



**25**

## **A viabilização econômica da cultura do eucalipto**

José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira

Flávio José Simioni

Cláudio César de Almeida Buschinelli



# Introdução

Focada ao atendimento de demandas do produtor rural, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa, em parceria com a Universidade do Estado de Santa Catarina-Udesc, oferece no presente capítulo uma abordagem prática sobre o negócio florestal sob a ótica da análise sistêmica de cadeias produtivas agropecuárias e dos estudos de viabilidade econômica de sistemas de produção florestal. O objetivo é destacar para o setor produtivo aspectos importantes a serem considerados dentro e fora da propriedade rural, para o desenvolvimento de um negócio florestal sustentável considerando diferentes arranjos organizacionais.

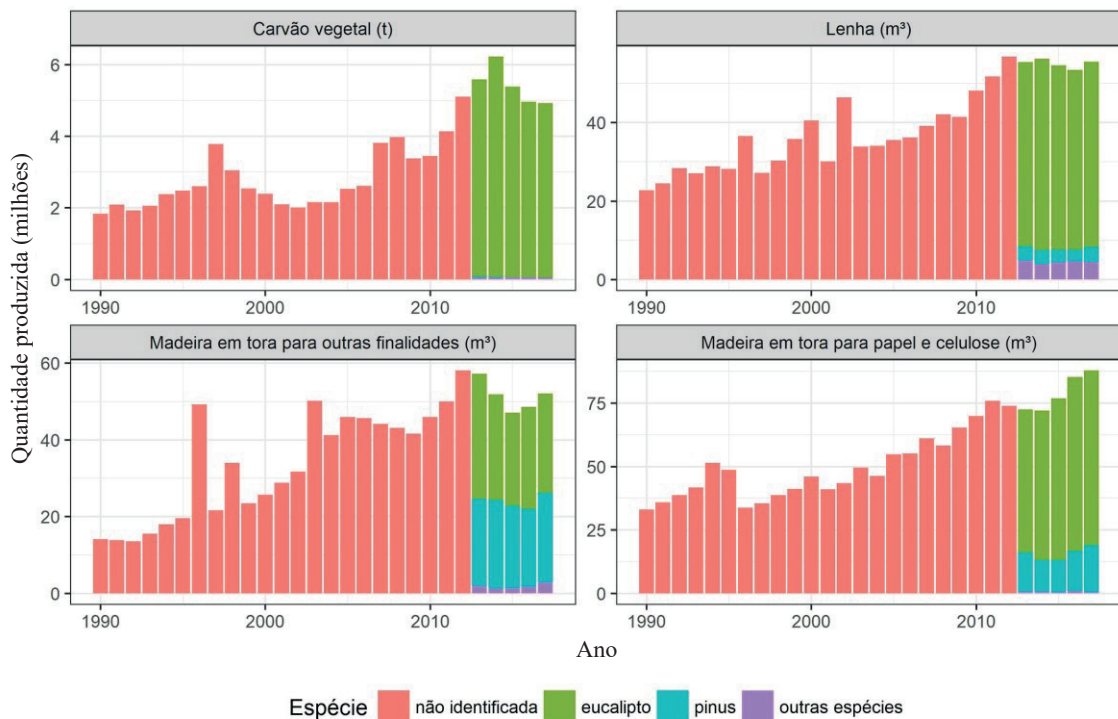
O eucalipto tem sido o principal gênero florestal plantado no Brasil para a produção de madeira destinada à indústria de celulose, à produção de carvão vegetal utilizado nas siderúrgicas, para a produção de painéis e chapas de madeira, e à produção de energia a partir da lenha, cavaco, pellets e outras formas de uso de derivados de madeira para estes fins (IBÁ, 2017).

A área plantada de eucalipto atualmente no Brasil varia de acordo com as fontes consultadas, mas estima-se algo entre 5,67 milhões de hectares (IBÁ, 2017) e 7,41 milhões de hectares (IBGE, 2019) em 2017. A área plantada de eucalipto aumentou muito entre 2005 e 2015 em várias regiões do País, mantendo-se relativamente estável nos últimos anos e mostrando um leve decréscimo em 2017, em relação a 2016, de acordo com o IBGE (2019).

A propriedade das florestas plantadas (considerando eucalipto, pinus e outras espécies) por segmento industrial no país distribui-se atualmente da seguinte forma: 35% da área plantada pertencem ao segmento industrial de celulose e papel, 30% a produtores florestais independentes, 13% à indústria de siderurgia a carvão vegetal, 9% a investidores financeiros, 6% à indústria de painéis e pisos laminados, 4% à indústria de produtos sólidos de madeira e 3% a outros segmentos industriais (IBÁ, 2018).

O setor contribuiu com 1,1% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional em 2017, representando 6,1% do PIB industrial, US\$ 9 bilhões ao saldo da balança comercial, R\$ 11,5 bilhões à arrecadação de tributos (0,9%) e 508 mil postos de trabalhos diretos. O setor tem realizado investimentos recentemente, mesmo com o baixo crescimento da economia nos últimos anos, tendo investido R\$ 3,2 bilhões em plantios florestais e R\$ 3,5 bilhões em investimentos industriais (IBÁ, 2018).

A evolução da produção da silvicultura brasileira no período de 1990 a 2017 pode ser observada na Figura 1. Em relação aos patamares médios de produção na década de 1990, todos os produtos da silvicultura apresentaram tendência de alta na sua produção até 2012 ou 2013, sendo a produção de madeira para celulose o único produto cuja tendência não apresentou alteração nos últimos anos. A partir de 2013, a Pesquisa da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) passou a separar a produção por espécie (eucalipto,



**Figura 1.** Evolução da produção nacional de produtos da silvicultura de acordo com o uso.

Fonte: Elaboração a partir da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) (IBGE, 2019).

pinus e outras), possibilitando perceber que a maior parte da produção da silvicultura nacional é oriunda de eucalipto, sendo o pinus a segunda espécie de maior importância. A aplicação do eucalipto se concentra em produtos de menor valor agregado e rotações de curta duração, como lenha, madeira para carvão vegetal, celulose e chapas de fibra<sup>1</sup>, enquanto que a madeira de pinus destina-se principalmente à serraria, laminação, chapas de fibra e celulose.

Este aumento de produção corrobora com a elevação da área plantada de eucalipto durante as duas últimas décadas, o que aumentou a sua oferta e acabou gerando um excedente em algumas regiões, com impacto sobre os preços recebidos, principalmente na região Centro-Oeste no caso da lenha e em Minas Gerais no caso do carvão vegetal (Simioni et al., 2017). O aumento da área plantada aconteceu tanto em regiões onde já haviam muitas áreas de florestas como em regiões novas, alterando pouco a concentração da área plantada nos municípios brasileiros e a localização do centro

<sup>1</sup> Madeira em tora para outras finalidades englobam painéis de fibras de madeira, mourões, serraria, laminação, madeira tratada, e outros produtos da silvicultura.

de gravidade da produção nacional de lenha e carvão vegetal ao longo deste período (Simioni et al., 2017).

Nos últimos anos tem sido comum o relato de produtores rurais que investem em florestas reclamando de terem recebido preços muito aquém do esperado no momento do plantio, ou mesmo terem problemas para a comercialização da sua produção (Moreira et al., 2019). Isto decorre, em parte, pelo excesso de oferta, pelo aumento da área plantada e da produtividade, esta última principalmente nas novas fronteiras florestais (Centro-Oeste), como pela retração ou estabilização da demanda decorrente da crise econômica do Brasil nos últimos anos, o qual afetou vários setores da economia, tendo impacto mais significativo no setor siderúrgico (carvão vegetal) e no consumo de madeira para energia (lenha). Produtores que se inseriram em condições de arranjos produtivos locais específicos ou consideraram o planejamento da sua atividade, ponderando fatores importantes na rentabilidade de projetos florestais (mercado, clima, material genético, custo de oportunidade da terra, escala de produção, distância do mercado consumidor e modal de colheita e transporte), estão mais aptos a passarem por este período de ajustes no mercado, em comparação com aqueles que não consideraram tais fatores (Higa et al., 2006; Moreira et al., 2019).

Portanto, o objetivo do presente capítulo foi apresentar a experiência acumulada com a análise da cadeia produtiva em quatro polos de produção, considerando a análise dos custos de produção e riscos da atividade florestal destinada ao uso energético. Neste sentido, além desta introdução, o presente capítulo apresenta na seção 2, a base metodológica dos estudos de cadeia produtiva e de custos de produção utilizada pela equipe de pesquisa. A seção 3 apresenta um breve relato das pesquisas feitas nos polos de produção estudados (em Santa Cruz do Sul, RS, em Itapeva, SP, em Minas Gerais e em Rio Verde e Cristalina, GO). Por fim, as principais conclusões são sintetizadas a partir das experiências, como também são apresentadas recomendações para os produtores que já estão ou que queiram entrar no negócio florestal, no intuito de subsidiar a tomada de decisões para que a atividade florestal seja rentável e sustentável.

## **Cadeia produtiva como unidade de análise - base teórica e metodológica**

Uma visão mais holística de análise da agricultura, considerando as inter-relações entre os sistemas, foi apresentada por Davis e Goldberg (1957). Esta, de forma mais ampla, buscava contemplar a soma total das operações desde a entrada dos insumos agrícolas, a produção e armazenamento, até a distribuição dos produtos agrícolas. Depois disso, Goldberg (1968) incorporou as influências institucionais nas relações de troca e esta metodologia conquistou espaço entre os estudiosos pela sua natureza não complexa e eficaz.

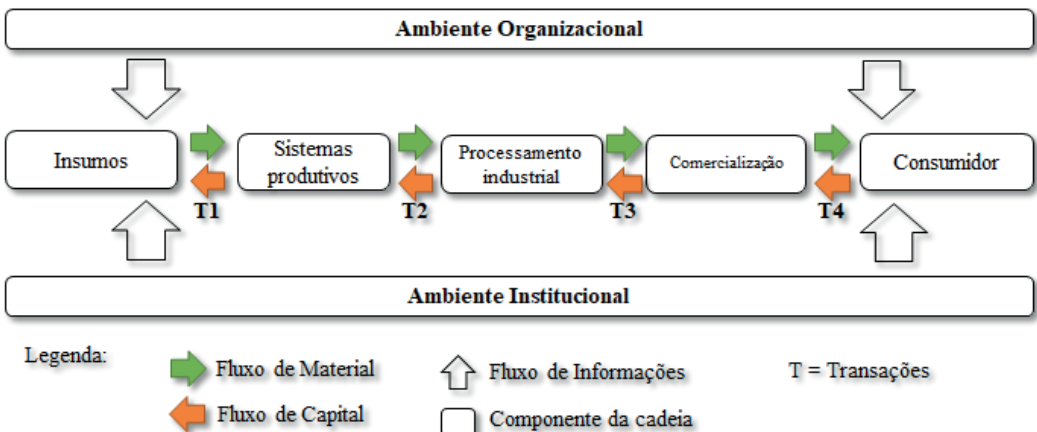
Inicialmente, os autores utilizaram a matriz insumo-produto como base teórica e, mais tarde, a noção de Commodity System Approach (CSA) foi utilizada por Goldberg (1968) para avaliar sistemas de produção. A partir desta lógica, os estudos focaram o encadeamento das atividades que transformam insumos em produtos finais.

Tal abordagem, com visão mais sistêmica, foi amplamente utilizada e recebeu novas contribuições, tal como a de Morvan (1988) com a noção de *fliere*, que a definiu como uma sucessão de operações de transformação de bens.

No Brasil, as técnicas de análise de cadeias produtivas foram incorporadas pela Embrapa, visando seu planejamento estratégico (Johnson et al., 1991). Assim, a análise por esta abordagem extrapola os limites das propriedades rurais, apresenta visão sistêmica e se constitui em uma importante metodologia para diagnosticar realidades e gerar informações aos gestores, no intuito de subsidiar a tomada de decisão. Em síntese,

[...] uma cadeia produtiva é composta por elos que englobam as organizações supridoras de insumos básicos para a produção agrícola ou agroindustrial, as fazendas e agroindústrias com seus processos produtivos, as unidades de comercialização atacadista e varejista e os consumidores finais, todos conectados por fluxos de capital, materiais e de informação (Castro et al., 2002. p. 8).

Nesta perspectiva, vários enfoques analíticos e com objetivos diferentes podem ser aplicados sobre uma cadeia de produção (Simioni; Hoefflich, 2007). Nos estudos relacionados à produção de madeira de eucalipto para uso energético apresentados neste livro, utilizou-se o modelo geral da cadeia produtiva (Figura 2) como unidade de análise, ou seja, é a referência ou objeto de estudo. Nesta, o enfoque analítico



**Figura 2.** Modelo geral de uma cadeia produtiva.

Adaptado de Castro et al. (2010)

utilizado foi a análise diagnóstica e prospectiva objetivando obter uma leitura ampla da realidade, de modo a entender todo o funcionamento da cadeia e suas inter-relações e, a partir daí, prospectar as demandas da cadeia que possam contribuir para melhorar seu desempenho competitivo.

Os diagnósticos são realizados em polos de produção, escolhidos de forma a representar regiões dinâmicas e que apresentam cadeias produtivas completas. Trata-se de um olhar micro, cujo foco são os diferentes segmentos que compõem a cadeia produtiva de biomassa florestal (lenha ou carvão vegetal). Desse modo, são considerados os segmentos fornecedores de insumos, a produção florestal nas fazendas, os sistemas de colheita e transporte e as unidades consumidoras. Todos os segmentos da cadeia são visitados e avaliados por uma equipe de pesquisadores, o que permite diferentes olhares sobre o mesmo objeto de análise.

A amostragem é não aleatória, autogerada e definida por exaustão. A não aleatoriedade é configurada, pois as empresas e produtores são selecionados a partir de indicações das principais instituições presentes na região estudada, tais como sindicatos, cooperativas, universidades e outras instituições relacionadas ao setor. Desta forma, tem-se um mapeamento geral dos diferentes segmentos que compõem a cadeia produtiva. De forma complementar, novos agentes são identificados na medida em que a pesquisa de campo é executada, a partir da indicação dos entrevistados, o que caracteriza a pesquisa como autogerada. A exaustão configura o limite da amostragem, na medida em que os pesquisadores percebem a saturação, ou seja, quando se verifica que não há acréscimo de novas informações relevantes com o aumento do número de agentes entrevistados.

As técnicas de pesquisa utilizadas para a análise foram elaboradas e sintetizadas tendo como base os procedimentos descritos por Castro et al. (2010) e Belei et al. (2008). De maneira geral, a estratégia metodológica das visitas para a coleta de dados e informações compreende as seguintes etapas:

- Apresentação dos objetivos do estudo: nesta fase, os pesquisadores são apresentados aos representantes das companhias ou produtores rurais, esclarecendo-os sobre os objetivos da pesquisa.
- Entrevistas: são semiestruturadas e realizadas pela equipe de pesquisadores, contendo um roteiro planejado de questões abertas que abordam as questões de interesse relacionadas à cadeia de produção analisada. As questões que compõem as entrevistas são específicas de acordo com o segmento da cadeia entrevistado e, via de regra, sofrem adaptações de acordo com as particularidades do agente entrevistado. O conteúdo das entrevistas é gravado e, posteriormente, transcrito para posterior análise, seguindo as orientações para análise de conteúdo apresentados por Morgan (1988) e Godoy (1995).

- Conhecimento do sistema de produção: apresentação, por parte da empresa ou produtor entrevistado, do sistema de produção empregado e outras características relacionadas à produção e uso de biomassa florestal.
- Observação: acompanhamento in loco do sistema de produção, com registros de vídeos e fotografias.
- Painel: realização de painéis de especialistas, de acordo com a metodologia proposta por De Zen e Peres (2002), com agentes intencionalmente selecionados para descrever e coletar as informações técnicas e econômicas dos custos e receitas associadas ao modal de produção delineado para representar a atividade na região.
- Análise de risco: identificação das principais variáveis de risco que impactam o negócio na visão dos participantes do painel e definição da distribuição de probabilidade que melhor representa cada variável, quando pertinente. Análise do risco do sistema modal de produção pelo método de Monte Carlo.
- Dados primários: dados dos produtores ou empresas registrados e cedidos à equipe de pesquisadores para compor outras análises, tais como custos de produção.

## **Considerações sobre mercado, escala e sistema de produção**

Nesta seção são apresentados os principais resultados obtidos com a análise da cadeia produtiva e dos custos de produção de quatro polos de produção, contemplando a descrição do sistema de produção empregado e seus respectivos custos de produção. De forma complementar, são estabelecidas as inter-relações com o mercado considerando as diferentes escalas de produção.

### **O polo produtivo de Itapeva, SP**

O estudo da cadeia produtiva de lenha de eucalipto em Itapeva/SP foi realizado em 2013, a qual foi caracterizada como uma cadeia completa, com segmentos historicamente constituídos, dada à vocação florestal da região (Figura 3). De acordo com Simioni et al. (2018a), o polo produtivo é diversificado, apresenta diversos setores econômicos, tais como a produção de grãos, indústria de mineração, cerâmica vermelha, celulose e papel e indústrias de processamento mecânico da madeira. A produção florestal é composta basicamente por duas categorias de produtores: a) pequenos e médios agricultores que produzem florestas para uso múltiplo e b) empresas consumidoras que possuem plantios florestais para produzir madeira como insumo para produção de energia em seus processos industriais. A produção de eucalipto é feita em áreas declivosas, com alta produtividade, porém com altos custos de colheita (semi-mecanizado). Observou-se instabilidade no mercado, sobretudo relacionado aos





**Figura 3.** Esquema ilustrativo da cadeia produtiva do eucalipto em Itapeva, SP.

produtores de pequena e média escala em se manter na atividade florestal, devido à queda nos preços, o que tem levado a substituição das áreas usadas para plantio florestal para uso com cultura de grãos ou outras culturas florestais como o plantio de pinus para produção de resina. Por outro lado, as principais empresas consumidoras de lenha buscavam a autossuficiência, levando a um movimento de integração vertical. Considerando os aspectos institucionais e organizacionais, o polo produtivo apresenta ambiente produtivo favorável à cadeia produtiva, constituindo-se de agentes que atuam na organização da cadeia e na formação de recursos humanos.

O sistema modal de produção delineado para representar a região foi o utilizado pelas empresas florestais, com áreas de plantio em torno de cinco mil hectares, sendo consideradas empresas florestais de médio porte. A área de plantio descrita foi de média declividade (25 graus) e alta produtividade. As atividades de preparo do solo, plantio, adubação, controle de plantas daninhas e formiga, e colheita eram realizadas de forma manual ou semi-mecanizada. O ciclo de produção modal utilizava duas rotações de sete anos cada, totalizando 14 anos de duração, e uma produtividade esperada de 51,02 m<sup>3</sup>/ha ano na primeira rotação (500 st/ha aos sete anos) e 40,82 m<sup>3</sup>/ha ano na segunda rotação (400 st/ha aos sete anos). A correção do solo foi realizada com 900 kg/ha de calcário, e foram aplicados 633 kg/ha de adubo na primeira rotação e 250 kg/ha na segunda rotação. No ano de levantamento de dados, as áreas colhidas eram mais declivosas, o que elevou a média esperada de custos de colheita, sendo R\$ 9,00/st

para corte, R\$ 13,00/st para baldeio, R\$ 2,50/st para carregamento e R\$ 10,00/st para transporte a uma distância média de 30 quilômetros do consumidor. O custo de arrendamento da terra foi R\$ 1.100,00/alqueire (R\$ 458,33/ha), e a taxa mínima de atratividade real considerada foi 4,3% ao ano (Moreira et al., 2015). O preço considerado nas análises foi R\$ 55,00/st, por ser o mais comum na época em um mercado estável, mas em outubro de 2013, momento de coleta dos dados, o mercado regional já passava por um período de excesso de oferta, sendo relatados preços variando de R\$ 40,00/st a R\$ 45,00/st. O regime modal de manejo praticado mostrou-se viável do ponto de vista econômico para preços praticados em momentos de mercado equilibrado, mas com a geração de um pequeno adicional de riqueza aos produtores, com um Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 437,35/ha após 14 anos, um Valor Anual Equivalente (VAE) de R\$ 42,23/ha, uma Taxa Interna de Retorno (TIR) real de 5,3% ao ano e um Custo Médio de Produção (CMP) de R\$ 54,26/st. No momento da coleta de dados, os produtores não estavam obtendo renda suficiente para remunerar todos os fatores de produção utilizados no projeto. Este primeiro levantamento permitiu constatar, na prática, algo já conhecido e muito destacado na literatura sobre viabilidade econômica de plantios de eucalipto, mas desconhecido ou pouco considerado pelos pequenos e médios produtores que se inseriram na atividade, a elevada participação dos custos de colheita (45%), de transporte (18%) e dos custos de oportunidade da terra (13%) e do capital (7%) no custo total do investimento florestal, especialmente neste modal em áreas declivosas e com operações semi-mecanizadas.

No ano seguinte (2014) os dados foram atualizados para a execução da análise de risco, assim como o modal de colheita e a produtividade esperada, já sendo realizado em áreas menos declivosas, que não chegavam a impactar o custo de implantação, mas impactavam significativamente os custos de colheita (R\$ 18,50/st incluindo o corte, baldeio e carregamento), o custo de arrendamento da terra (R\$ 1.350,00/alqueire, R\$ 562,50/ha), com uma produtividade esperada de 600,00 st/ha no primeiro corte e 480,00 st/ha no segundo corte (Moreira et al., 2017b). Cenários com pequenas variações na distância de transporte foram analisados para verificar o seu impacto no risco da atividade.

O novo cenário de custo de colheita, mesmo com o mesmo custo de silvicultura e um custo maior de arrendamento de terra, permitiu elevar o VAE para R\$ 623,95/ha ano, a TIR real para 12,85% ao ano, e reduziu o CMP para R\$ 45,94/st entregue no cliente, e R\$ 17,44/st em pé, ilustrando a sensibilidade da rentabilidade da atividade na região, à produtividade do sítio e ao custo de colheita florestal.

Considerando o resultado da análise de risco, a média do valor anual equivalente (VAE) do projeto na distância de 30 km foi de 486,81 R\$/ha ano; a média da taxa interna de retorno (TIR) real foi 10,44% ao ano; o valor médio do custo médio de produção da madeira entregue no cliente (CMPP\_CI) foi 47,78 R\$/st, sendo este o valor mínimo a ser recebido pelo produtor para igualar o valor presente líquido do

projeto a zero; o valor médio do custo médio de produção da madeira em pé (CMPP\_Pe), que não inclui a colheita e o transporte, foi 18,21 R\$/st; e a média do valor máximo que poderia ser pago pela madeira em pé (preço pago no cliente descontando-se os custos de colheita e transporte) foi 25,43 R\$/st. A probabilidade do investimento ser viável ( $VAE \geq 0$ ) no cenário modal (30 km de distância), considerando o preço em mercado estável e os novos custos, foi 85%. A mesma caiu para 73% a uma distância de transporte de 40 km, e aumentou para 93% para uma distância de 20 km. Outro aspecto que chamou atenção foi a diferença entre a amplitude de variação proporcional entre o preço da madeira entregue no cliente e o preço que poderia ser pago pela madeira em pé. Variando-se o preço no cliente de R\$ 40,00/st a R\$ 70,00/st, os custos de colheita entre R\$ 18,50/st e R\$ 22,50/st e a produtividade entre 450 st/ha e 650 st/ha no primeiro corte<sup>2</sup>, observou-se um valor máximo a ser pago pela madeira variando de R\$ 7,74/st a R\$ 41,45/st no cenário com 30 quilômetros de distância (Tabela 1). Os outros cenários de distância apresentaram amplitude da variação muito semelhante, com alterações nos valores mínimos e máximos, conforme pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Estatísticas dos indicadores de viabilidade econômica nos diferentes cenários de distância de transporte.

Distância	Resultados	VAE	TIR	CMPP_Ci	CMPP_Pe	Valor_Pe
20 km (R\$ 7/st)	Média	685,33	12,88	44,78	18,21	28,43
	Moda	673,56	15,01	42,92	17,44	28,86
	Máximo	2.078,99	24,69	51,29	21,79	44,45
	Mínimo	-577,92	-10,83	41,60	16,10	10,74
	% Viabilidade	93,72	93,73	100,00	-	-
30 km (R\$ 10/st)	Média	486,81	10,44	47,78	18,21	25,43
	Moda	475,25	12,78	45,92	17,44	25,86
	Máximo	1856,06	23,26	54,29	21,79	41,45
	Mínimo	-751,80	-20,49	44,60	16,10	7,74
	% Viabilidade	85,34	85,36	100,00	-	-
40 km (R\$ 13/st)	Média	288,29	7,58	50,78	18,21	22,43
	Moda	288,38	10,75	48,92	17,44	22,86
	Máximo	1633,13	21,72	57,29	21,79	38,45
	Mínimo	-925,68	-40,89	47,60	16,10	4,74
	% Viabilidade	72,87	72,89	92,92	-	-

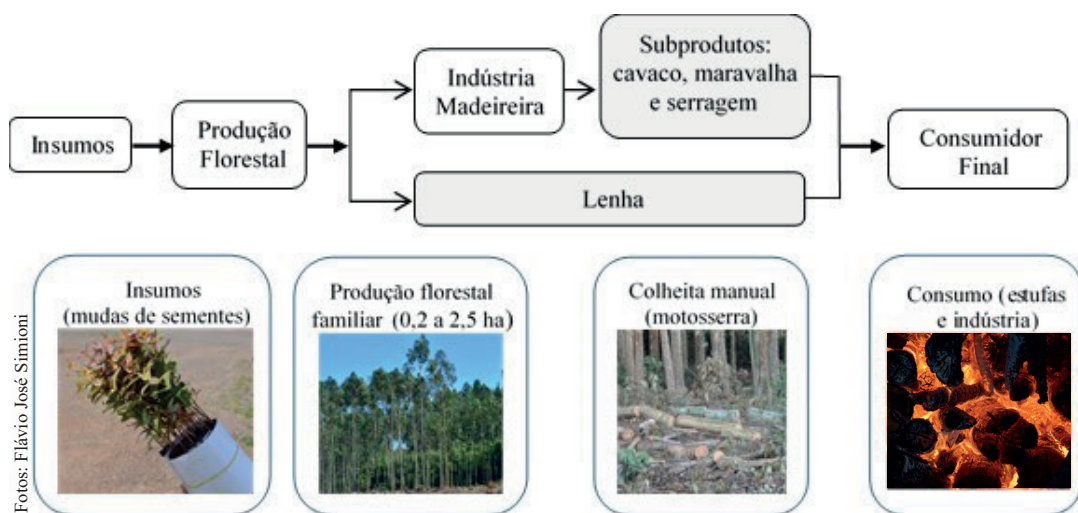
Fonte: extraído de Moreira et al. (2017b).

<sup>2</sup> A produtividade do segundo corte manteve-se 80% da produtividade obtida no primeiro corte.

Os resultados obtidos neste primeiro polo de produção florestal destacaram, numericamente, a importância do planejamento florestal antes da inserção do produtor na atividade, demonstrando o impacto dos custos de colheita e transporte, bem como da produtividade, na rentabilidade da atividade. Outro aspecto relevante é a importância de o produtor conhecer o seu cliente, a amplitude de preços que o mesmo paga e a que distância ele se localiza para uma melhor avaliação do risco da atividade florestal. De acordo com a análise, uma variação proporcional no preço pago pelo cliente apresenta uma amplitude proporcional superior no preço pago pela madeira em pé, e esta amplitude será maior quanto maior for a participação do custo de colheita e transporte no preço pago pelo cliente.

## O polo produtivo de Santa Cruz do Sul, RS

A cadeia produtiva da lenha de eucalipto no polo produtivo de Santa Cruz do Sul, RS, foi avaliada em 2014 e 2015. De acordo com Simioni et al. (2018b), a cadeia está alicerçada na produção florestal de pequena escala, baseada na agricultura familiar vinculada à produção de fumo, que é uma importante atividade econômica da região (Figura 4). A cadeia é coordenada pela indústria do tabaco, na qual a lenha é um importante insumo para sua produção nas propriedades rurais (secagem do fumo em estufa) como também para o processo industrial (indústria fumageira). A produção florestal é realizada pelo cultivo de eucalipto proveniente de mudas de sementes e insumos locais. A área média dos plantios varia de 0,2 a 2,5 hectares, cujo objetivo



**Figura 4.** Esquema ilustrativo da cadeia produtiva do eucalipto em Santa Cruz do Sul, RS.

Fonte: Adaptado de Simioni et al. (2018b).

principal é o fornecimento de lenha para a secagem do fumo nas estufas. As atividades florestais são realizadas com baixo uso de tecnologias e insumos externos e, apesar disso, apresenta altas produtividades, o que resulta na produção de lenha de baixo custo e elevada rentabilidade da atividade. A lenha é utilizada como insumo na propriedade rural ou comercializada para outros produtores a curtas distâncias para transporte, o que resulta em risco extremamente reduzido de liquidez. A colheita é realizada no período da entressafra do fumo (no inverno) utilizando-se de motosserra. A lenha também é consumida pelo segmento industrial, que é diversificado, mas principalmente pela indústria do tabaco. O processamento mecânico por serrarias também foi observado, porém ainda é incipiente e representa uma oportunidade para absorver produtos florestais de maior valor agregado (toras para serraria). Entretanto, vários produtores relataram ocorrência de ações oportunistas pelas serrarias da região, o que eleva os custos de transação e reduz a predisposição dos pequenos produtores em aderir a sistemas de produção de toras de maior valor agregado, devido à incerteza do retorno deste valor à produção.

Existem cerca de 50 mil produtores de fumo no Rio Grande do Sul e estima-se que a demanda de lenha por produtor seja cerca de 60 st de madeira por safra de fumo (ano), resultando em uma demanda anual de 3 milhões de metros estéreos de madeira (Simioni et al., 2015). A maior parte dos produtores de fumo são autossuficientes em lenha de eucalipto (60%), os 40% restantes adquirem lenha daqueles produtores que possuem excedente para comercialização ou de médios produtores que buscam se especializar na produção de lenha. Simioni et al. (2015) relataram que as estufas tradicionais utilizadas pelos produtores consomem cerca de 5 kg de lenha de eucalipto para secar 1 kg de tabaco. Segundo Simioni et al. (2015), as empresas fumageiras estavam incentivando a adoção de estufas mais tecnificadas pelos produtores, com ventilação forçada, o que traria melhor qualidade para a secagem do tabaco e reduziria a demanda de lenha e mão de obra para execução da atividade. O potencial de redução pode chegar a 50% de ambos os fatores de produção (Hoff, 2014). Entretanto, a limitação de capital e capacidade e confiabilidade da rede em fornecer energia elétrica aos produtores rurais são obstáculos à adoção desta tecnologia (Simioni et al., 2015). Os autores ainda destacam que a sua adoção poderia representar uma redução de renda para o produtor, pois reduziria o consumo de dois fatores de produção de sua propriedade (trabalho e lenha), cuja remuneração é apropriada pelo produtor rural, substituindo-os por fatores de produção de terceiros (capital e energia elétrica), sendo necessários mais estudos para verificar os benefícios da adoção da tecnologia para o produtor.

Em relação ao sistema de produção adotado pelos pequenos produtores, destacou-se a heterogeneidade presente nas práticas silviculturais, o que dificultou a elaboração de um sistema de produção modal utilizado pelos pequenos produtores, sendo elaborado um sistema modal recomendado, conforme descrito por Moreira et al. (2017a). O ciclo de produção modal foi de baixa tecnologia, com densidade de

plantio de 1.667 plantas por hectare, um ciclo de produção com duas rotações de sete anos cada, com produtividade esperada de 46 m<sup>3</sup>/ha ano na idade de corte das duas rotações. O preparo do solo foi realizado com subsolagem rasa (com trator de 55 cv), em áreas declivosas e marginais na propriedade. É realizado o combate à formiga e o controle de matocompetição, e uma adubação de base e outra de cobertura, totalizando 200 g de adubo químico por planta (332,2 kg/ha). A colheita é semi-mecanizada, geralmente executada pelo próprio produtor, e o baldeio é realizado com trator e reboque ou mesmo carro de boi. O fluxo de caixa resultante do cenário modal pode ser observado na Figura 5.

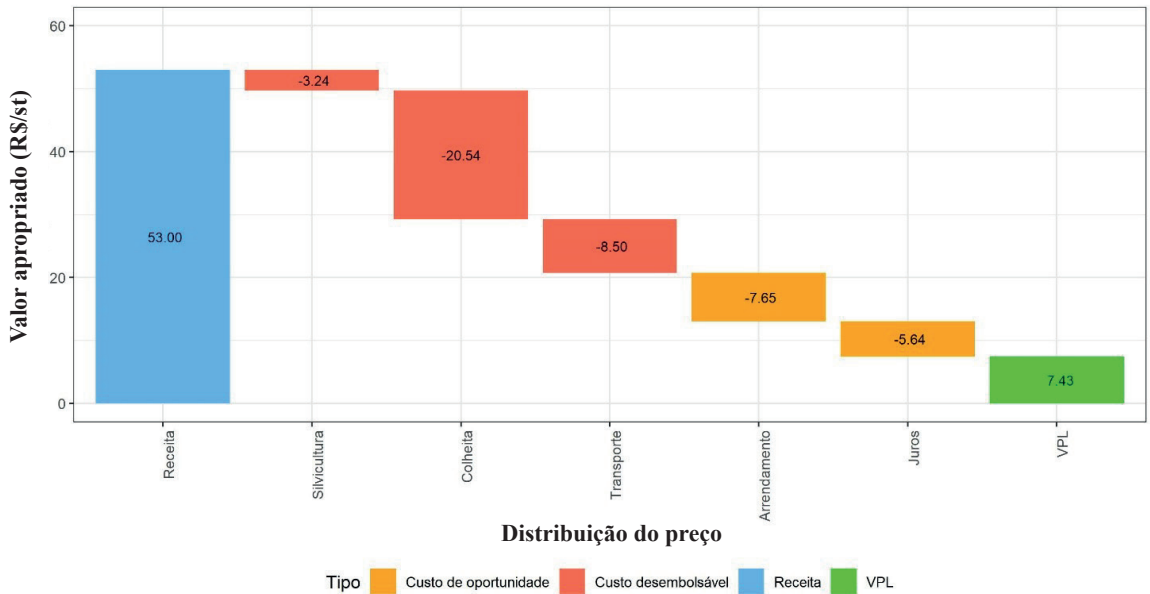
FLUXO DE CAIXA / ANO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Receita total								24.233,72							24.233,72
Operações Silviculturais	-2.231,32	-52,05						-486,57	-52,05	-138,90					
Colheita e transporte								-13.526,94							-13.526,94
Arrendamento da terra		-500,00	-500,00	-500,00	-500,00	-500,00	-500,00	-500,00	-500,00	-500,00	-500,00	-500,00	-500,00	-500,00	-500,00

**Figura 5.** Fluxo de caixa do sistema de produção modal em Santa Cruz do Sul, RS.

Fonte: Adaptado de Moreira et al. (2017a).

A elevada participação dos custos de colheita e transporte para o pequeno produtor, mas cerca de 40% deste custo é relativo à mão de obra, sendo uma remuneração direta do trabalho do produtor rural (Figura 5). Ainda assim, este custo muitas vezes não se destaca aos olhos do produtor na pequena propriedade, uma vez que as máquinas e equipamentos utilizados (trator, motosserra, reboque) são de uso geral na propriedade, sendo considerados pelo produtor apenas os custos com combustíveis e lubrificantes envolvidos na operação. Mesmo com os custos de colheita e terra elevados, quando comparados aos custos silviculturais, a rentabilidade da atividade foi positiva e considerada satisfatória pelos produtores, com um VPL de R\$ 6.793,20/ha, um VAE de R\$ 634,65/ha ano e uma TIR de 16,05% acima da inflação. O custo médio de produção foi R\$ 42,10/st, muito inferior aos R\$ 53,00/st recebido pelos produtores. O valor que o custo de cada uma das etapas de produção e da remuneração dos fatores de produção próprios se apropria do preço recebido por uma unidade de produto pode ser observado na Figura 6.

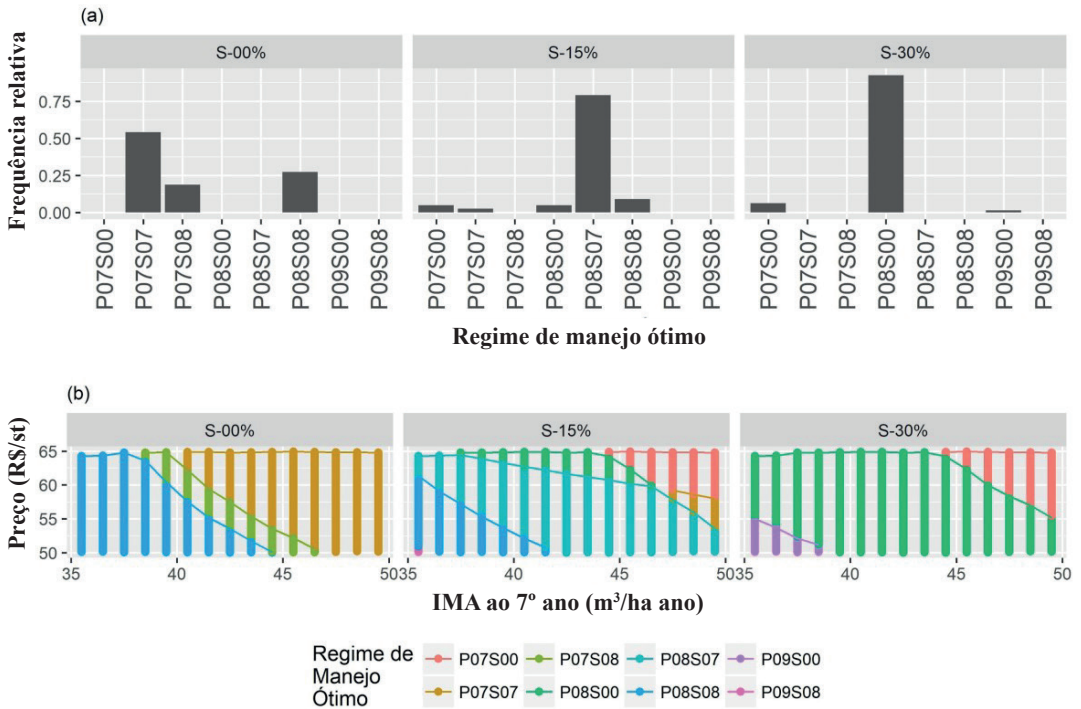
Dos R\$ 53,00/st recebido pelo produtor, apenas R\$ 3,24/st são devidos às atividades silviculturais, e que a colheita e transporte respondem por um valor quase nove vezes maior (R\$ 29,04/st). Após a remuneração de todos os fatores de produção, o produtor recebe o equivalente a R\$ 7,43/st como excedente econômico do sistema de produção a valores no presente (Figura 6). Considerando que a maioria das operações são manuais ou semi-mecanizadas, e que a mão de obra utilizada e a terra são de propriedade do produtor, a percepção de valor com a produção da lenha pode ser ainda maior, justificando a percepção de viabilidade do cultivo da lenha para consumo próprio e comercialização do excedente com vizinhos.



**Figura 6.** Distribuição do preço recebido pelos custos e receitas do sistema de produção.

Fonte: Adaptado de Simioni et al. (2018b).

Devido à baixa escala de produção e de uso de tecnologia, os inventários florestais eram inexistentes geralmente neste grupo de produtores, que geralmente mantinham a mesma idade de corte independente do cenário econômico ou de produtividade de suas florestas. Visando apresentar o potencial de ganho econômico que o planejamento florestal pode trazer para os produtores, foram consultados especialistas da região e estimaram a distribuição de probabilidade do preço de comercialização e da produtividade nos últimos anos, para a realização de uma análise de risco da viabilidade da cultura. Vinte diferentes regimes de manejo florestal (ciclos com uma e duas rotações, com idades de corte variando de seis a nove anos cada) tiveram seus fluxos de caixa analisados em cada uma das 100.000 simulações, em três diferentes cenários de perda de produtividade na segunda rotação (corte) do ciclo, sendo registrados quais foram os regimes de manejo que permitiram o máximo retorno econômico em cada cenário simulado (Josino et al., 2020). A cada simulação, a tabela de volume do talhão, que reflete a produtividade esperada a cada idade de corte, era substituída de acordo com a produtividade sorteada, mantendo a coerência da expectativa de produtividade do talhão para todas as idades de corte. A frequência com que cada regime de manejo foi escolhido como a estratégia de máximo retorno econômico, bem como as combinações de preço e produtividade esperadas em que o mesmo resultou no máximo retorno, pode ser observada na Figura 7.



**Figura 7.** Frequência e região de ocorrência do regime de manejo ótimo

Fonte: Adaptado de Josino et al. (2020).

O regime de manejo modal, com ciclo de duas rotações de sete anos cada (P07S07) sem perda de produtividade na segunda rotação (S-00%), é o regime de máximo retorno econômico em mais de 50% das simulações (Figura 7a), ocorrendo em situações de receita elevada (elevado preço e/ou produtividade). À medida que a receita se reduz, seja pela redução do preço ou da produtividade, o regime modal deixa de ser o de retorno econômico máximo, sendo este obtido pelo produtor com o adiamento inicialmente do segundo corte (P07S08) em um ano, e posteriormente o adiamento do primeiro corte também (P08S08). Com 15% de perda de produtividade no segundo corte (S-15%), há uma maior possibilidade de alterações no regime de manejo para obter o máximo retorno da floresta, sendo que, em situações de receita muito alta, com elevados preços, a segunda rotação não é mais adotada (P07S00, P08S00), sendo adiada a idade de corte para situações de preço muito alto e produtividades medianas. No outro extremo, onde ocorre a perda de produtividade de 30% na segunda rotação (S-30%), esta é completamente abandonada caso o produtor deseje adotar o regime de manejo que maximiza o retorno econômico de sua floresta. Segundo Josino et al. (2020), à medida que a expectativa de receita se reduz, o produtor adota



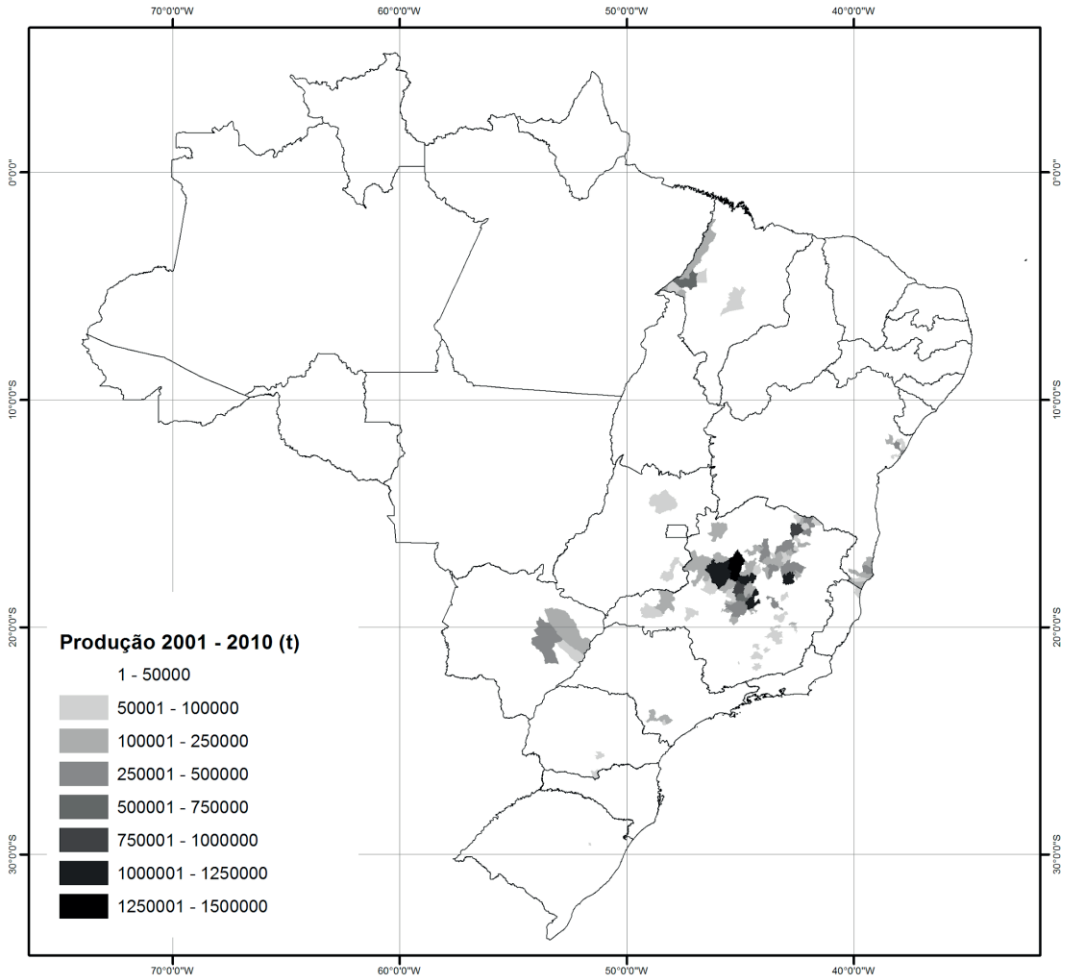
uma estratégia de maximização de retorno econômico ao adiar a idade de corte e prolongar o ciclo de produção, bem como não executar a segunda rotação caso a expectativa de perda de produtividade ultrapasse 15% em algumas condições. Os ganhos equivalentes anuais que podem ser obtidos pelo produtor, ao adotar o regime ótimo, variaram de zero (quando o modal já é o ótimo) até R\$ 171,70/ha, na condição em que o modal mais se afastou do regime ótimo (S-30%).

As condições de produção e mercado encontrados no polo de produção de Santa Cruz do Sul são particularmente interessantes devido ao elevado número de produtores e compradores de lenha envolvidos na cadeia produtiva, não sendo comum esta característica no mercado florestal. O sistema de produção com baixo nível tecnológico possibilita a obtenção de boas produtividades devido às condições de solo e clima locais, os custos silviculturais são mínimos, mas os demais custos envolvidos no processo são elevados. Entretanto, como muitas operações são realizadas com fatores de produção que pertencem ao produtor, possibilita a alocação dos mesmos na produção florestal em um momento onde estão ociosos (baixo custo de oportunidade), contribuindo para o uso mais racional destes fatores e com o aumento da sua renda no final do processo. Entretanto, caso o produtor queira aumentar a sua escala de produção, este sistema de produção necessitaria ser revisto, pois seria necessário contratar mão de obra externa e buscar clientes em um raio de transporte maior, pois o mercado mais próximo já estaria sendo atendido, aumentando os custos de mão de obra e transporte no sistema de produção, bem como a parcela dos custos de produção resultantes da remuneração de fatores de produção que não pertencem ao produtor, reduzindo a renda total<sup>3</sup> auferida pelo mesmo. O caso de Santa Cruz do Sul foi o melhor exemplo que o pequeno produtor florestal pode ter um negócio extremamente viável, desde que considere as características do mercado em que está inserido e adequa a sua escala de produção.

## O polo produtivo de Carvão Vegetal em Minas Gerais

A pesquisa foi realizada em 2015, na região central de Minas Gerais, abrangendo os municípios de Vazante, Três Marias, Buenópolis, Bocaiúva, Itacambira e Carbonita. Esta região foi escolhida por representar o maior polo produtor de eucalipto para transformação de carvão vegetal usado como termorreductor nas usinas de siderurgia (Figura 8). Segundo dados do IBGE (2019), o estado de Minas Gerais responde por mais de 80% da produção de carvão vegetal de origem silvicultural no Brasil.

<sup>3</sup> Renda advinda do lucro do sistema de produção mais a renda resultante da remuneração dos fatores de produção próprios (terra, capital e trabalho), semelhante ao conceito de Renda da Família destacado em Guiducci et al. (2012).

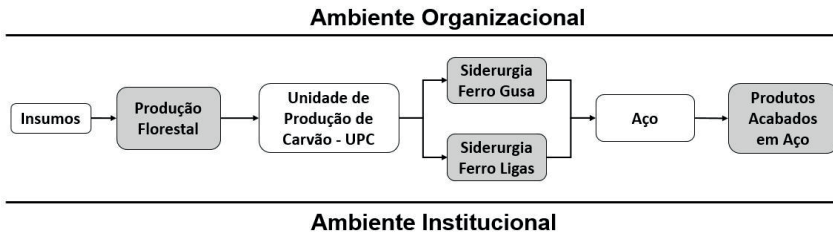


**Figura 8.** Distribuição espacial da produção de carvão vegetal no Brasil (2001-2010).

Fonte: Elaboração própria utilizando dados do IBGE (2019).

A cadeia produtiva do carvão vegetal na região central de Minas Gerais, cuja produção é integrada à siderurgia, é de grande escala e tecnologicamente bem desenvolvida. A Figura 9 representa esquematicamente a cadeia, com representação no diagrama desde o elo fornecedor de insumos até a produção final de componentes de aço.

O material genético para os plantios florestais é desenvolvido pelas empresas, buscando maior densidade da madeira e resistência à deficiência hídrica. Este processo visa atender o bom desempenho silvicultural no campo (produtividade e resistência



**Figura 9.** Modelo da cadeia produtiva do carvão vegetal da indústria siderúrgica integrada em Minas Gerais.

a pragas) e, conseqüentemente, do carvão vegetal produzido ao final da cadeia. As principais espécies são *Eucalyptus grandis*, *E. camaldulensis* e *E. urophylla*. Contudo, outras espécies estão sendo introduzidas e acompanhadas, objetivando averiguar o seu desempenho produtivo, tais como *E. pellita*, *Corymbia torelliana*, *C. citriodora* spp. *citriodora* e *C. citriodora* spp. *variegata*.

A densidade do material genético utilizado pelas empresas varia de 510 kg m<sup>-3</sup> a 585 kg m<sup>-3</sup>, buscando por meio do melhoramento uma densidade acima de 600 kg m<sup>-3</sup>. As empresas utilizam ampla gama de diferentes materiais nos programas de melhoramento genético, evidenciando a importância da pesquisa para o setor, com o objetivo de buscar materiais com maior desempenho silvicultural e para a produção de carvão. A partir do material genético desenvolvido pelas empresas, a produção de mudas é realizada por viveiros terceirizados, os quais produzem as mudas clonais.

As empresas entrevistadas adotam quatro diferentes estratégias para a obtenção de madeira: o fomento florestal; o produtor florestal; e a produção própria, além da eventual aquisição no mercado *spot*.

O fomento florestal é adotado por algumas empresas e caracteriza-se pelo fornecimento de todos os insumos (mudas, adubo, formicida, etc.) e assistência técnica aos produtores rurais familiares para a produção da lenha ou carvão vegetal. As empresas compram a lenha ou o carvão e cobram os insumos, caso o agricultor deseje vender para outros compradores. O fomento florestal é considerado muito importante sob o ponto de vista social, podendo incluir no mercado de produtos florestais centenas de famílias, possibilitando-lhes acesso ao trabalho e renda.

Quanto à modalidade “produtor florestal”, refere-se à parceria firmada entre a empresa e os agricultores de maior porte, sendo considerado mais atrativo quando a área é superior a 50 hectares. Nesta, geralmente ocorre o financiamento dos plantios florestais pelos bancos comerciais e as empresas asseguram os contratos de financiamento. Assim, os bancos possuem a garantia de uma seguradora com comprometimento e grande valor no mercado, os produtores recebem investimentos facilitados e possuem segurança quanto à comercialização e a empresa tem a garantia de

recebimento de matéria-prima de qualidade. Este procedimento gera um contrato entre a empresa e o produtor, que se responsabiliza em vender as duas primeiras colheitas para a empresa (descontando os custos de implantação), permanecendo a preferência de compra das colheitas posteriores. Neste caso, as empresas também oferecem assistência técnica, mudas e insumos. Devido ao alto custo de deslocamento dos equipamentos de colheita, este programa opta por concentrar os contratos de parceria com os produtores em regiões específicas, para assim facilitar a entrega da madeira e, posteriormente, do carvão. As técnicas de silvicultura assemelham-se àquelas utilizadas pelas empresas, com uso de mudas clonais. Esta estratégia visa ampliar a capacidade de produção de madeira sem a necessidade de aquisição de novas áreas de terra, sobretudo para o atendimento de picos de demanda de madeira. Contudo, ainda representa um baixo percentual do total de madeira produzida.

A produção própria é a principal estratégia e representa de 50% a 97% do fornecimento de madeira para produção do carvão vegetal. A preferência pela estratégia da produção própria se deve, sobretudo, à garantia do suprimento de matéria-prima, dada à alta imprevisibilidade no mercado de ferro e aço (alta sazonalidade da demanda, com reflexos do mercado internacional), tempo de produção da floresta (requer planejamento antecipado) e ao protocolo do Ministério do Meio Ambiente, onde preconiza que toda a produção de carvão vegetal para a siderurgia deve ter garantia de origem de madeira legal.

As técnicas silviculturais são relativamente homogêneas entre as empresas entrevistadas. Tomando-se como base um sistema de produção mais representativo dos entrevistados, a densidade de plantio é realizada, preferencialmente, com 9 m<sup>2</sup> por planta, no espaçamento de 3 m x 3 m, mas sendo relatados espaçamentos de 3,3 m x 2,73 m. A adubação de base é feita por ocasião do plantio, com 350 kg ha<sup>-1</sup> a 500 kg ha<sup>-1</sup> de NPK (10-27-10), geralmente com acréscimo de micronutrientes. A adubação de cobertura é realizada em duas aplicações, prevalecendo a dosagem de 250 kg ha<sup>-1</sup> nas duas aplicações, dependendo da época de plantio e do período de chuvas, podendo ser menor conforme o desenvolvimento inicial. A adubação foliar é realizada também em duas aplicações até o terceiro ano, com aplicação de boro. Os custos nominais de 2015 foram: Custo Operacional de implantação variando de 3.000,00 R\$ ha<sup>-1</sup> a 4.000,00 R\$ ha<sup>-1</sup> e a manutenção até o corte final (7º ano) varia de 1.000,00 R\$ ha<sup>-1</sup> a 2.000,00 R\$ ha<sup>-1</sup>. A produtividade média anual nesse sistema é 38 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. O custo de colheita e transporte até a Unidade de Produção de Carvão (UPC) varia de 20,00 R\$ m<sup>-3</sup> a 35,00 R\$ m<sup>-3</sup>, dependendo da distância de transporte (entre 15 km e 20 km).

O procedimento e equipamentos utilizados na colheita são, na sua maioria, Feller Buncher para o corte, cujo rendimento varia de acordo com o espaçamento das árvores e tempo de uso do equipamento, ficando em torno de 250 - 550 árvores por hora. Estas são deixadas em blocos maciços no local de derrubada, por um período médio

de 35 dias. Este período é suficiente para que haja secagem das folhas, facilitando sua queda (desprendimento), seja por via do equipamento ou do próprio arraste. Posteriormente, com o auxílio do *Skidder*, as árvores são arrastadas até a borda do talhão para o seccionamento com uma garra traçadora. A dimensão do seccionamento varia entre as empresas, entre 3 m e 6 m de comprimento, dependendo das características de construção dos fornos para a produção de carvão. Após o seccionamento, as toras ficam à beira do talhão até atingir a umidade ideal para a produção do carvão. Este tempo pode variar de 110 a 180 dias, dependendo das características iniciais da madeira e das condições climáticas que influenciam diretamente o processo.

Na maior parte, as empresas conduzem uma rebrota, com 1 a 2 brotos por cepa, realizando avaliação qualitativa para a seleção dos brotos, tendo queda de 10% na produtividade da segunda rotação.

Para a produção do carvão, as empresas possuem fornos de diferentes comprimentos, com capacidade média variando de 160 mdc forno<sup>-1</sup> a 210 mdc forno<sup>-1</sup> e ciclo de produção variando de 11 a 17 dias, sendo 1 dia para carga e descarga, 4-6 dias para carbonização e de 8-11 dias para resfriamento. Algumas características do carvão produzido são: teor de umidade (5% a 10%); carbono fixo (70% a 85%); teor de cinzas (<2,0%), teor de voláteis (20% a 24%) e teor de tiço (5% a 12%). O rendimento varia de 0,70 mdc m<sup>-3</sup> lenha a 0,85 mdc m<sup>-3</sup> lenha.

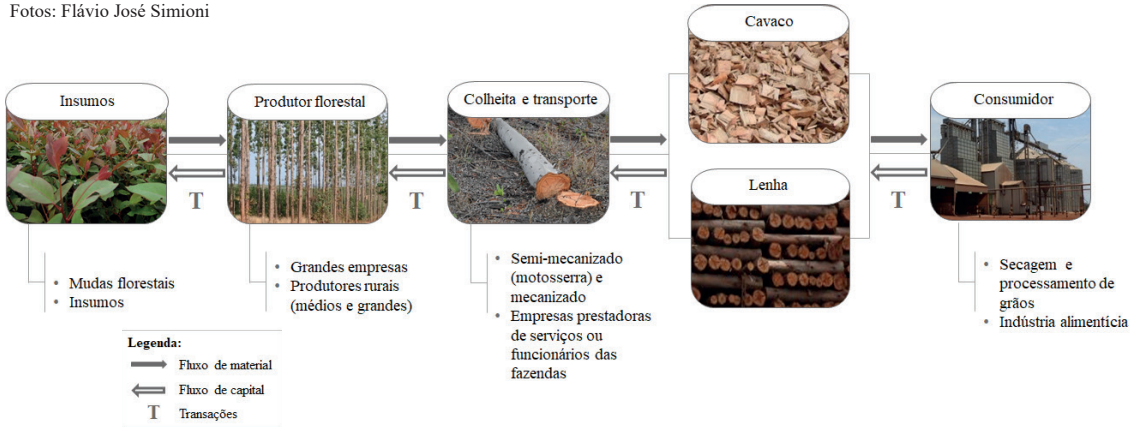
A cadeia produtiva do eucalipto para energia em Minas Gerais possibilitou a análise da estratégia de produção florestal em larga escala e com um forte direcionamento para a redução do custo médio de produção do carvão vegetal. A busca pelo custo mínimo se refletia na escolha das operações e nas suas inter-relações, em termos de eficiência. Dois exemplos que destacaram esta preocupação foram: a) teste de vários espaçamentos de plantio considerando não apenas o seu impacto na produtividade, mas no rendimento das operações de subsolagem (plantio) e colheita; e b) o estabelecimento de duas unidades produtoras de carvão vegetal em uma mesma fazenda, visando reduzir o raio médio de transporte da lenha para as UPCs.

## Os polos produtivos de Rio Verde e Cristalina em Goiás

Em Goiás, dois polos produtivos foram estudados em 2018: Rio Verde e Cristalina. Em ambos os polos, a cadeia de produção de eucalipto destina-se, fundamentalmente, a fornecer madeira nas formas de lenha e cavaco, para uso energético na secagem e processamento de grãos e à indústria alimentícia. Uma parcela muito pequena da produção é destinada às indústrias de tratamento de madeira, para fabricação de postes, mourões, palanques de cercas, e a produção de madeira para serraria é praticamente inexistente, embora alguns produtores, em ambos os polos, estejam deixando algumas árvores para este fim. No polo de Rio Verde já se observa a colheita de toras de eucalipto de maior diâmetro, mas ainda de forma experimental e sem o

desdobro da madeira executado e/ou avaliado. A representação esquemática da cadeia é apresentada na Figura 10.

Fotos: Flávio José Simioni



**Figura 10.** Esquema ilustrativo da cadeia produtiva do eucalipto nos polos de Rio Verde Cristalina, GO.

No polo de Rio Verde, a produção florestal é realizada por produtores agropecuaristas que utilizam o plantio de eucalipto como barreira sanitária, por produtores rurais para complemento da renda familiar (uso de terras marginais) e por grandes produtores, sejam individuais ou em cooperativas, que geralmente utilizam terras de menor produtividade de grãos (terras arenosas). O nível tecnológico utilizado pelos médios e grandes produtores foi considerado elevado, com alta tecnologia e investimentos em preparo do solo, adubação e controle de pragas e doenças que possibilitam uma alta produtividade das florestas. Contratavam assistência técnica silvicultural para o plantio e tratos culturais, seja própria ou de empresas terceirizadas, assim como empresas especializadas na colheita florestal, normalmente mecanizada, para realização da atividade. Não foram identificados equipes ou esforços de planejamento florestal, semelhantes aos utilizados pelas empresas florestais de médio e grande porte. Os pequenos produtores geralmente utilizavam a recomendação técnica obtida no viveiro de onde adquiriam as mudas, ou contratavam assessoria não especializada, sendo reportadas algumas ações oportunistas por parte de profissionais que atuavam na área agrícola ou ambiental, mas não possuíam experiência técnica com o manejo de florestas de eucalipto. O mercado consumidor era amplo e majoritariamente para madeira com finalidades energéticas, sendo na forma de lenha de metrinho ou de cavaco. Embora a floresta produzida fosse a mesma, os custos de colheita e processamento do produto eram diferentes, influenciando a escala de produção e a janela

de tempo de execução das operações. O mercado ao qual os produtos se destinavam também possuía características distintas.

A lenha de metrinho era destinada principalmente às secadoras de grãos e às granjas suínas ou avícolas. Tais consumidores apresentavam a estratégia de manter estoques de lenha suficiente para operar durante um ano ou um pouco mais, de modo que esperavam o momento de menor preço a cada ano, para negociar a compra da lenha que serviria ao próximo ano agrícola. Ao mesmo tempo que o ativo florestal era específico, uma vez que todos utilizavam lenha, havia uma elevada flexibilidade de negociação dos compradores devido ao estoque adquirido anteriormente, configurando-se um mercado mais disperso e com menor escala de consumo (500 st a 1.000 st/safra por unidade consumidora), quando comparado com as indústrias processadoras de grãos. A remuneração normalmente era paga por volume (metro estéreo) e não havia diferenciação de acordo com a qualidade da lenha (aplicação de bônus ou desconto de acordo com o teor de umidade ou densidade da lenha fornecida). Acabavam sendo atendidos por produtores com uma escala de produção menor, que utilizavam colheita semi-mecanizada e caminhões “toco” para transporte, com colheita sem a realização de baldeio. Produtores de médio porte que visavam este mercado acabavam tendo um custo de transação maior devido ao maior número de negociações que necessitavam realizar para comercializar a sua produção.

O cavaco apresentava um maior custo de produção, devido ao elevado custo do processo de picagem e consumo de combustível, mas o seu mercado contava com produtores e consumidores em maior escala. Os consumidores não acumulavam elevados estoques do produto, necessitando de uma oferta regular do mesmo ao longo do ano, possibilitando contratos com maior prazo e uma relação comercial mais duradoura. Os produtores que ofertavam o cavaco necessitavam ter uma área de colheita superior a 40 hectares, sendo o tamanho mínimo relatado para viabilizar a colheita mecanizada e a picagem do cavaco no campo pelas empresas terceirizadas. A unidade de comercialização do cavaco era o peso e havia uma umidade máxima a ser respeitada nos contratos de compra, sendo imposta uma penalidade caso a mesma fosse ultrapassada. A quantidade adquirida pelos consumidores de cavaco para o processamento dos grãos ou uso na indústria alimentícia era muito superior às quantidades demandadas pelas secadoras, naturalmente incentivando a comercialização com as empresas terceirizadas de colheita mecanizada e processamento, com grandes produtores, ou produtores cooperados.

No geral, o segmento da cadeia produtiva de lenha destinava-se a produtores e consumidores com menor escala, sendo o cavaco a opção dos agentes com maior escala de produção. A tendência geral observada ao consumo de madeira para energia na região era a migração para caldeiras alimentadas por cavacos. O uso do cavaco tem apresentado algumas vantagens em relação à lenha, principalmente relacionadas à automação do processo com menor uso de mão de obra e com menores riscos (devido

às condições do trabalho e à presença de animais peçonhentos) e, sobretudo, à maior eficiência energética, podendo chegar a 30%.

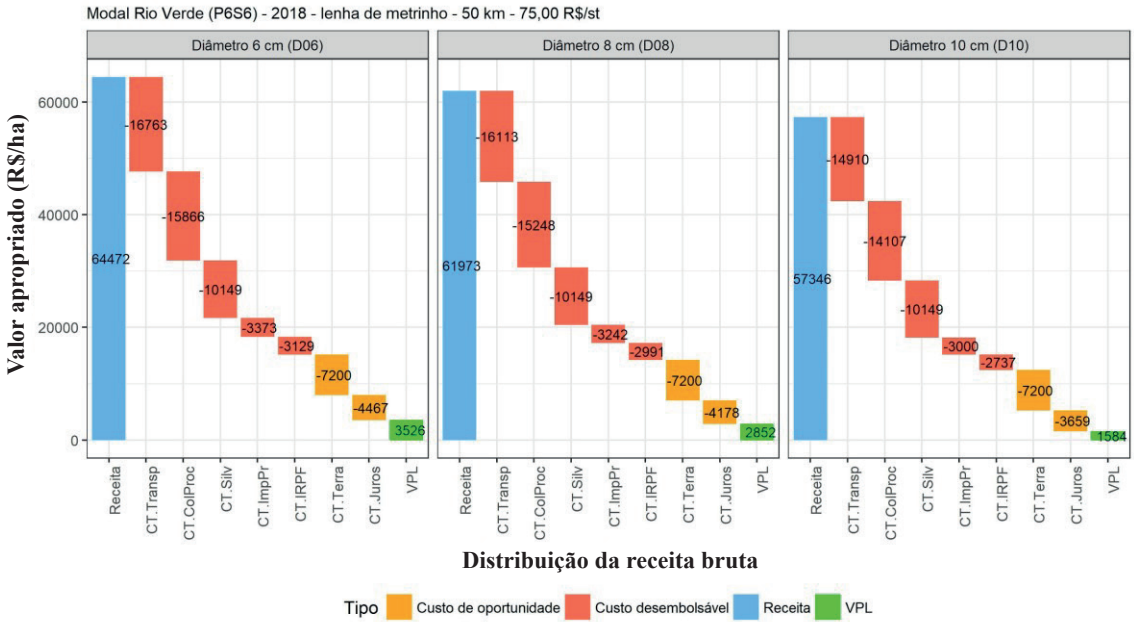
Como destacado no diagnóstico da cadeia produtiva, o sistema de produção modal de eucalipto delineado em Rio Verde utiliza alta tecnologia (mudas clonais, preparo do solo e tratos silviculturais mecanizados e adubação compatível com alta produtividade) em solos planos e arenosos, sendo os solos com maior teor de argila deixados para a produção agrícola. A escala considerada foi um talhão homogêneo de 50 hectares, com densidade de plantio de 1.350 plantas por hectare de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* (clone AEC 144), ciclo de produção com duas rotações de seis anos cada, com produtividade esperada de 310 m<sup>3</sup>/ha na primeira rotação e 262 m<sup>3</sup>/ha na segunda rotação (Moreira et al., 2019). O preparo do solo era mecanizado, com adubação de base e três adubações de cobertura em cada rotação, sendo a quantidade determinada com base na análise de solo. O mesmo sistema de produção foi avaliado economicamente com dois sistemas de colheita, semi-mecanizado produzindo lenha de metrinho, e mecanizado com picagem no campo produzindo cavaco. Os consumidores da lenha de metrinho estavam exigindo diâmetros mínimos maiores, de forma que este cenário foi incorporado na análise para verificar o seu impacto na rentabilidade da atividade. A distância de transporte modal considerada foi 50 km para o consumidor e a forma de comercialização considerada foi aquela entregue no cliente. Quatro distâncias de transporte foram consideradas na análise para os dois sistemas de produção, e três diâmetros mínimos requeridos pelos clientes, para a lenha de metrinho.

A apropriação da receita bruta obtida na produção de metrinho pelos custos de produção do processo, bem como o impacto que a exigência de elevação do diâmetro mínimo de comercialização tem no Valor Presente Líquido do sistema de produção, podem ser observados na Figura 11.

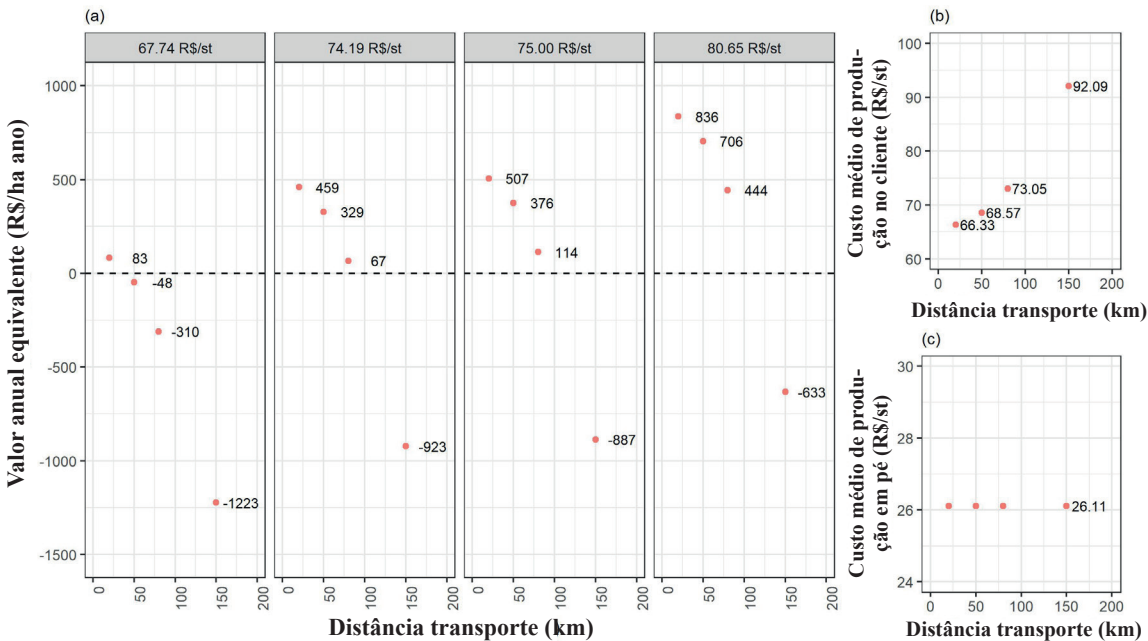
Ao preço de R\$ 75,00/st entregue no cliente, o modal de produção de lenha de metrinho foi viável nos três cenários de diâmetro mínimo da lenha avaliados, mas a exigência de aumento do diâmetro mínimo de 6 cm para 10 cm ocasionou uma perda de rentabilidade de 55%, pelo valor do VPL. Ao elevar a exigência do diâmetro mínimo das peças de lenha, uma parte maior da ponteira da árvore não atende a exigência, resultado em uma maior proporção de resíduo e reduzindo o volume comercial da floresta na idade de colheita. O menor volume comercial reduz a receita bruta e os custos que variam com a produção (transporte, colheita e processamento, impostos sobre a produção, imposto de renda, juros sobre capital próprio), mas não alteram os custos que independem da produção (custos silviculturais e de oportunidade da terra). O impacto do custo de transporte e do preço pago pelo cliente na rentabilidade do sistema de produção pode ser observado na Figura 12.

A sensibilidade da rentabilidade da produção de lenha de metrinho em relação ao preço pago pelo cliente e, principalmente, à distância de transporte, é destacada na Figura 12a. O aumento do custo médio de produção (CMP), que é o preço mínimo a





**Figura 11.** Apropriação da receita bruta na produção de lenha de metrinho.  
 Fonte: Moreira et al. (2019).

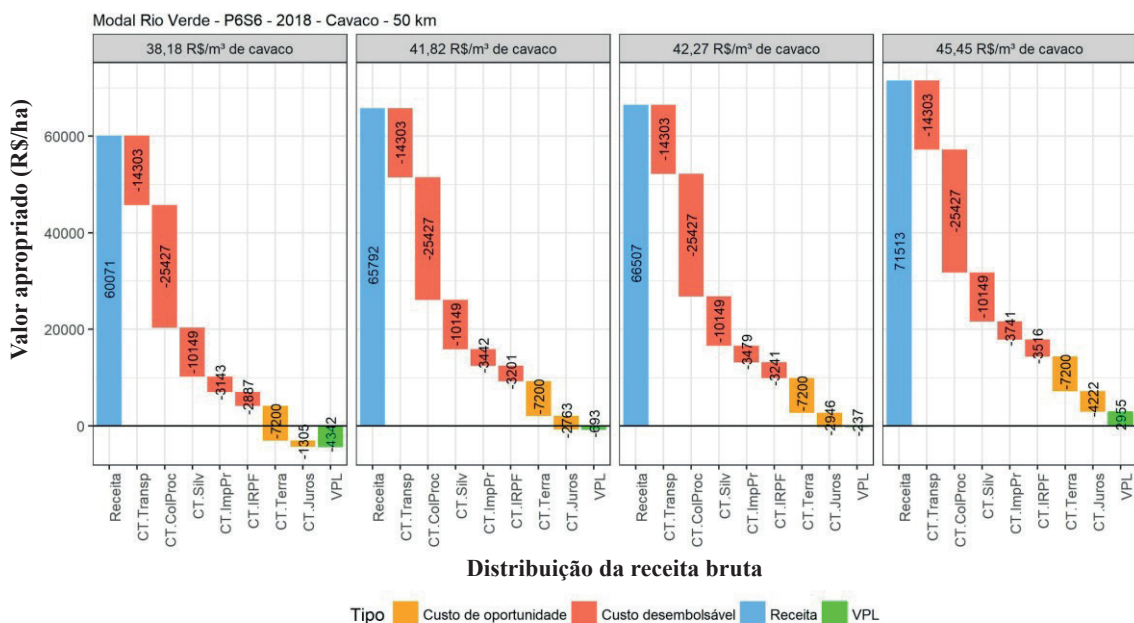


**Figura 12.** Impacto do preço e da distância de transporte na rentabilidade da produção de lenha de metrinho em Rio Verde, GO.  
 Fonte: Moreira et al. (2019).

operações de colheita e transporte), os impostos pagos sobre a produção (maior valor de venda) e o imposto de renda (base maior de cálculo para renda auferida) também são considerados na análise, para o cálculo do CMP na Figura 12b.

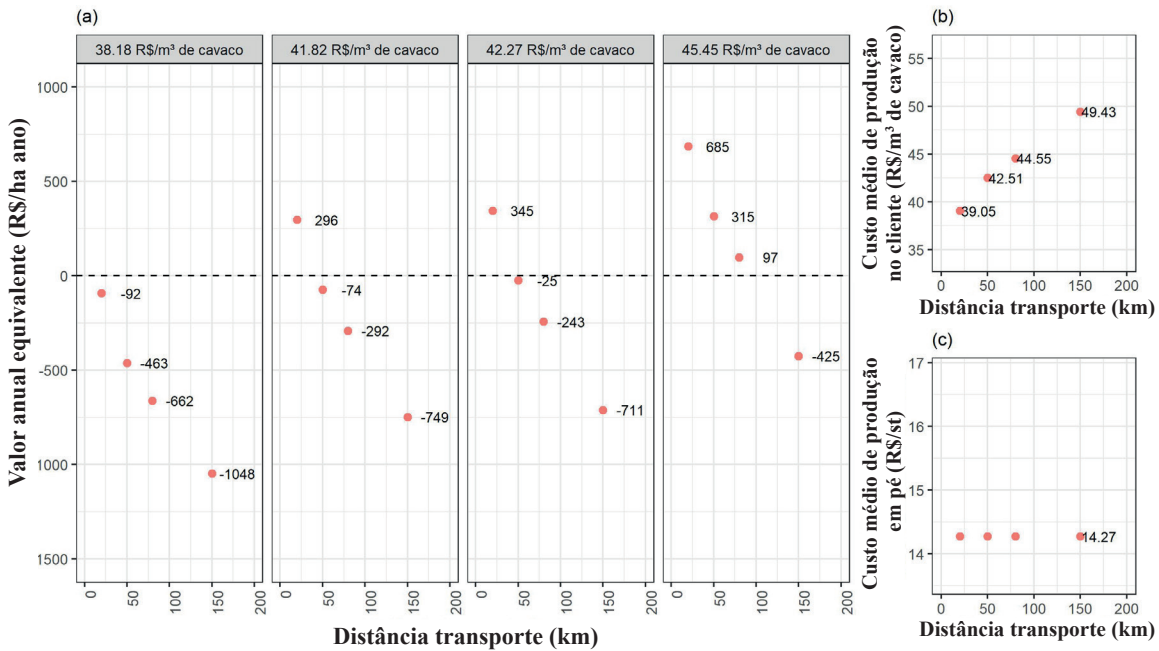
A apropriação da receita bruta nos diferentes cenários de preço pagos pelo metro de cavaco pode ser observada na Figura 13, e o impacto da distância de transporte na rentabilidade e no custo médio de produção na Figura 14. Os cenários de preço apresentados nas Figuras 11 e 13 são equivalentes quando considerados os fatores de conversão utilizados.

Os custos silviculturais e de oportunidade da terra são os mesmos para os dois produtos (Figuras 11 e 13), mas, ao comparar preços equivalentes (R\$ 42,27/mcav e R\$ 75/st) a rentabilidade do cavaco é inferior àquela obtida pela lenha de metrinho na distância de 50 km, embora a receita bruta do cavaco seja um pouco superior (maior volume comercial) e os custos de colheita mecanizada, inferiores, o processamento (picagem) do cavaco é bastante oneroso, aumentando os custos de produção e reduzindo a rentabilidade. Os custos totais de colheita da lenha de metrinho foram reduzidos pela não realização da operação de baldeio, carregando-se o caminhão diretamente no talhão (Moreira et al., 2019), sendo esta uma estratégia adotada pelos



**Figura 13.** Apropriação da receita bruta no sistema de produção de cavaco em diferentes cenários de preços pagos pelo cliente.

Fonte: Moreira et al. (2019).



**Figura 14.** Impacto do preço e da distância de transporte na rentabilidade da produção de cavaco em Rio Verde, GO.

Fonte: Moreira et al. (2019).

produtores para melhorar a rentabilidade da atividade. Entretanto, isto acarreta o uso de caminhões com menores capacidades de transporte, tornando a rentabilidade mais sensível ao aumento da distância de transporte, quando comparado com o sistema de produção de cavaco que utiliza caminhões com maior capacidade de carga, carregamento direto no picador e descarregamento automático por piso móvel, conforme pode ser observado ao se comparar as Figuras 12 e 14a e 14b.

O polo de produção de eucalipto em Cristalina apresenta características distintas daquelas observadas em Rio Verde. Um número maior de produtores de eucalipto com áreas menores, tecnificadas na implantação e na adubação, mas com colheita majoritariamente semi-mecanizada e uma maior variedade de materiais genéticos e espaçamentos de plantio utilizados. As áreas destinadas à produção de florestas são solos mais arenosos e com a presença de cascalho. Havia apenas uma grande empresa produtora no polo de produção (acima de dez mil hectares plantados) que utilizava colheita mecanizada, mas estava reduzindo a sua área plantada pela metade e focando na produção e transporte de cavaco. Vários pequenos e médios produtores também estavam desestimulados ao cultivo, sendo observadas várias áreas com destoca (mudança de uso do solo), áreas com brotação sem manejo e tratos silviculturais,

e apenas uma área submetida à reforma ou renovação de plantio. Os produtores se queixavam dos preços recebidos, que apresentavam queda ou se mantinham nominalmente estáveis há pelo menos quatro anos, e das desvantagens na comercialização do produto, dependendo de atravessadores para a comercialização da sua produção. Visando melhorar esta condição, os produtores criaram uma cooperativa florestal que passou a coordenar a comercialização, tendo em sua equipe um responsável pela parte comercial e um contador para assessoria contábil aos cooperados. A cooperativa já contava com quase cinco mil hectares de florestas representados e dispunha de um picador e caminhões de transporte de cavaco para a prestação de serviço aos cooperados, e visava a contratação de assistência técnica de inventário e mensuração florestal nos seus planos futuros. A colheita nas áreas plantadas dos pequenos e médios produtores era realizada com motosserra, sendo traçada a madeira e baldeada até a borda do talhão quando produzindo lenha de metrinho, ou baldeada com mini-skidder até a borda do talhão para secagem e posterior picagem para produção de cavaco. Alguns produtores estavam desbastando suas florestas, buscando manejá-las para a produção de toras de maior diâmetro para serraria, visando agregar valor à sua produção, mas poucos produtores estavam considerando a possibilidade de renovação ou condução das suas florestas, devido à baixa perspectiva de rentabilidade, dados os preços não atrativos decorrentes do excesso de oferta, no momento. Também foram observados relatos de um raio de comercialização superior ao obtido em Rio Verde, o que aumentava o custo de transporte e reduzia a rentabilidade da cultura. A Coordenação de Comercialização da Cooperativa estava contribuindo para a redução desta distância, por organizar o atendimento da demanda a produtores que estivessem mais próximos, contribuindo para uma maior eficiência e redução dos custos de transação, resultando em um aumento de competitividade na cadeia.

No geral, a cadeia do eucalipto nas duas regiões possui todos os elos em operação e tem condições de ser competitiva, contudo tem enfrentado altas oscilações de preços decorrente do excesso de oferta no momento da pesquisa, com consequências negativas para a continuidade da atividade, por parte dos produtores menores e não inseridos, de alguma forma, no mercado consumidor. Além disso, o polo de Cristalina tem enfrentado maiores desafios devido à escala de operação dos produtores e uma maior carência de experiência florestal na implantação dos primeiros ciclos de produção, mas vem reagindo com a organização da Cooperativa e a experiência acumulada ao longo dos primeiros ciclos, tendo condição de melhorar a sua competitividade e sustentabilidade no médio prazo.

## Considerações finais e recomendações

### Ponto comum entre os polos

O que pode ser observado de comum nos diferentes polos de produção analisados foi um aumento da área plantada de eucalipto, resultante de diferentes percepções de incentivo. Grandes produtores e consumidores florestais em regiões com silvicultura já estabelecida aumentaram suas bases para atender planos de expansão da demanda de seus produtos; consumidores florestais em regiões com baixa oferta estabeleceram seus plantios como estratégia de garantia de abastecimento e para minimizar o impacto das oscilações de preços dos insumos. Pequenos e médios produtores, sem experiência na atividade, vislumbraram uma oportunidade de negócio de elevado retorno financeiro e decidiram entrar na atividade, mas muitos deles o fizeram em um momento de excesso de demanda (preço elevado) sem conhecimento do negócio e sem o apoio de assistência técnica especializada. Aqueles que contrataram assistência técnica o fizeram pensando na atividade de plantio e garantia de boa produtividade, mas raros foram os casos de assessoria de planejamento do negócio, sendo que a mesma é fundamental para uma maior possibilidade de sucesso na atividade.

### Conhecimento de mercado

Conhecer o mercado consumidor e o clima da região é fundamental para obter uma produção florestal viável, pois, a partir daí se escolherá o material genético a ser utilizado (que tenha boa adaptação aos solos e clima da região e resulte em um produto adequado às especificações do cliente). Em seguida, deve-se conhecer todas as etapas do sistema produtivo, desde o preparo do solo até a colheita e transporte ao cliente, visto que estas duas etapas são normalmente as que representam maior custo na atividade florestal, podendo ultrapassar o valor da madeira em pé, principalmente produtos de menor valor agregado como a madeira para energia e celulose (Scheffler, 2017). Com este planejamento realizado, o produtor tem condições de se inserir no mercado florestal de maneira mais sustentável e competitiva, obtendo bons retornos em momentos de bons preços e minimizando os impactos nos períodos de excesso de oferta e preços baixos.

Conhecer o mercado e os seus potenciais consumidores dá ao produtor a condição de avaliar se a escala de produção pretendida lhe permite acessar o mercado de forma competitiva. Um produtor de madeira para lenha com baixa escala de produção, provavelmente realizará a colheita semi-mecanizada e não terá escala suficiente para compensar o deslocamento de um conjunto de picador móvel até a sua propriedade. Já um produtor com uma escala um pouco maior, que vislumbre o mercado de

escoras para construção civil ou indústrias de preservação de madeira, pode facilmente ver o seu mercado saturado, devido à menor demanda destes produtos, mas são mercados que normalmente exigem produtos com maior especificidade e pagam valores maiores, viabilizando sistemas de produção em pequena escala que estejam relativamente próximos. Cada cliente pode ter especificações distintas, por exemplo, clientes de madeira para energia podem consumir lenha de metrinho<sup>4</sup>, metirão<sup>5</sup>, ou mesmo utilizar picadores fixos em seus complexos industriais, consumindo toras de maior comprimento<sup>6</sup>, para aumentar a produtividade e eficiência do seu picador. O produtor florestal que realiza a sua colheita produzindo lenha de metrinho, além de ter aumentado o seu custo de colheita com o maior traçamento, terá eliminado os clientes que consomem os outros tamanhos de toras das suas possibilidades de comercialização, sendo que esta eliminação ocorreu no momento da decisão do traçamento da árvore após o corte. Até a derrubada todos os clientes poderiam ser atendidos pelo produtor.

## Planejamento da produção florestal

Mesmo em momentos de crise da economia em geral, com conseqüente queda dos preços da madeira para energia, os produtores que estão na atividade, porém, realizando-a de forma planejada, conseguem obter retornos compatíveis e pensam em se manter no ramo. Por outro lado, o mesmo não ocorre com aqueles que entraram na atividade florestal sem planejamento, principalmente quanto às distâncias e inserção ao mercado consumidor.

É altamente recomendável considerar os custos de colheita e transporte, bem como o acesso aos mercados no momento de se iniciar os plantios e entrar na atividade florestal. De nada adiante ter um plantio com alta produtividade, mas se essa receita é consumida no transporte ou, ainda, o produtor não consegue comercializar a sua produção.

É fundamental que os produtores observem as lições apreendidas nesta última década, e utilizem este conhecimento para planejar a sua entrada no mercado florestal, de uma forma mais ponderada, adequando-se às características do negócio florestal e contribuindo para o estabelecimento de uma cadeia produtiva florestal sustentável e competitiva com a participação de pequenos e médios produtores.

<sup>4</sup> Lenha em toras de 0,9 m até 1,1 m de comprimento.

<sup>5</sup> Lenha em toras de 1,9 m até 2,1 m de comprimento.

<sup>6</sup> Caso observado em uma cooperativa consumidora de eucalipto para energia em Rio Verde, onde eram consumidas toras de seis metros de comprimento no picador.

## Cooperativismo

O estabelecimento de cooperativas, a exemplo do que foi observado em Cristalina-GO, pode reduzir os custos de transação para os produtores independentes e melhorar a eficiência na busca de clientes e na distância de transporte. A possibilidade da troca de experiências entre os produtores, fomentada pela cooperativa, e a redução de custos na contratação de serviços de assessoria mais especializados, principalmente nas áreas de inventário, planejamento florestal e estudos de mercado, podem contribuir para aumentar o conhecimento dos produtores florestais independentes do negócio, aumentando a competitividade da cadeia produtiva e a sustentabilidade da produção florestal na região. A não consideração destes aspectos levou alguns produtores a estabelecer florestas distantes do mercado consumidor ou sem infraestrutura de estradas capaz de comportar caminhões com maior capacidade de carga (elevado custo de transporte), em escalas incompatíveis com os sistemas de colheita de menor custo, sem os devidos cuidados com o manejo silvicultural (baixa produtividade), com material genético ou dimensionamento de toras inadequados às especificações requeridas pelos seus clientes, ou em áreas de custo de oportunidade muito elevado (terras aptas para o cultivo de grãos). A combinação de um ou mais destes fatores reduz a competitividade dos cultivos florestais, especialmente em momentos de baixa de preços, fazendo com que muitos produtores colham suas florestas e realizem a destoca das áreas, saindo da atividade florestal. Esta situação projeta uma redução da oferta futura que, dependendo da demanda, pode ocasionar um novo ciclo de elevação de preços, fazendo com que a história se repita e resultando em incertezas na cadeia produtiva, tanto para produtores como para consumidores.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas embra-pianos Jonas Irineu dos Santos Filho e Edilson Batista de Oliveira pelas contribuições na leitura e sugestões ao manuscrito. Agradecemos também aos produtores, especialistas e agentes das cadeias produtivas consultadas, pelo compartilhamento das informações e participação nos painéis de custo de produção, em cada polo estudado. À Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (Unesp) - Campus de Itapeva, à Associação dos Fumicultores do Brasil (Afubra) - Santa Cruz do Sul, à Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (Comigo) - Rio Verde, e à Cooperativa Florestal Brasil Central (Arbo) pela cessão da estrutura para o levantamento dos painéis de custo, nas suas respectivas regiões. Agradecemos, ainda, ao Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Goiás (Sebrae-GO) pela parceria especial, apoio logístico, financiamento conjunto das atividades de pesquisa e discussões técnicas realizadas nos polos de produção do Goiás.

## Referências

- BELEI, R. A.; GIMENIZ-PASCHOAL, S. R.; NASCIMENTO, E. N.; MATSUMOTO, P. H. V. R. O uso de entrevista, observação e videogravação em pesquisa qualitativa. **Cadernos de Educação**, v. 30, p. 187-199, 2008.
- CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; CRISTO, C. M. P. N. Cadeia produtiva: marco conceitual para apoiar a prospecção tecnológica. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DE TECNOLOGIA, 22., 2002, Salvador. **Anais [...]**. São Paulo: FEA/USP, 2002.
- CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; SILVA, J. F. V. **Complexo agroindustrial de biodiesel no Brasil: competitividade das cadeias produtivas de matérias-primas**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2010. 712 p.
- DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. **A concept of agribusiness**. Boston: Harvard University, 1957.
- DE ZEN, S.; PERES, F. C. Painel agrícola como instrumento de comunicação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., 2002, Passo Fundo. **Anais [...]**. Brasília, DF: SOBER, 2002.
- GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>.
- GOLDBERG, R. A. **Agribusiness coordination: a systems approach to the wheat, soybean and Florida orange economies**. Boston: Harvard University, 1968.
- GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R. de; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 535 p.
- HIGA, R. C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R. **Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural**. 2. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 32 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 54). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/312925>.
- HOFF, S. As relações sociais no cultivo do fumo. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 19, n. 3, p. 31-50, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.17058/redes.v19i3.4024>.
- IBÁ, Indústria Brasileira de Árvores. **Indústria Brasileira de Árvores: relatório 2017**. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/pdf/iba-relatorioanual2017.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2019.
- IBÁ, Indústria Brasileira de Árvores. **Indústria Brasileira de Árvores: 2018. Dados do Relatório Iba 2018: ano-base 2017**. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/digital-sumarioexecutivo-2018.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da extração vegetal e da silvicultura (PEVS)**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/291>> Acesso em: 9 jul. 2019.
- JOHNSON, B.; FREITAS FILHO, A.; PAEZ, M. L.; WRIGHT, J.; SANTOS, S. A. Planejamento estratégico em instituições de pesquisa agropecuária com estrutura descentralizada. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PESQUISA DE ADMINISTRAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 16., 1991, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: PACTO/IE/FEA/USP, 1991.



JOSINO, M. N.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; SOUZA, A. N.; JOAQUIM, M. S.; SIMIONI, F. J.; GASPAR, R. O. Financial impact of silviculture management regime flexibilization under risk conditions. *Scientia Forestalis*, v. 48, n. 125, e2831, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n125.19>.

MOREIRA, J. M. M. A. P.; MATSUURA, M. I. da S. F.; BARRANTES, L. De S.; SIMIONI, F. J.; BUSCHINELLI, C. C. de A. **Análise de viabilidade econômica de um sistema de produção modal de eucalipto para lenha na região de Itapeva, SP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 365). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1039390>>.

MOREIRA, J. M. M. A. P.; REIS, C. F.; SIMIONI, F. J.; OLIVEIRA, V. L. E. de. **Análise de viabilidade econômica da produção de eucalipto para energia em Rio Verde, GO**. Colombo: Embrapa Florestas, 2019. 27 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 327). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1107401>.

MOREIRA, J. M. M. A. P.; SIMIONI, F. J.; JARENKOW, G. L. Impacto do rendimento de corte e da densidade de plantio na rentabilidade da silvicultura em pequenas propriedades em Santa Cruz do Sul-RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 55, 2017, Santa Maria, RS. *Anais* [...]. Brasília, DF: SOBER, 2017a.

MOREIRA, J. M. M. A. P.; SIMIONI, F. J.; SANTANA, L. F. de. Impacto do custo de transporte no risco da rentabilidade florestal na Região de Itapeva-SP. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, v. 38, n. 132, p. 77-89, 2017b.

MORGAN, D. L. **Focus groups as qualitative research**. California: Sage Publications, 1988.

MORVAN, Y. **Fondements d'économie industrielle**. Paris: Economica, 1988.

SCHEFFLER, L. Colheita e transporte renderam mais do que madeira. *Revista Referência Florestal*, p. 57-61, ago. 2017.

SIMIONI, F. J.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; DEBONI, T. L.; PASSOS, B. M. dos. Cadeia produtiva de energia de biomassa florestal: o caso da lenha de eucalipto no polo produtivo de Itapeva/SP. *Ciência Florestal*, v. 28, n. 1, p. 310-323, 2018a. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831602>.

SIMIONI, F. J.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; PASSOS, B. M. dos; GIROTTO, S. B. F. T. Forest biomass chain of production: Challenges of small-scale forest production in southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, v. 174, p. 889-898, 2018b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.330>.

SIMIONI, F. J.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; PASSOS, B. M. dos; GIROTTO, S. B. F. T. Produção de lenha de eucalipto para energia: o desafio do pequeno produtor fomicultor de Santa Cruz do Sul/RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 53, 2015, João Pessoa-PB. *Anais* [...]. Brasília, DF: SOBER, 2015.

SIMIONI, F. J.; HOEFLICH, V. A. Abordagens teóricas para análise do agronegócio. In: BINOTTO, E. (Org.). **Tecnologia e processos agroindustriais**. Passo Fundo: Ed. da Universidade de Passo Fundo, 2007. p. 17-43.

SIMIONI, F. J.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; FACHINELLO, A. L.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; MATSUURA, M. I. da S. F. Evolução e concentração da produção de lenha e carvão vegetal de silvicultura no Brasil. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 2, p. 731-742, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509827758>.

