem e aptos à mecanização;
- ii) infraestrutura para a produção e armazenamento da produção (equipamentos, máquinas e instalações);
- iii) recursos financeiros próprios ou acesso ao crédito para os investimentos na produção;
- iv) domínio tecnológico;
- v) acesso ao mercado para compra de insumos e comercialização da produção, com preços que justifiquem economicamente a adoção dessa prática;
- vi) acesso à assistência técnica;
- vii) possibilidade de arrendamento da terra ou parceria com produtores tradicionais de grãos.

É importante também observar a situação fundiária e enquadramento na legislação da propriedade rural quanto às áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal (RL). Em geral, as agências de fomento requerem que a propriedade esteja devidamente regularizada do ponto de vista legal e ambiental.

No que se refere ao componente arbóreo, a forma de distribuição das árvores é um importante elemento estrutural do sistema e contempla os seguintes critérios de planejamento: i) finalidade da produção das árvores (carvão, lenha, madeira serrada, dentre outras); ii) declividade e face de exposição do terreno; iii) proteção dos demais componentes (cultivos e, ou rebanhos) e iv) conservação da água e do solo (Porfírio-da-Silva, 2006; Porfírio-da-Silva et al., 2008, 2009).

Sabe-se que a ILPF será facilitada pela adequada distribuição das árvores no terreno (Porfírio-da-Silva et al., 2008). Neste sentido, esses autores comentam que o arranjo de árvores em aleias tem sido o mais eficaz. Em aleias, as árvores são plantadas em faixas ou renques (linhas simples ou múltiplas) com amplos espaçamentos entre renques. Essa forma pode ser ajustada de acordo com a prioridade de produtos, sendo parte importante do planejamento do sistema de produção.

Neste cenário, algumas questões são relevantes no planejamento do sistema, conforme preconizado por Porfírio-da-Silva et al. (2008):

- i) qual a distância entre renques?
- ii) quantas linhas deve conter cada renque?
- iii) qual a distância entre linhas no renque?
- iv) qual a distância entre árvores na linha?

O alinhamento dos renques deve obedecer aos princípios de conservação do solo, sendo recomendado o plantio em nível sempre que possível, sobretudo em áreas com declividade acentuada. Esse procedimento é importante para minimizar os riscos relacionados à erosão e escoamento superficial, além de favorecer maior infiltração de água no solo. Em terrenos planos, o alinhamento das fileiras deve, preferencialmente, ser no sentido Leste-Oeste, o qual permite maior incidência de luz entre os renques, beneficiando os cultivos de grãos e forrageiras (Porfírio-da-Silva et al., 2008).

Assim, quando a produção de madeira é priorizada, pode-se utilizar menor distância entre renques e, ou maior número de linhas em cada renque, o que proporciona maior número de árvores por hectare (Porfírio-da-Silva et al., 2008). Ao se priorizar os componentes agrícolas e, ou pecuário, os espaçamentos devem ser maiores, com

maior distância entre renques e, ou menor número de linhas em cada renque (Porfírio-da-Silva et al., 2008).

A definição da distância entre os renques, bem como do número de linhas e de renques no sistema de ILPF, deve considerar os aspectos silviculturais, bem como os procedimentos operacionais do sistema agrícola ou pecuário a ser realizado entre os renques. O manejo das culturas agrícolas, bem como fatores relacionados ao manejo animal e à colheita da madeira são fundamentais na definição do arranjo espacial mais adequado. Os implementos a serem utilizados, bem como o seu porte, a largura das barras dos pulverizadores, o tamanho das plantadoras, raio de manobra do maquinário, dentre outros fatores devem ser considerados no planejamento, como forma de otimizar o trânsito dos maquinários na área e reduzir restrições logísticas (Porfírio-da-Silva et al., 2015). Além disso, esses fatores contribuem para aumentar a produtividade das operações mecanizadas ou semimecanizadas no manejo do sistema, especialmente da colheita florestal, cujo arranjo bem planejado impacta diretamente na produtividade operacional e, conseqüentemente, na redução dos custos desta importante operação florestal.

Controle de insetos-pragas (formigas e cupins)

O controle de formigas cortadeiras e cupins é uma prática essencial para o sucesso da implantação do eucalipto sob sistema de ILPF. As formigas cortadeiras estão entre as principais pragas, causando danos significativos nos diferentes estágios das plantações de eucalipto (Barbosa et al., 2021). De forma geral, as formigas dos gêneros *Atta* spp. (saúvas) e, ou *Acromyrmex* spp. (quenquéns) são as mais comuns. Os saúveiros são mais facilmente localizados, devido à presença de terra solta no entorno do ninho, ao passo que as quenquéns são mais dificilmente localizadas, pois, na maioria das vezes não deixam pistas de sua existência (Oliveira Neto; Paiva, 2010). Existem diferentes métodos de controle de formigas, tais como iscas

granuladas, pó seco, termonebulizador ou gás, a serem usados de acordo com as condições do produtor e com o nível de infestação da área de plantio (Botelho, 2003).

Assim, recomenda-se o estabelecimento de estratégias de controle preventivo. O monitoramento deve ser contínuo, incluindo vistas antes, durante e após o plantio. Dessa maneira, este permite a identificação precoce das infestações, viabilizando intervenções rápidas e melhorando a gestão dos riscos fitossanitários e definição dos métodos de controle (Barbosa et al., 2021).

O uso de técnicas que prevê a aplicação de iscas granuladas contendo ingredientes ativos como fipronil e a sulfluramida constitui a prática mais difundida em plantios florestais devido à sua efetividade, facilidade de aplicação e menor custo (Zanetti et al., 2003; Barbosa et al., 2021). O procedimento deve ser iniciado com um monitoramento minucioso em toda a área destinada ao plantio, bem como nas áreas adjacentes, incluindo os plantios existentes, áreas com pastagens e até eventuais propriedades vizinhas. Atenção também deve ser dada aos fragmentos de vegetação nativa, com o objetivo de localizar os formigueiros e cupinzeiros ativos também nesses locais.

As aplicações de iscas formicidas podem ser conduzidas de forma sistemática ou localizada. No controle sistemático, as iscas são distribuídas ao longo de toda a área, independentemente da detecção visual de formigueiros, com o objetivo de garantir cobertura homogênea e preventiva. Essa estratégia é especialmente indicada em áreas com histórico de infestação ou em regiões de transição entre vegetação nativa e áreas cultivadas, inclusive é importante destacar a necessidade de aplicação nas áreas vizinhas, justamente pela capacidade de migração das formigas. O controle localizado é realizado mediante aplicação de iscas somente nas áreas com ocorrência de ninhos ativos identificados ou plantas atacadas (Nickel; Reis Filho, 2021).

Embora o período seco, entre maio e outubro, seja o mais recomendado para o controle com o uso de iscas granuladas, em razão das chuvas diminuírem sua eficiência, o monitoramento e, se necessário, o controle deve ser mantido durante todo o ano, independente da fase da cultura.

O período da implantação é o período crítico, sendo necessária a realização de rondas semanais até o primeiro mês do plantio, podendo ser quinzenais a partir do segundo mês. É importante ressaltar que, durante as rondas de monitoramento, é necessária atenção dispensada a quaisquer fatores bióticos ou abióticos que possam comprometer o desenvolvimento das mudas ou ocasionar falhas que demande o replantio. A detecção precoce de problemas permite intervenções imediatas, minimizando perdas e assegurando o pleno estabelecimento do povoamento.

Em sistemas de ILPF, onde ocorre o cultivo simultâneo de diferentes culturas, o monitoramento deve ser ainda mais criterioso, dada à possibilidade de interação entre os componentes. Nesse contexto, cabe destacar que, em situações em que a implantação do eucalipto ocorre simultaneamente com a cultura da soja, são recorrentes os relatos de danos causados por grilos nas mudas, principalmente nos primeiros 40 dias após o plantio do eucalipto, exigindo vigilância redobrada nesse período.

Dessa maneira, a identificação de atividade de formigas e outras pragas, inclusive proveniente de outras culturas, sinais de déficit hídrico nas mudas, sintomas de fitotoxicidade ou qualquer outro fator de risco durante as rondas demandam ação imediata, a fim de evitar danos nas plantas jovens de eucalipto.

Aquisição das mudas de eucalipto para plantio em campo

A qualidade das mudas é um dos principais fatores para garantir o sucesso de um plantio de espécies florestais (Botelho, 2003). Assim, é fundamental atentar para que as mudas sejam de boa procedência e, também, para que o viveiro seja idôneo e devidamente credenciado no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem) do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa).

Em geral, no caso do eucalipto, as mudas clonais são as mais utilizadas e é de vital importância que as cultivares clonais apresentem

adequada adaptação ao local de cultivo, haja vista que a adaptação influencia na produtividade de madeira futura do plantio. As mudas devem ser novas e sadias, com sistema radicular bem formado e sem enovelamento, além de estarem devidamente rustificadas. Recomenda-se que a aquisição/encomenda das mudas seja realizada com antecedência mínima de quatro meses, pois este é o prazo médio de produção das mesmas pelo viveiro.

Análise do solo

Para iniciar as operações de implantação do sistema de ILPF, é necessário a realização da análise química e física do solo, conforme metodologia preconizada por Alvarez et al. (1999). Essa etapa permitirá fazer o devido planejamento do manejo nutricional do eucalipto.

Preparo do solo

O preparo do solo para o plantio de eucalipto sob sistemas de ILPF deve ser preferencialmente realizado por meio do cultivo mínimo, o qual é caracterizado pelo preparo do solo limitado exclusivamente nas linhas de plantio. Seu objetivo é reduzir o número de operações e de maquinários utilizados durante a implantação das culturas, minimizando o revolvimento e destruturação do solo em toda a área. Entre as vantagens do cultivo mínimo destacam-se: i) manutenção ou melhoria das propriedades físicas do solo; ii) redução de perdas de nutrientes do sistema, em razão da mineralização e liberação de nutrientes ocorrer de forma gradativa, com menores perdas por lixiviação; iii) manutenção ou aumento da atividade biológica e da fertilidade do solo; iv) menor incidência de plantas invasoras, pois o banco de sementes e outros propágulos permanecem sombreados e fisicamente impedidos de crescer; v) redução das despesas com o plantio e vi) aumento da eficiência operacional das atividades de campo (Botelho, 2003).

O cultivo mínimo pode ser conduzido com o uso de subsolador florestal ou por meio do coveamento individual. A escolha da forma

de preparo irá depender das características da área, do tamanho e dos recursos disponíveis. A recomendação geral é a adoção do cultivo mínimo com a execução simultânea da subsolagem e adubação fosfatada, o que permite maior eficiência operacional e melhor aproveitamento dos insumos (Porfírio-da-Silva et al., 2009). O preparo de solo por meio de coveamento individual normalmente é utilizado para áreas menores, acidentadas/montanhasas e, ou na falta de implementos florestais, fato muito comum em regiões de fronteira agrícola. Em áreas com uso predominante de pastagem ou agricultura, recomenda-se verificar se há alguma camada de compactação subsuperficial do solo, comumente denominadas “pé de grade”. A ocorrência dessa camada pode restringir o desenvolvimento radicular em profundidade, comprometendo o desempenho do povoamento. Quando identificada, recomenda-se a realização de subsolagem, visando quebrar essa camada de impedimento e promover a melhoria das condições edáficas para o crescimento da floresta.

Antes da realização do coveamento ou subsolagem, é definido o número de renques, ou seja, a linha de plantio das árvores. Os renques podem ser formados por uma ou mais linhas, dependendo do objetivo do plantio. Após a definição dos renques, é realizada a dessecação das áreas onde ficarão os mesmos, cuja largura irá depender do número de linhas de plantio por renque. A aplicação do herbicida para a dessecação das plantas invasoras pode ser realizada por meio de trator acoplado com pulverizador.

O coveamento e subsolagem devem ser realizados após a conclusão da etapa de demarcação das linhas de plantio/renques, abertura dos renques e o controle das formigas cortadeiras. No caso do preparo por meio de coveamento, a abertura das covas pode ser feita manualmente ou com equipamentos específicos, como perfuradores motorizados (motocoveadores). Se a opção de preparo for pelo uso dos perfuradores de solo, é importante observar se, nas laterais da cova, não está ocorrendo o espelhamento. Esse aspecto é muito comum em solos argilosos, fato que limita o crescimento do sistema radicular das mudas de eucalipto. As dimensões mínimas recomendadas para as covas devem atender aos critérios estabelecidos para

a espécie utilizada, geralmente respeitando geralmente respeitando profundidades entre 40 e 60 cm e largura entre 30 e 40 cm, conforme ilustrado na Figura 3.

Fotos: Alisson Moura Santos



Figura 3. Figura 3. Demonstração da operação de abertura da cova (A), das covas prontas (B) para o plantio das mudas de eucalipto.

O preparo do solo por meio de cultivo mínimo é realizado na linha de plantio das mudas de eucalipto. Esse procedimento é realizado com o uso do subsolador florestal (Figura 4), responsável por promover a descompactação do solo em profundidades de até 60 cm, formando sulcos contínuos na linha de plantio. Durante essa operação, realiza-se simultaneamente a aplicação da fonte fosfatada, tais como superfosfato simples, fosfato reativo, superfosfato triplo, dentre outras. Essa técnica permite que o adubo fosfatado fique em uma profundidade de aproximadamente 40-60 cm, condição favorável para o adequado desenvolvimento do sistema radicular das mudas de eucalipto. Como citado anteriormente, em áreas com solos compactados,

principalmente em áreas de pastagens, essa prática é essencial. As quantidades e os tipos de insumos a serem utilizados devem ser definidos com base nos resultados das análises de solo, como forma de atender as necessidades nutricionais do eucalipto.

Plantio

O plantio das mudas de eucalipto deve ser realizado imediatamente após o preparo do solo, seguindo uma série de procedimentos para garantir o pleno estabelecimento das plantas e minimizar as perdas. Essa etapa é crucial para o sucesso do empreendimento e, portanto, deve ser executada com bastante rigor.

Na ocasião do plantio, deve ser preparada uma calda contendo um fertilizante fosfatado, tal como o fosfato monoamônico (MAP purificado) e um inseticida com ação cupinícida para o tratamento das mudas. As mudas devem ser imersas nessa calda imediatamente antes da execução do plantio, como forma de garantir a impregnação do produto no substrato e favorecer um arranque inicial do sistema radicular das mudas e proteção contra o ataque de cupins (Fonseca et al., 2007). Normalmente, como o plantio perdura por vários dias, essa calda utilizada deve ser acondicionada em recipiente apropriado, permanecendo devidamente fechado quando não estiver em uso, para evitar contaminações externas.

Ressalta-se que todo o procedimento de tratamento das mudas deve ser conduzido com o uso obrigatório de equipamentos de proteção individual (EPIs). Esses EPIs incluem luvas, avental impermeável, botas, máscara e óculos de proteção, conforme estabelecido em normas de segurança no manuseio de defensivos agrícolas.

Após a imersão dos substratos das mudas na calda, estas devem ser transportadas com cuidado para o local de plantio. Deve-se retirar as mudas cuidadosamente dos tubetes e realizar o plantio. Recomenda-se o uso da plantadeira manual (matraca) de eucalipto. Na ocasião do plantio, deve ser assegurado o posicionamento correto da muda na cova, de forma que o coleto esteja nivelado com a superfície do solo. Mudas mal posicionadas afetam negativamente o



Figura 4. Operação de subsolagem (A) e aplicação de adubo fosfatado (B) realizada com subsolador florestal.

desenvolvimento inicial, resultando em plantas deformadas e comprometendo a sobrevivência após o plantio (Porfírio-da-Silva et al., 2009).

O plantio de eucalipto normalmente é realizado no período chuvoso, embora em algumas situações do sistema de ILPF ocorra a implantação após a colheita da primeira safra, momento no qual é comum ocorrer veranicos. Ainda que o plantio do eucalipto seja realizado sob pleno período chuvoso, é essencial dispor de infraestrutura adequada para a realização de irrigação de salvamento. O pleno estabelecimento das mudas no solo está diretamente condicionado à ocorrência de chuvas nas primeiras 24 h após a implantação das mudas no campo. Não ocorrendo chuvas nesse período, é necessário a realização imediata de irrigação de salvamento, como forma de garantir o bom pegamento das mudas no campo.

Essa operação desempenha um papel fundamental na fase de estabelecimento das mudas no campo, reduzindo a ocorrência de estresse hídrico, minimizando a mortalidade e, conseqüentemente, o replantio, além de assegurar o pleno estabelecimento das mudas no solo. A negligência nesta etapa pode acarretar custos extras com o replantio, além de afetar na sobrevivência e produtividade de madeira futura do sistema. É uma estratégia preventiva, chave para o sucesso da implantação do componente florestal no sistema de ILPF.

Adubação

A operação de adubação de plantio ou de base, como é também comumente chamada, é fundamental para o pleno desenvolvimento do componente florestal. Deve ser realizada com base nos resultados das análises química e física do solo, respeitando as recomendações específicas para a cultura do eucalipto. Essa operação é realizada para fornecer os nutrientes essenciais para o crescimento inicial das mudas (Gonçalves, 1995).

Assim, a adubação de plantio deve ser realizada, preferencialmente, até 14 dias após o plantio das mudas. A aplicação dos fertilizantes normalmente é realizada em covetas laterais, localizadas a uma distância de 20 a 40 cm de cada lado da muda. A dose total de adubo deve ser fracionada, sendo distribuído um terço de cada lado da muda e o outro terço restante na superfície ao redor da muda, respeitando sempre uma distância de 20 a 40 cm do colo da muda

de eucalipto, conforme demonstrado nas Figuras 5 e 6. As covetas devem ter uma profundidade de aproximadamente 20 cm e devem ser devidamente fechadas após a aplicação do adubo, assegurando a proteção dos nutrientes.

Foto: Alisson Moura Santos



Figura 5. Demonstração da adubação com NPK, em covetas laterais e ao redor da muda, no plantio de eucalipto em sistema de integração.

A adubação de cobertura é realizada em etapas, ou seja, de forma parcelada com a finalidade principal de fornecer nutrientes de rápida absorção, principalmente nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), e micronutrientes (Gonçalves, 1995). Esses nutrientes são essenciais para o desenvolvimento das mudas no período de estabelecimento inicial. A adubação de cobertura também é realizada, preferencialmente, durante o período chuvoso. Evidentemente que isso irá depender do calendário de implantação em cada caso. No entanto, o ideal é que o solo ainda esteja com umidade, de modo a permitir melhor incorporação dos nutrientes no solo.

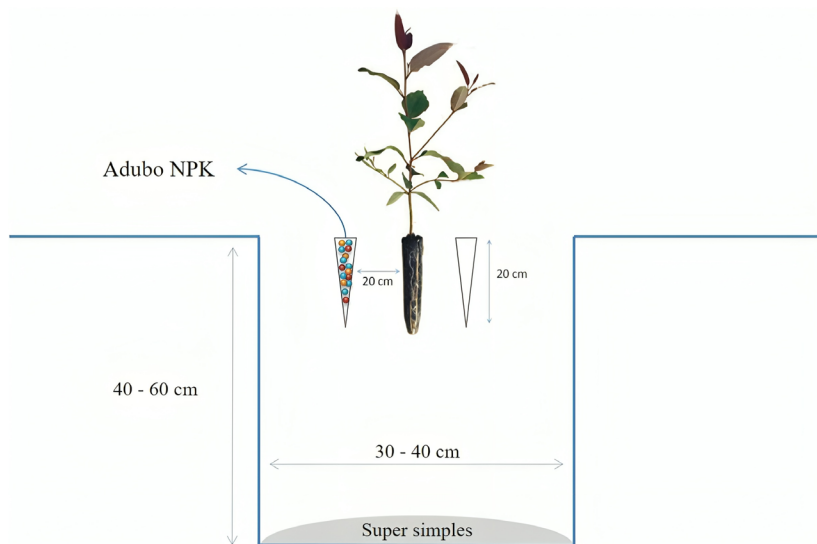


Figura 6. Ilustração de adubação de plantio de eucalipto em sistema de integração.

Ilustração: João Alencar de Sousa

O adubo deve ser distribuído ao redor das mudas, obrigatoriamente a uma distância de 15 a 30 cm do colo, de forma circular ou em formato de meia-lua, conforme sugerido por Gonçalves (1995) e esquematizado na Figura 7. É importante ressaltar que essa operação deve ser conduzida com muita atenção, a fim de evitar o contato direto do adubo com as folhas das mudas, o que pode causar fitotoxicidade. As quantidades, formulações e os tipos de adubos a serem utilizados nesta etapa devem ser definidos com base nos resultados das análises de solo, considerando as exigências nutricionais do eucalipto. A adubação de cobertura tem sido normalmente fracionada em três ou quatro aplicações durante os primeiros 15 meses. Recomenda-se uma maior atenção nas fases iniciais, ocasião em que o sistema radicular ainda se encontra em fase de formação.

Assim, normalmente a primeira adubação de cobertura ocorre até os primeiros 60 dias e a segunda até os 120 dias após o plantio. É importante o produtor se atentar para que as adubações sejam realizadas preferencialmente dentro do período chuvoso, de modo a otimizar o aproveitamento dos nutrientes pelas mudas e minimizar as perdas por volatilização.

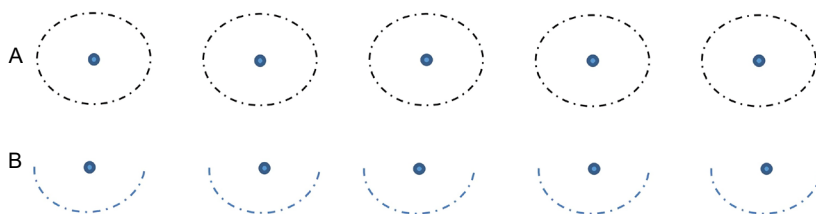


Figura 7. Ilustração da adubação de cobertura das mudas de eucalipto nos formatos circular (A) e em meia-lua (B).

Ilustração: João Alencar de Sousa

Irrigação

A irrigação é uma operação de grande importância para o estabelecimento das mudas no campo, sobretudo em condições de ocorrência de déficit hídrico em uma determinada época do ano. Conforme já mencionado, o eucalipto demanda um suprimento adequado de água nas primeiras semanas após o plantio, para assegurar o pleno desenvolvimento no estabelecimento do povoamento. A operação de irrigação pode ser realizada com o uso de hidrogel ou não, dependendo das condições regionais.

Os hidrogéis são polímeros com elevada capacidade de retenção de água e liberação gradual para as plantas, contribuindo para a manutenção da umidade do solo por um período maior, favorecendo a disponibilidade hídrica para as plantas. O uso desses polímeros ajuda a reduzir o estresse hídrico nas mudas, especialmente nas fases iniciais de estabelecimento do povoamento (Silva et al., 2024).

Assim, o uso do hidrogel para a irrigação é relevante para condições em que há baixa umidade do solo. É importante ressaltar que há diferentes formulações de hidrogel disponíveis no mercado, cada uma com características e finalidades distintas, como o uso no plantio, na irrigação etc.

A primeira irrigação deve ser conduzida imediatamente após o plantio. Evidentemente, nas situações de ocorrência de chuvas suficientes, essa operação pode ser dispensada. Quando utilizado o hidrogel, é imprescindível que a aplicação siga rigorosamente os critérios e recomendações técnicas do fabricante. Como há uma ampla variedade de produtos e formulações disponíveis no mercado, com grande variação de instruções de uso, é recomendado seguir os critérios técnicos estabelecidos pelo fabricante.

A etapa de preparação da solução de hidrogel exige atenção redobrada. O produto é, geralmente, comercializado na forma de pó granulado fino, o qual deve ser dissolvido em água. Assim, essa etapa deve ser conduzida com extremo rigor técnico, para evitar a formação de grânulos ou aglomerados de gel, os quais podem comprometer a funcionalidade do produto. É recomendada a sua dissolução em água no momento do enchimento do tanque ou caminhão-pipa utilizado para a irrigação. Nessa operação, o derramamento do hidrogel deve ser feito de forma lenta e contínua durante o processo de abastecimento de água, de modo que a quantidade total do hidrogel a ser utilizada seja lentamente adicionada ao longo do enchimento completo do tanque destinado à irrigação. Essa sincronia é fundamental para assegurar uma diluição adequada e homogênea, evitando a aglutinação do produto. Trata-se de uma operação que demanda paciência, precisão e cuidado técnico do operador.

Em relação ao volume ideal de água a ser aplicada em cada muda, ainda não há uma padronização consolidada quanto às quantidades recomendadas para as diferentes condições edafoclimáticas ou etapas de desenvolvimento do eucalipto (Silva et al., 2024). Todavia, nas regiões de Cerrado, especialmente no estado de Goiás e região do entorno do Distrito Federal, a prática da irrigação tem sido conduzida, em geral, com a aplicação de aproximadamente cinco litros de

água por planta, contendo hidrogel diluído ou não, conforme estratégia adotada. Normalmente, recomenda-se a realização de quatro a seis irrigações sequenciais, com volumes de água semelhantes, em intervalos de três a cinco dias, exceto nos casos em que ocorram chuvas suficientes.

Manejo da matocompetição

A condução de operações que minimizem o aparecimento de plantas daninhas é fundamental para o pleno desenvolvimento do componente florestal, principalmente nas fases iniciais de implantação. A presença de plantas daninhas compromete significativamente o crescimento inicial das mudas de eucalipto, pois competem em recursos como água, luz e nutrientes. O manejo da matocompetição deve ser previamente planejado, tal como os demais procedimentos técnicos operacionais necessários para o cultivo do componente florestal e dos demais componentes do sistema. O manejo pode ser realizado de forma manual ou químico, dependendo do estágio e das condições operacionais da propriedade.

O controle manual é normalmente utilizado em áreas pequenas com menor escala de uso. Essa operação consiste na utilização de enxadas para a remoção das plantas daninhas, sempre que necessário, especialmente nos primeiros quatro meses após a implantação, período crítico para o desenvolvimento do sistema radicular do componente florestal, conforme apresentado na Figura 8.

O controle químico, por sua vez, é realizado por meio de aplicações sequenciais de herbicidas pré-emergentes e pós-emergentes, distribuídas em diferentes etapas do manejo, sendo mais intensivo no período da implantação do componente arbóreo. O controle é iniciado com a condução da dessecação da pastagem ou cobertura existente na ocasião da abertura dos renques. Na ocasião do preparo do solo é realizado um segundo controle. Após a realização da subsolação é recomendada a aplicação de herbicidas pré-emergentes nas linhas de plantio antes da operação de plantio das mudas, conforme demonstrado na Figura 9. Essa operação visa justamente inibir o



Foto: Alisson Moura Santos

Figura 8. Ilustração do controle manual de matocompetição (coroamento) em plantios de eucalipto em sistemas de ILPF.

aparecimento de plantas daninhas na fase inicial de crescimento das mudas, período crítico para o estabelecimento da floresta.

É importante destacar que o planejamento do manejo da matocompetição deve ser tecnicamente ajustado em função da estratégia adotada para a implantação de todos os componentes do sistema de ILPF. Em situações nas quais a introdução do componente florestal ocorre de maneira simultânea com o cultivo agrícola, é essencial um planejamento criterioso do manejo de herbicidas, visando a

Foto: Alisson Moura Santos



Figura 9. Linhas de plantio de eucalipto com controle químico pré-emergente após subsolagem.

racionalizar as aplicações e diminuir os riscos de fitotoxicidade sobre as mudas de eucalipto. O que se tem observado, como prática recorrente, é a implantação do componente florestal apenas após a finalização das aplicações de herbicidas sobre a cultura agrícola. Por exemplo, quando a cultura agrícola é soja ou milho, culturas predominantes na primeira safra nessa região, o início da subsolagem e das demais operações de plantio florestal geralmente se dá entre 28 e 40 dias após a semeadura da lavoura. Evidentemente, a demarcação dos renques destinados ao componente florestal é realizada previamente à semeadura da lavoura, assegurando que o cultivo agrícola ocorra exclusivamente nas áreas previamente planejadas para esse fim, sem sobreposição das faixas reservadas para o plantio das árvores, conforme ilustrado na Figura 9.

Considerando as condições do Cerrado, em que o plantio das culturas agrícolas é condicionado ao início das chuvas, a introdução do componente florestal tende a ser realizado durante o período chuvoso. Essa estratégia tem se mostrado eficiente para reduzir perdas de mudas por fitotoxicidade decorrentes da exposição de herbicidas utilizados no manejo inicial do cultivo agrícola. Diante das diferentes possibilidades de arranjos em sistemas de ILPF, cabe ao produtor avaliar suas condições técnicas e operacionais, de modo a adotar a estratégia de implantação e manejo mais compatível com os componentes a serem integrados ao sistema e com os objetivos estabelecidos.

Após o plantio do componente florestal, o uso de herbicidas deve ser restrito àqueles seletivos e registrados no Ministério da Agricultura (Mapa) para a cultura do eucalipto, conforme demonstrado na Figura 10. Por se tratar de uso de herbicida em área com outros componentes agrícolas, é fundamental seguir rigorosamente as recomendações técnicas dos produtos quanto à dose, época e forma de aplicação, bem como aos métodos de aplicação que assegurem a proteção das culturas adjacentes aos renques de eucalipto.

Nessa perspectiva, torna-se essencial a adoção de estratégias de aplicação segura, com ênfase para os métodos de aplicação direcionada com o uso de protetores físicos, como barras protegidas ou outros métodos de aplicação segura. O sistema de barras protegidas, também popularmente conhecido como “barra conceição” consiste em uma estrutura composta por abafadores de borracha ou material similar, acoplados às barras de pulverização, formando uma barreira física ao longo dos bicos. Isso permite uma aplicação localizada com maior eficiência e menor risco de deriva para culturas adjacentes e áreas sensíveis como matas nativas e corpos hídricos. A aplicação com barras protegidas também é indicada em situações que exigem a aplicação de herbicidas não seletivos para a cultura do eucalipto.

Ressalta-se a necessidade de correta regulação do pulverizador, observância das condições meteorológicas no momento da aplicação e das recomendações técnicas dos produtos utilizados. Adicionalmente, deve-se assegurar o uso adequado de EPI para os

operadores envolvidos, seguindo os procedimentos requeridos para o manuseio de defensivos químicos, conforme estabelecido pela legislação vigente.

Foto: Alisson Moura Santos



Figura 10. Linhas de plantio de eucalipto em sistemas de ILPF com manejo químico seletivo da matocompetição.

Controle preventivo de incêndios

O controle preventivo de incêndios constitui uma etapa fundamental para a devida proteção dos sistemas de ILPF e da propriedade como um todo, sobretudo em regiões de Cerrado onde a ocorrência de fogo é mais frequente no período seco. A adoção de práticas preventivas, como a construção de aceiros ao redor das áreas implantadas, é fundamental para reduzir o risco de entrada de fogo na área. Os aceiros devem ser realizados com largura de 4 a 5 m em cada lado da cerca e mantidos livres de vegetação. Normalmente, são realizados com uso de grades de disco, promovendo o revolvimento do solo e a incorporação

do material orgânico superficial (Serra et al., 2019). Os aceiros também podem ser planejados visando facilitar a logística operacional na propriedade, favorecendo o trânsito entre as áreas produtivas.

Desrama

A desrama consiste no corte ou supressão natural ou artificial dos ramos mortos ou vivos que se situam ao longo do fuste, para melhorar a qualidade da madeira (Ribeiro et al., 2002). Esta pode ocorrer de maneira natural, devido à senescência ou artificial pela remoção de galhos vivos e mortos até determinada altura da base da árvore (Montagna et al., 1976; Soares-da-Silva; Carneiro, 2012).

No caso de produção de madeira de eucalipto para geração de energia e carvão vegetal, a desrama é normalmente dispensada nos monocultivos de eucalipto. Entretanto, se o produtor rural tem interesse na produção de madeira para múltiplos usos do mercado, a desrama é de vital importância para produção de madeira de elevado valor agregado, tal como madeira serrada, madeira tratada para construção civil e rural, bem como postes para eletrificação. Em árvores sob sistema de ILPF, a desrama é importante na regulação do sombreamento, para manter o crescimento e garantir a produção de madeira de qualidade, ou seja, sem nós (Porfírio-da-Silva et al., 2009). Isso porque, sob condições de ILPF, as copas das árvores são submetidas a menor competição, a qual não garante menor sombreamento e morte de galhos de sua base (Porfírio-da-Silva et al., 2009).

Normalmente, as idades das desramas são definidas em função do crescimento em altura e diâmetro de copa (Oliveira Neto; Paiva, 2010). Do exposto, observa-se que o início e a intensidade da desrama podem variar em função da espécie, do grau de melhoramento do material genético utilizado, do espaçamento, do formato ou da densidade das copas, além das condições ambientais do sítio de plantio (Oliveira Neto; Paiva, 2010). Na Figura 11, observa-se uma área de sistema de ILPF com desrama realizada no componente florestal. Ressalta-se que a remoção dos ramos deve respeitar o limite máximo de 1/3 da copa das árvores, de

modo a não comprometer os processos fisiológicos para o desenvolvimento das árvores (Serra et al., 2021).

Alguns defeitos causados pela ausência de desrama consistem em nós e bolsas de resina. Esses contribuem para diminuir a resistência física das peças de madeira, além de prejudicar a sua aparência e valor comercial. Do exposto, nota-se que a desrama é uma etapa relevante na geração futura de madeira de qualidade e na lucratividade da comercialização da madeira para produtos de maior valor agregado, bem como na redução do possível impacto da sombra nos outros componentes do sistema de integração (pastagem e, ou lavoura), além de facilitar a operação das máquinas agrícolas nestas áreas, caso seja necessária.

O corte dos galhos não deve ser realizado com facão, foice ou machado. O ideal é o uso de serrote de poda ou tesoura florestal bem afiados. Os galhos devem ser cortados de forma bem rente ao fuste. Evitar deixar “toquinhos” ou causar ferimentos na casca ou no fuste.

Foto: Alisson Moura Santos



Figura 11. Desrama recém-realizada em eucaliptos implantados em sistema de ILPF.

Desbastes, corte final das árvores e comercialização da madeira

O desbaste é uma prática que consiste na redução do número de árvores de um povoamento, seja em monocultivo ou em sistemas de integração, de modo a controlar a competição por recursos, e proporcionar às árvores remanescentes melhores condições para o crescimento, tais como maior espaço, maior incidência de luz e disponibilidade de nutrientes (Ribeiro et al., 2002).

Por meio do desbaste é possível: a) eliminar árvores com defeitos como aquelas de fustes tortuosos; com ramos grossos; bifurcadas; com copa excêntrica, elíptica ou oval, bem como árvores dominadas, doentes ou mortas. Assim, concentra-se o crescimento do povoamento em árvores com melhores características, com aumento da produtividade média na rotação e qualidade genética das sementes/clones para rotações subsequentes; b) proteger as árvores com maior crescimento, boa forma do fuste e apropriadas para permanecer no povoamento até o corte raso; e c) facilitar o acesso para atividades de manejo (Ribeiro et al., 2002, Ferraz et al., 2012). Aspectos como antecipação de receitas, com a venda de madeira colhida e agregação de valor, com diferentes produtos (madeira de diferentes dimensões para uso múltiplo) também podem ser obtidos.

A decisão sobre a realização ou não de desbaste deve ser tomada com base nos aspectos técnicos e econômicos (Ferraz et al., 2012). Considerando a base técnica, a atividade de inventário florestal é fundamental para obter indicadores (diâmetro, área basal, altura etc.) que subsidiarão a tomada de decisão do desbaste, e a definição das árvores a permanecer (Ferraz et al., 2012). Assim, o momento ideal para condução de cada desbaste é quando o crescimento das árvores estaciona entre um ano e outro de avaliação.

Em sistemas de ILPF, o desbaste, tal como a desrama, constitui uma prática silvicultural estratégica de manejo adotada não apenas para favorecer a produção e a qualidade da madeira, mas também

para a regulação da intensidade de sombreamento ocasionado pelas árvores sobre os componentes agrícola e pecuário. Esse manejo busca reduzir a densidade populacional para um número limitado de indivíduos de maior qualidade, ampliando simultaneamente o espaço entre as árvores e a incidência luminosa no sub-bosque. Isso propicia melhores condições para o desenvolvimento das forrageiras e, ou culturas agrícolas, contribuindo para melhor desempenho do sistema em integração. Apesar de sua importância, as regras operacionais para desbaste em sistemas de ILPF ainda são incipientes e carecem de mais estudos e validações.

O corte final, denominado também de período de rotação ou idade de colheita, varia de acordo com o crescimento das árvores de eucalipto e com finalidade de uso da madeira (Fonseca et al., 2007). No sistema de ILPF, a colheita das árvores deve ser realizada conforme o planejamento estabelecido, podendo, entretanto, ser influenciada pelo mercado. Há situações em que o produtor pode antecipar a colheita ao identificar uma oportunidade econômica em razão do preço da madeira. Há também situações em que o produtor pode optar por postergá-la, devido à baixa atratividade dos preços. Independente da motivação, a operação de colheita deve ser realizada de acordo com as técnicas e normas de segurança adequadas às operações de derrubada, arraste, traçamento, carregamento e transporte de toras.

A comercialização e logística da madeira normalmente são organizadas pelos produtores. Há alguns casos em que também é realizado por corretores intermediários. Em várias situações, o corretor é o elo entre a indústria e o produtor. O corretor muitas vezes atua na contratação de empresas ou operadores responsáveis pelas etapas de corte, baldeio e transporte.

Em geral, a operação de colheita no sistema de ILPF é realizada de forma semimecanizada, ou seja, com uso de motosserra e por vários operadores. Assim, deve-se ter atenção com a altura do corte, ou seja, deixar tocos bem rentes ao solo, sobretudo para os casos de replantio do sistema. A elevada altura do toco poderá limitar operações futuras na área. Dependendo da escala do plantio e do delineamento espacial implantado (definido na fase de planejamento), é

viabilizada a colheita mecanizada, semelhante às operações executadas em plantios florestais homogêneos.

O transporte da madeira é feito por caminhões com carga de aproximadamente 30 metros estéreos. Durante o transporte, é importante atentar-se para o peso da carga. Em algumas situações, alguns caminhões operam com cargas superiores a 18.000 kg, especialmente quando transportam madeira provenientes de clones com alta densidade da madeira. Nesses casos, é importante atentar-se para a legislação e segurança, em função do peso elevado da carga.

Outra estratégia que pode ser utilizada é a picagem da madeira no campo, na borda do talhão, sendo a biomassa transportada já na forma de cavacos para os consumidores finais.

Considerações finais

A biomassa produzida a partir de madeira de florestas plantadas, especificamente com *Eucalyptus* spp., tem apresentado demanda crescente na região do Distrito Federal e de Goiás, mostrando-se competitiva como fonte de energia renovável para participar da matriz energética de vários setores industriais.

A adoção de sistemas de integração com o componente florestal se configura como uma alternativa para ampliar a oferta de biomassa, sem retirar o produtor rural das suas atividades agrícolas e, ou pecuária. Essa abordagem possibilita conciliar a produção de dois ou mais produtos agrícolas na mesma área, permitindo a diversificação de renda e aumentando a sustentabilidade produtiva. Além disso, possibilita a inserção da produção florestal em propriedades que, isoladamente, não tenha intenção de trocar a pecuária ou agricultura por sistemas puramente silviculturais.

Esta possibilidade tem o potencial de aumentar a área disponível para produção florestal em uma região, diminuindo a necessidade de buscar terras mais distantes, o que pode comprometer a rentabilidade

do negócio florestal para o produtor, e aumentar o custo da biomassa para o consumidor, devido ao aumento dos custos logísticos associados ao transporte da madeira.

Entretanto, para que os benefícios potenciais dos sistemas de integração se concretizem para todos os agentes da cadeia produtiva, as recomendações técnicas para a adoção do sistema devem ser seguidas desde o seu planejamento, até a entrega do produto final ao consumidor. A adoção de procedimentos técnicos adequados na implantação, manejo e colheita do eucalipto sob sistema de ILPF, a escolha dos materiais genéticos adaptados, além do arranjo espacial e técnicas de manejo dos componentes do sistema são fundamentais para que os sinergismos entre os componentes do sistema e a desejada competitividade sejam alcançados.

O acompanhamento técnico também é primordial para o sucesso do sistema de ILPF, uma vez que, devido à sua maior complexidade e diversidade, podem ser necessários ajustes no manejo do sistema para otimizar os efeitos resultantes das interações entre os componentes, maximizando o desempenho do mesmo.

Diante do atual cenário de transição energética e demanda por cadeias industriais mais sustentáveis, os sistemas de ILPF surgem como um importante instrumento para o fornecimento de biomassa florestal na região. Para tanto, será essencial a atuação articulada entre produtores, setor industrial e demais elos da cadeia. Nesse contexto, a criação de programas de fomento e o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento territorial serão mecanismos importantes para uma maior organização do setor e contribuição para a estabilidade na oferta de madeira e o equilíbrio entre os segmentos envolvidos.

Referências

- ALVAREZ V. V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FRANCHINI, J. C.; GALERANI. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, 2011a. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>.
- BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. Sistemas de integração: conceitos, considerações, contribuições e desafios. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; FERREIRA, A. D. (ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 31-48. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202386/1/ILPF-inovacao-com-integracao-de-lavoura-pecuaria-e-floresta-2019.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. In: BUNGENSTAB, D. J. (ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2.ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 11-18. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/938814/1/SistemasdeIntegracaoLavouraPecuariaFloresta2ed.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- BALBINO, L. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; KICHEL, A. N.; ROSINHA, R. O.; COSTA, J. A. A. **Manual orientador para implantação de unidades de referência tecnológica de integração lavoura-pecuária-floresta URT iLPF**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011b. 48 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 303). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/920302/1/doc303.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2025.

BARBOSA, L. R.; QUEIROZ, D. L.; NICKELE, M. A.; QUEIROZ, E. C.; REIS FILHO, W.; IEDE, E. T.; PENTEADO, S. R. C. Pragas de eucaliptos. In: OLIVEIRA, E. B.; JUNIOR, J. E. P. (ed.). **O eucalipto e a Embrapa**: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento. Brasília, DF: Embrapa, 2021. cap.19, p.754-780.

BARROS, M. de M.; CARVALHO, M. T. de M.; SANTOS, A. S.; PACHECO, A. R.; OLIVEIRA, S. M. de; CALIL, F. N. **Análise da rede de governança e da percepção de um grupo de produtores rurais sobre a implementação do Plano ABC em Goiás**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2021. 14 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 258). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224696/1/cot-258.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

BEHLING, M.; WRUCK, F. J. Sistemas de integração com teca. In: REIS, C. A. F.; OLIVEIRA, E. B.; SANTOS, A. M. (ed.). **Teca (*Tectona grandis* L. f.) no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. cap. 10. p. 383-426.

BELLOTE, A. F. J.; ANDRADE, G. de C.; MOLINARI, H. B. C.; ROCHA, J. D.; SILVA, M. L. B. da; STEINMETZ, R. L. R.; FAVARO, S. P. Biomass and its participation in the Brazilian energy matrix. In: KUNZ, A.; OTENIO, M. H.; LEITÃO, R. C.; GAMBETTA, R. (ed.). **Affordable and clean energy**: contributions of Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 23-32. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1131172/1/Biomass-and-its-participation-in.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

BENIN, C. C.; LÚCIO, D. M.; WATZLAWICK, L. F.; LIMA, V. A. Energy properties of *Eucalyptus benthamii* wood based on tree age and region in Guarapuava, Paraná state, Brazil. **Southern Forests**, v. 83, n. 4, p. 264-268, 2021. DOI: <https://doi.org/10.2989/20702620.2021.1994340>.

BOTELHO, S. A. **Princípios e métodos silviculturais**. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2003. 144 p.

BRAND, M. A. **Energia de biomassa florestal**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 131 p.

BUNGENSTAB, D. J.; SILVA JÚNIOR, A. G.; ZANASI, C.; ROTA, C. Conceitos, ferramentas e iniciativas para agricultura sustentável. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; FERREIRA, A.

D. (ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 59-69. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202386/1/ILPF-inovacao-com-integracao-de-lavoura-pecuaria-e-floresta-2019.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2025.

CAVALCANTI, E. J. C.; CARVALHO, M.; AZEVEDO, J. L. B. Exergoenvironmental results of a *Eucalyptus* biomass-fired power plant. **Energy**, v. 189, 116188, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116188>.

CORDEIRO, L. A. M.; BALBINO, L. C.; GALERANI, P. R.; DOMIT, L. A.; SILVA, P. C.; KLUTHCOUSKI, J.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; SKORUPA, L. A.; WRUCK, F. J. Transferência de tecnologias para adoção da estratégia de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (ed.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 377-393. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **BEN 2024**: Relatório síntese 2024: ano base 2023. Brasília, DF, 2024. 70 p. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf. Acesso em: 22 maio 2025.

FERRAZ, T. M.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G. Desbaste florestal. In: CARNEIRO, J. G. de A. (coord.) **Princípios de desramas e desbastes florestais**. Campos dos Goytacazes: UENF, 2012. p. 51-96.

FERREIRA, A. D.; SERRA, A. P.; LAURA, V. A.; ORTIZ, A. C. B.; ARAÚJO, A. R. de; PEDRINHO, D. R.; CARVALHO, A. M. de. **Influência de arranjos espaciais sobre as características silviculturais de três clones de eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 25 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 232). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/167378/1/>

[Influencia-de-arranjos-espaciais-sobre-caracteristicas-silviculturais.pdf](#).

Acesso em: 21 abr. 2025.

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

GONÇALVES, J. L. M. **Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata atlântica**. Piracicaba: ESALQ, 1995. 23 p. (Documentos florestais, 15).

HAMATSU, N. K. H.; SOUZA, E. R. de. Transição energética, Nova Indústria Brasil e o papel do Ministério da Ciência e Tecnologia e da Finep. **Princípios**, v. 43, n. 170, p. 52-79, 2024. DOI: <https://doi.org/10.14295/principios.2675-6609.2024.170.003>.

HENDRICKSON, J. R.; HANSON, J. D.; TANAKA D. L.; SASSENATH, G. Principles of integrated agricultural systems: introduction to processes and definition. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 23, p. 265-271, 2008.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2023**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/tabelas/brasil/2023>. Acesso em: 24 maio 2025.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório anual**. Brasília, DF, 2024. 98 p. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio2024.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

INSTITUTO PARA O FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS. **Cotações**. 2025. Disponível em: <https://sistemafaeg.com.br/ifag>. Acesso em: 24 maio 2025.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Sistemas de integração pecuária e lavoura como forma de otimização do processo produtivo**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2002. 5 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado técnico, 74). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104647/1/Sistema-de-integracao-pecuaria.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

MACEDO, M. C. M.; ARAUJO, A. R. de. Sistemas de integração lavoura-pecuária: alternativas para recuperação de pastagens degradadas. In: BUNGENSTAB, D. J. (ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 27-48. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/938814/1/SistemasdeIntegracaoLavouraPecuariaFloresta2ed.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2025.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300015>.

MANZATTO, C. V.; SKORUPA, L. A.; ARAUJO, L. S. de; VICENTE, L. E.; ASSAD, E. D. Estimativas de redução de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas ILPF no Brasil. In: SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. (ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: estratégias regionais de transferência de tecnologia, avaliação da adoção e de impactos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 400-424.

MIRANDA, M. A. D. S.; RIBEIRO, G. B. D. D.; VALVERDE, S. R.; ISBAEX, C. *Eucalyptus* sp. woodchip potential for industrial thermal energy production. **Revista Árvore**, v. 41, e410604, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-90882017000600004>.

MONTAGNA, R. G.; GUUIANNORTTI, E.; KRONKA, F. J. N. Influência da desrama artificial sobre o crescimento e a qualidade da madeira de *Pinus elliottii*. **Silvicultura**, n. 10, p. 89-100, 1976.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 112 p.

MOURA, T. M.; CARVALHO, M. T. de M.; STONE, L. F.; MADARI, B. E.; SANTOS, D. de C.; ALVES, E. M.; TROGELLO, E.; FAUSTINO, L. L.; MACHADO, P. L. O. de A. Newly implemented crop-livestock-forest systems increase available water and aeration in soils of the Brazilian Savannah. **Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics**, v. 124, n. 2, p. 149-158, 2023. DOI: <https://doi.org/10.17170/kobra-202311028941>.

NICKELE, M. A.; REIS FILHO, W. *Acromyrmex* spp. In: LEMES, P. G.; ZANUNCIO, J. C. **Novo manual de pragas florestais brasileiras**. Montes Claros: Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, 2021. p. 264-280

NICOLI, C. M. L.; PACHECO, A. R.; REIS, C. A. F.; VENTUROLI, F. Income diversification through a crop-livestock-forest integration system in the Midwest Brazilian Region. **Journal of Agricultural Science and Technology B**, v. 7, n. 6, p. 374-385, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17265/2161-6264/2017.06.002>.

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>.

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: 24 maio 2025.

OLIVEIRA NETO, S. N. de; PAIVA, H. N. Implantação e manejo do componente arbóreo em sistema agrossilvipastoril. In: OLIVEIRA NETO, S. N. de; VALE, A. B.; NACIF, A. P. de; VILAR, M. B.; ASSIS, A. B. (org.). **Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura-pecuária-floresta**. Viçosa, MG: SIF/UFV, 2010. p. 15-68.

OLIVEIRA, P.; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J.; RIBEIRO, A. A.; CORDEIRO, L. A. M.; TEIXEIRA, L. P.; MELO, R. A. C.; VILELA, L.; BALBINO, L. C. **Evolução de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF): estudo de caso da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2013. 50 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 318). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/109764/1/doc-318.pdf>. Acesso em: 13 de maio de 2025.

ONU. **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2015. 49 p. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 27 maio 2025.

PACHECO, A. R.; REIS, C. A. F.; MORAES, A. C. **Implantação da unidade de referência tecnológica de integração lavoura-pecuária-floresta na**

Fazenda Tamburi, em Nova Crixás, Goiás - Etapa 1. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 9 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 403). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1075508/1/CT403CristianeReis.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

PACHECO, A. R.; REIS, C. A. F.; SANTOS, A. M.; OLIVEIRA, S. M.; QUIREZA, J. D. C.; NICOLI, C. M. L.; MORAES, A. C. **Implantação da unidade de referência tecnológica de integração pecuária leiteira e floresta na Fazenda Santa Bárbara, em Quirinópolis, Goiás-Etapa 1.** Colombo: Embrapa Florestas, 2019. 16 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 432). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1110013/1/CT4321667final.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

PACHECO, A. R.; REIS, C. A. F.; SANTOS, A. M.; RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. A. Innovability in brazilian agribusiness. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FORESTRY SYSTEMS, 2., 2021. **Anais [...]**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 1003-1029. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1134873>. Acesso em: 24 maio 2025.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Arborização de pastagens: I – Procedimentos para introdução de árvores em pastagens convencionais.** Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 155). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/314627/1/comtec155.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; BEHLING, M.; PULROLNIK, K.; VILELA, L.; MULLER, M. D.; OLIVEIRA, T. K.; RIBASKI, J.; RADOMSKI, M. I.; TONINI, H.; PACHECO, A. R. Implantação e manejo do componente florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHAO, R. L. (ed.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 81-101. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

PORFÍRIO-DA-SILVA; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo.** Colombo: Embrapa Florestas. 2009. 48 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/858079/1/2014reimpCartilhaArborizacao2014.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MEDRADO, M. J. S.

Planejamento do número de árvores na composição de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico 219).

Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/315896/1/comtec219.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Ideótipo de espécie arbórea para sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.;

ALMEIDA, R. G. **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável.**

Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 135-147. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/961059/1/PorfiroCSADSIdeotipo.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

REIS, C. A. F.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; SANTOS, A. M.; MORAES-

RANGEL, A. C. **Diagnóstico da produção de eucalipto no Distrito Federal e em Goiás.** Colombo: Embrapa Florestas, 2024. 63 p. (Embrapa Florestas. Documentos 398). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1169661/1/EmbrapaFlorestas-2024-Documentos398.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

REIS, C. A. F.; SOUZA, C. B. de; SANTOS, A. M.; MOREIRA, J. M. M.

A. P.; OLIVEIRA, V. L. E. de. **Competitividade da cadeia produtiva de**

florestas plantadas em Goiás: a visão das organizações públicas e privadas. Colombo: Embrapa Florestas, 2021. 35 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 360). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1136595/1/EmbrapaFlorestas-2021-Documentos360.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

RESENDE, R. T.; BORÉM, A.; LEITE, H. G. **Eucalipto: do plantio à colheita.** São Paulo: Oficina de Textos, 2022. 286 p.

REZENDE, G. D. S. P.; RESENDE, M. D. V. de; ASSIS, T. F. de. *Eucalyptus* breeding for clonal forestry. In: FENNING, T. M. (org.). **Challenges and**

opportunities for the world's forests in the 21st century: forestry sciences. Dordrecht: Springer Science, 2014. p. 393-424.

RIBEIRO, N.; SITO, A. A.; GUEDES, B. S.; STAISS, C. **Manual de silvicultura tropical.** Maputo, Moçambique: FAO, 2002. 125 p.

SALMAN, A. K. D.; ANDRADE, C. L. S. de; GAMA, M. DE M. B.; OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, T. K. de; MENDES, A. M.; MENDES, A. M.; ASSIS, G. M. L. de. Método de seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. In: ANDRADE, C. L. S. DE; SALMAN, A. K. D.; OLIVEIRA, T. K. de. **Guia arbopasto: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 55-90. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1138690/1/cpafo-18671.pdf>. Acesso: 24 maio 2025.

SANDER, N. L.; MARTINS, G.; MORAIS, M. de; JESUS, J.; GRANJA, F.; VIDAL, M. (org.). **Integração e sustentabilidade: agropecuária com responsabilidade**. Guarujá. SP: Científica Digital, 2025. 186 p.

SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M. (ed.). **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria, RS: Ed. UFSM, 2015. 307 p.

SERRA, A. P.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; FERREIRA, A. D. Fundamentos técnicos para implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 347-365. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1112934/1/Fundamentostecnicosparaimplantacao.pdf>. Acesso: 08 abr. 2025.

SILVA, J. S.; BRAULIO, C. S.; JESUS, D. S.; LEITE, E. S.; NÓBREGA, R. S. A.; MARTINS, R. P.; NÓBREGA, J. C. A. Hidrogel associado a níveis de umidade do solo no cultivo de *Eucalyptus urograndis*. **Ciência Florestal**, v. 34, n. 3, e73403, p. 1-18, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509873403>.

SIQUEIRA, M. M. B.; CARVALHO, M. T. de M.; CALIL, F. N.; MACHADO, P. L. O. de A.; FERREIRA, C. M.; FREITAS, F. M. C.; RIZZO, P. V.; CAN, E.; RAMSDEN, S.; BARROSO NETO, J.; OLIVEIRA, S. M.; FERNANDES, J. O.; PACHECO, A. R.; MADARI, B. E. Carbon balance of a small dairy farm with integrated livestock-forest system in Goiás, Central West region of Brazil. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES, 12; CONGRESO DE LA RED GLOBAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES, 2; SEMINARIO NACIONAL DE SISTEMAS

SILVOPASTORILES, 4, 2023, Montevideo; CONGRESO NACIONAL SISTEMAS SILVOPASTORILES, 5, 2023, Buenos Aires. **Sistemas silvopastoriles**: hacia una diversificación sostenible. Cali: CIPAV, 2023. p. 686-690. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1157538/1/CongressoInternacional-Sistemas-Silvopastoriles-2023-2.pdf>. Acesso: 24 maio 2025.

SOARES-DA-SILVA, M. P. S.; CARNEIRO, J. G. A. **Desrama florestal**: princípios de desramas e desbastes florestais. Campos dos Goytacazes: UENF, 2012. p. 11-50.

VALE, A. B. do; MACHADO, C. C.; PIRES, J. M. M.; VILAR, M. B.; COSTA, C. B.; NACIF, A. de P. (ed.). **Eucaliptocultura no Brasil**: silvicultura, manejo e ambiência. Viçosa, MG: SIF, 2013. 551 p.

VILELA, L.; BARCELOS, A. de O.; SOUSA, D. M. G. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 21 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 42). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/567050/1/doc42.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 46, v. 10, p. 1127-1138, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000003>.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; MEDEIROS, A. G. B.; SOUZA-SILVA, A. Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 387-392, 2003.

