

Cadeia produtiva do eucalipto para uso energético, em Cristalina, Goiás



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

DOCUMENTOS 332

**Cadeia produtiva do eucalipto para
uso energético, em Cristalina, Goiás**

*Tamires Nedel
Lucas Gerber Soares
Marcelo Ricardo Formolo Junior
Flávio José Simioni
José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira
Claudio César de Almeida Buschinelli
Vera Lucia Elias de Oliveira*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba,
Caixa Postal 319
83411-000, Colombo, PR, Brasil
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da
Embrapa Florestas

Presidente
Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-Presidente
José Elidney Pinto Júnior

Secretária-Executiva
Neide Makiko Furukawa

Membros
Cristiane Aparecida Fioravante Reis,
Krisle da Silva
Marilice Cordeiro Garrastazu
Valderês Aparecida de Sousa
Annete Bonnet
Álvaro Figueredo dos Santos,
Guilherme Schnell e Schühli,
Marcelo Francia Arco-Verde

Supervisão editorial
José Elidney Pinto Júnior

Revisão de texto
José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica
Francisca Rasche

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Neide Makiko Furukawa

Fotos capa
José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira

1ª edição
Versão digital (2019)

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

Cadeia produtiva do eucalipto para uso energético, em Cristalina,
Goiás. [recurso eletrônico] / Tamires Nedel ... [et al.]. - Colombo :
Embrapa Florestas, 2019.
24 p. : il. color. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-
3958 ; 332)

Modo de acesso: World Wide Web:
<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221>>

1. *Eucalyptus*. 2. Energia. 3. Sistema de produção. 4. Mercado. 5.
Viabilidade econômica. 6. Floresta de uso múltiplo. 7. Produto florestal.
I. Nedel, Tamires. II. Soares, Lucas Gerber. III. Formolo Junior, Marcelo
Ricardo. IV. Simioni, Flávio José. V. Moreira, José Mauro Magalhães
Ávila Paz. VI. Buschinelli, Claudio César de Almeida. VII. Oliveira, Vera
Lucia Elias de. VIII. Série.

CDD (21. ed.) 634.97342098173

Autores

Tamires Nedel

Mestranda em Ciências Ambientais na Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC

Lucas Gerber Soares

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC

Marcelo Ricardo Formolo Junior

Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Lages, SC

Flávio José Simioni

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, professor do Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC

José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira

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

Claudio César de Almeida Buschinelli

Bacharel em Ecologia, doutor em Cartografia Sig y Teledet, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

Vera Lúcia Elias de Oliveira

Engenheira Civil, mestre em Engenharia do Meio Ambiente, gestora de projetos do Sebrae-GO, Goiânia, GO

Apresentação

As análises de cadeias produtivas são uma importante estratégia metodológica para a realização de diagnósticos e prospecção de demandas. Elas permitem uma visão mais holística e abrangente, ou seja, um enfoque sistêmico que possibilita a percepção e a avaliação de interações entre diferentes segmentos da cadeia. Assim, o estudo de uma cadeia produtiva permite melhor compreensão das complexidades que envolvem os sistemas de produção, de forma a oferecer subsídios para decisões gerenciais adequadas.

Neste sentido, a cadeia produtiva caracteriza-se como uma unidade de análise, cujos enfoques podem ser direcionados para a avaliação do seu desempenho competitivo, sua sustentabilidade, eficiência e equidade, bem como aos estudos de prospecção de demandas da cadeia para o aumento da sua competitividade. Enfim, possibilita identificar e trazer à tona informações que são importantes para os tomadores de decisão, tanto no ambiente público como privado, como também no âmbito local ou nacional.

No setor florestal, considerar as cadeias produtivas como objeto de análise é ainda mais relevante, uma vez que os produtos das florestas plantadas se prestam para usos múltiplos, de modo que as diferentes cadeias que compõem o complexo produtivo de base florestal (celulose e papel, painéis, móveis, energia, etc.) são interconectadas, o que configura maior complexidade de análise.

Neste contexto, esta publicação disponibiliza resultados de um diagnóstico da cadeia produtiva do eucalipto para geração de energia, no polo produtivo de Cristalina (GO), visando a identificação de fatores críticos que limitam o seu desempenho competitivo, com foco no uso do eucalipto para fins enérgicos.

Marcílio José Thomazini

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Florestas

Sumário

Introdução	9
Metodologia	10
Resultados	12
Segmento de fornecedores de insumos.....	13
Segmento de produção florestal	13
Colheita e transporte	16
Consumidores	17
Discussão	19
Coordenação da cadeia produtiva	19
Sistema ILPF	19
Expectativa dos produtores para novos mercados	19
Espaçamento dos plantios	20
Lenha de “metrinho” x cavaco	20
Flutuações do mercado	20
Dificuldades encontradas	21
Considerações finais.....	21
Agradecimentos.....	22
Referências	22

Introdução

É crescente a busca por alternativas renováveis para geração de energia, devido à depleção dos recursos naturais, à demanda por energia e ao esgotamento de fontes não renováveis e com o objetivo de reduzir a emissão de gases do efeito estufa (GEE), procedente de atividades antrópicas (Moreira, 2011). De acordo com o Balanço Energético Nacional, a participação de energias renováveis na oferta interna de energia bruta foi 42,9% em 2017, um decréscimo de 0,6%, em comparação ao ano de 2016. Dentre as possibilidades energéticas, o carvão e a lenha representaram 8%, indicando serem importantes alternativas (EPE, 2018). Em grande parte dos países em desenvolvimento, observa-se uma significativa dependência de energia de biomassa florestal, principalmente da lenha e do carvão vegetal (Ribeiro et al., 2017).

A matriz elétrica do Brasil é de origem predominantemente renovável e, no entanto, depende da geração hidráulica que corresponde a 65,2% da oferta (EPE, 2018). Durante o período de chuvas, o setor fornece até 95% da eletricidade, mas a seca intensa dos últimos anos proporcionou o incentivo à aplicação de outras fontes de energias renováveis não-hídricas (Bradshaw, 2017). Neste contexto, o uso da biomassa de origem florestal é uma relevante alternativa como fonte renovável de energia e vem sendo amplamente utilizada no Brasil (Simioni et al., 2017).

O uso de madeira para energia garante uma maior segurança para suprir a demanda e reduz a dependência externa de energia (Brito, 2007). Entretanto, o autor menciona que o aproveitamento da madeira na matriz energética mundial depende do nível de desenvolvimento do país, da disponibilidade de florestas, de questões ambientais e da competição econômica com outras fontes energéticas. O Brasil possui um grande potencial para aumentar a produção florestal, devido à disponibilidade de terras e ao alto rendimento dos plantios florestais (Simioni, 2018c). No setor florestal, o País apresenta os maiores níveis mundiais de produtividade, especialmente no segmento de árvores plantadas (IBGE, 2014).

A crescente demanda por madeira para fins energéticos no Brasil destina-se em atender, principalmente, a secagem de grãos, fornos de cerâmicas e mineradoras, geração de vapor d'água em caldeiras de frigoríficos, laticínios e indústrias de alimentos (Reis et al., 2017). Destaca-se que, nestes casos, a lenha é empregada como fonte de energia térmica, ou seja, na forma de calor e vapor (Reis et al., 2015).

A substituição de combustíveis fósseis por fontes alternativas de energia e o sequestro e armazenamento de carbono na biomassa florestal, são consideradas formas promissoras para a redução da emissão e concentração de GEE na atmosfera (Moreira, 2011). Neste contexto, fica evidente que a biomassa vinda de florestas plantadas se apresenta como uma fonte alternativa para a produção de energia. As florestas plantadas no Brasil são principalmente do gênero *Eucalyptus*, posto que é amplamente utilizado, dispõe de alta produtividade, variadas aplicações em indústrias florestais (Andrade et al., 2018) e representam cerca de 72% do total de árvores plantadas (Ibá, 2017).

O Brasil possui uma área estimada de 7,84 milhões de hectares de florestas plantadas, que representam menos de 1% do território nacional, mas são responsáveis por 91% de toda madeira produzida para fins industriais. Em 2016, o País apresentou uma média de 35,7 m³ ha⁻¹ ano para os plantios de eucalipto, se destacando mundialmente pela produtividade florestal (Ibá, 2017). Recentes projeções indicam que até 2050, a população mundial deverá atingir 9,1 bilhões de pessoas e, para atender o volume crescente da demanda de madeira, o desafio do setor florestal brasileiro será fortalecer ainda mais a sua produção, visto que os reflorestamentos reduzem as pressões existentes sobre as florestas nativas (Ibá, 2017).

Os dados do relatório da Indústria Brasileira de Árvores de 2017 indicam que as regiões com maior participação no ano de 2016, em área plantada com árvores de eucalipto, foram o Sudeste (45,29%), o Centro-Oeste (20,98%), o Nordeste (15,16%) e o Sul (12,66%). Sendo Minas Gerais (24,50%), São Paulo (16,68%), Mato Grosso do Sul (15,47%) e Bahia (10,79%) os maiores produtores de eucalipto (Ibá, 2017). No entanto, o cultivo de eucalipto tem avançado para regiões de novas fronteiras florestais, em alguns estados localizados no Centro-Oeste, Nordeste e Norte (Reis et al., 2015).

Apesar do Centro-Oeste ser considerado uma região de novas fronteiras no setor de silvicultura, percebe-se uma grande ausência de informações disponíveis e referentes ao presente setor, o que dificulta a concepção de políticas públicas de incentivo ao plantio de florestas e da valorização dos produtos florestais (Moreira, 2011; Reis et al., 2015).

Simioni et al. (2018a, 2018b) destacam o potencial do eucalipto, além de relatar a necessidade de se obter um conhecimento amplo da dinâmica da sua cadeia produtiva, visando potencializar seu uso para geração energética, bem como elucidar os aspectos limitantes ao seu desempenho competitivo. A análise e o estudo de cada segmento de uma cadeia produtiva permitem identificar os detalhes relacionados à área, como as relações entre fornecedores e compradores e se as competências de cada segmento estão articuladas corretamente ao longo da cadeia produtiva (Alves et al., 2012).

No estado de Goiás, as plantações de eucalipto, de acordo com dados de 2016, estão presentes em 76% dos municípios que, juntos, somaram uma área de 159.225,41 ha em 2013 e cerca de 99,1% da produção de madeira foi destinada ao uso energético (Reis et al., 2015, 2017). Com localização geográfica privilegiada e extensa área territorial, o estado detém diversas empresas privadas com atividades vinculadas à cadeia produtiva florestal (Ibá, 2017) e apresenta relevantes plantios de florestas de eucalipto destinadas principalmente para atender a demanda de madeira para energia. Estima-se que, em 2016, o município de Cristalina possuía uma área plantada de 8.156,93 ha, servindo de fonte de abastecimento de madeira para usos energéticos, sendo considerado o quarto maior produtor de floresta de eucalipto do estado, ficando atrás apenas de Niquelândia (12.239,54 ha), Rio Verde (11.937,03 ha) e Campo Alegre de Goiás (8.937,11 ha) (Reis et al., 2017). Esses dados demonstram a importância da produção de eucalipto no município de Cristalina, em relação ao estado de Goiás (5,1%), justificando a seleção do município para o presente estudo. O município também foi identificado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) de Goiás, como um polo para o desenvolvimento florestal no estado.

O objetivo da presente pesquisa foi compreender a dinâmica e a organização da cadeia produtiva de eucalipto em regiões de novas fronteiras do Brasil Central, notadamente no polo produtivo de Cristalina/GO, destacando os pontos propulsores e restritivos ao desempenho competitivo da cadeia no mercado florestal.

Metodologia

O estudo foi realizado no município de Cristalina (Figura 1) e envolveu os segmentos e agentes que compõem a cadeia de produção de eucalipto. O município está localizado na região Leste do estado de Goiás (Região do entorno do Distrito Federal) e, segundo os dados do IBGE (2018), possui uma área de 6.162,089 km² e uma população total de 46.580 habitantes (em 2010). De acordo com a classificação de Köppen e Geiger, o clima da região é Cwb, com temperatura média anual de

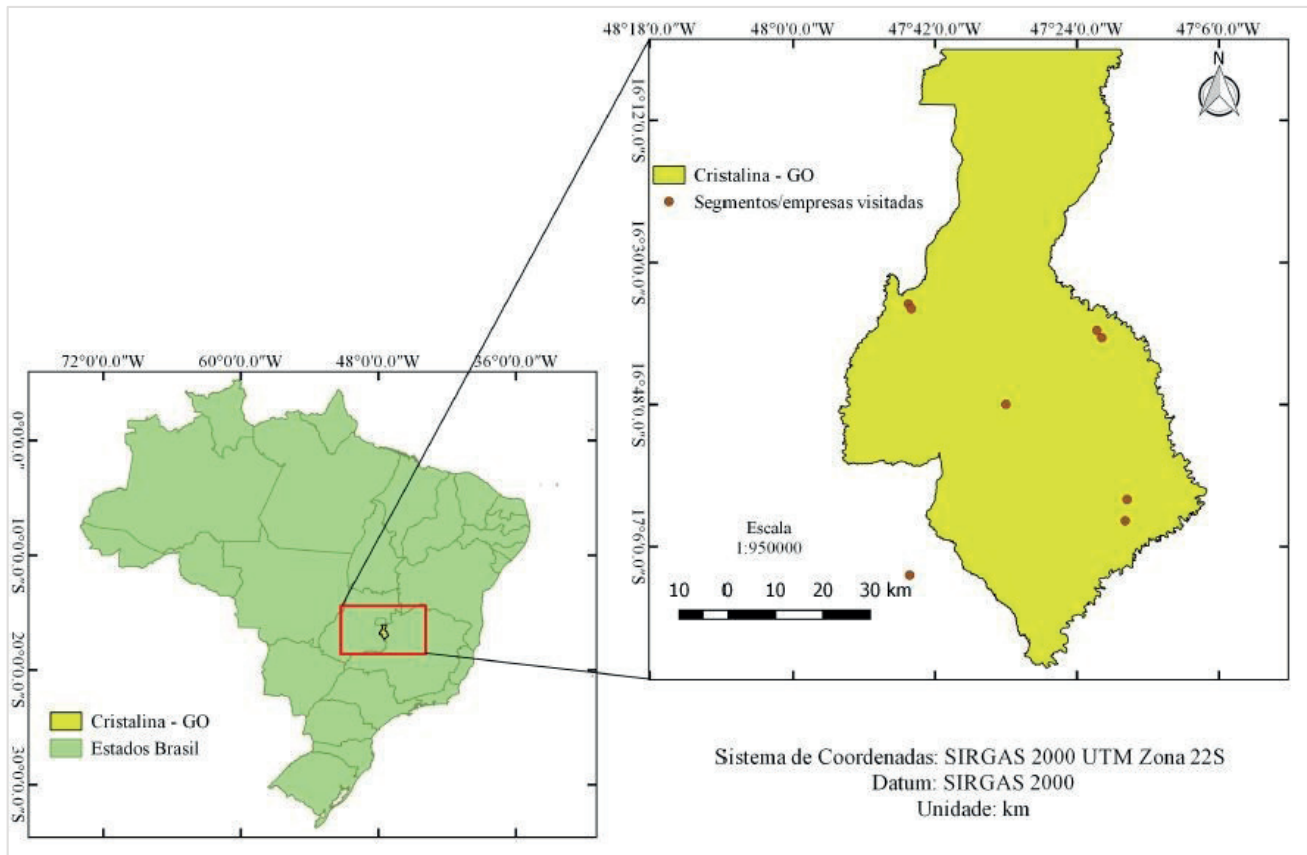


Figura 1. Localização dos agentes da cadeia produtiva de Cristalina/GO.

20,1 °C e a precipitação pluviométrica média anual é 1.422 mm (Climate-Data Org, 2018). O clima dominante na área é representativo da região dos Cerrados, caracterizado por duas estações bem definidas, uma seca que corresponde ao período outono-inverno, e a outra úmida de verão.

O levantamento de dados de campo foi realizado em setembro de 2018, após a identificação dos principais agentes pertencentes à cadeia produtiva de eucalipto. As empresas e os produtores que fizeram parte do estudo foram selecionados com base na consulta realizada ao Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) de Goiás e nas informações fornecidas pela Cooperativa Florestal Brasil Central (Arbo), considerando o registro dos produtores associados que possui um total de 26 cooperados ativos. A identificação de outros agentes participantes da cadeia produtiva foi realizada in loco durante a pesquisa. A amostra contemplou dez agentes de oito segmentos do setor florestal, de modo a representar os diferentes componentes da cadeia, sendo: fornecedores de insumos (1); produtores florestais (3); empresas transportadoras (1); consumidores finais (2); e servidores da cooperativa (3).

As principais variáveis e informações coletadas foram os indicadores técnicos e econômicos das operações, tipos de produção, distância existente entre os agentes da cadeia produtiva, formas de comércio efetuadas entre os agentes e usos mais comuns. A estratégia metodológica utilizada baseou-se nas técnicas de pesquisa e análise de cadeias produtivas definidas por Castro et al. (2010) e seguiu a metodologia adotada na análise de outras cadeias estudadas (Simioni et al., 2018a, 2018b), consistindo principalmente de um plano de entrevistas e reuniões abordando questões relacionadas à cadeia produtiva de eucalipto. Em reunião inicial, os pesquisadores foram apresentados à uma cooperativa de produtores de eucalipto, permitindo o conhecimento prévio da cadeia produtiva local.

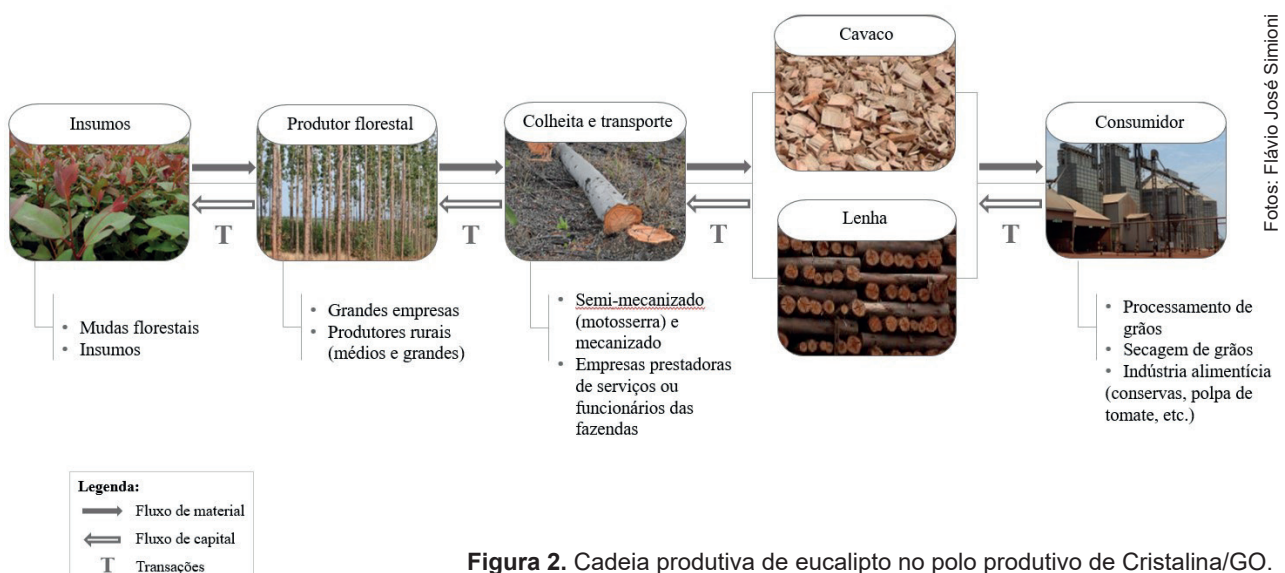
Como instrumento de coleta de dados, foram realizadas visitas para melhor percepção da realidade, realização de painéis e aplicação do roteiro de entrevistas semiestruturadas, considerando os diferentes segmentos que compõem a cadeia produtiva do eucalipto. Os painéis são uma das técnicas utilizadas por Castro et al. (2010), e referem-se às reuniões técnicas efetuadas com especialistas do ramo para discussão de temas de interesse da cadeia produtiva.

No geral, assim como no estudo de Simioni et al. (2018b), a pesquisa envolveu quatro etapas principais, sendo elas: apresentação dos objetivos do estudo, conhecimento do processo produtivo, entrevistas e observações. A primeira etapa teve como intenção, a apresentação dos objetivos e o esclarecimento de possíveis dúvidas dos representantes das empresas e produtores rurais referentes ao estudo. A segunda visou o conhecimento do processo produtivo realizado pelas empresas e produtores rurais. A terceira consistiu na aplicação do roteiro de entrevistas semiestruturadas, realizadas pelos pesquisadores, no qual abordaram questões pertinentes à cadeia produtiva. E, por fim, a quarta etapa concentrou-se na observação e o acompanhamento in loco dos sistemas de produção da empresa e do produtor rural. Todo o processo de coleta de dados de campo foi realizado simultaneamente por três pesquisadores, o que proporcionou diferentes ângulos de visão sobre o mesmo objeto de análise, contribuindo para uma maior compreensão da realidade. Todos os locais visitados foram georreferenciados por meio do Global Positioning System (GPS).

Na terceira etapa, as entrevistas destes agentes da cadeia produtiva foram gravadas (com autorização dos entrevistados e em regime de confiabilidade e confidencialidade), transcritas e seu material examinado por meio da análise de conteúdo (Jegadeesh; Wu, 2013). O pressuposto da análise de conteúdo foi sistematizar os dados coletados, promovendo a redução do volume de texto, além de identificar e agrupar em categorias do objeto de estudo, facilitando a compreensão da pesquisa (Bengtsson, 2016).

Resultados

A cadeia produtiva do eucalipto para uso energético no município de Cristalina/GO pode ser observada na representação esquemática da Figura 2 que demonstra os diferentes segmentos e suas inter-relações, bem como o sentido dos fluxos e as transações (T) efetuadas entre os agentes.



Com a finalidade de compreender a realidade local em relação ao comportamento destes segmentos e, assim, facilitar a identificação de fatores críticos da cadeia, descrevem-se os segmentos, suas principais relações e características, a seguir.

Segmento de fornecedores de insumos

A técnica utilizada para a produção das mudas é a clonagem e somente as florestas plantadas nas décadas anteriores trabalhavam com produção via semente. As mudas de eucalipto utilizadas na cadeia produtiva de Cristalina/GO são predominantemente do material genético AEC 144, (*Eucalyptus urophylla*) e algumas do material genético híbrido VM 01 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus camaldulensis*). Os fornecedores também possuíam mudas da espécie GG100 antes de substituí-las por AEC 144. É importante ressaltar que a escolha do material produzido foi definida de acordo com a demanda local, por meio de uma análise de mercado.

Na última década, três viveiros operavam em Cristalina e, no momento da realização das entrevistas, dois deles estavam ativos. Devido ao baixo preço da madeira, os relatos indicam que não estão havendo novos plantios na região desde 2013, o que obriga os fornecedores de insumos a destinarem suas mudas para outros estados como Pernambuco, Mato Grosso e São Paulo, com cerca de 800 km de distância.

As negociações são feitas por intermédio de acordos verbais e, por vezes, os viveiristas relataram a presença de ações oportunistas nestas transações, decorrentes da quebra dos acordos verbais. O preço do “milheiro” variou de R\$ 380,00 a R\$ 400,00, ou seja, de R\$ 0,38 a R\$ 0,40 por muda, sem o valor do frete para entrega, apesar de muitos produtores florestais irem buscar no próprio viveiro.

Segmento de produção florestal

A produção está organizada em uma cooperativa de produtores florestais, cuja área plantada chega a aproximadamente 5.000 ha, e em um grande produtor na região. Antes do surgimento da cooperativa, em virtude dos plantios de eucalipto desordenados na região e o desconhecimento do mercado, os produtores acabavam vendendo para os chamados “intermediários”, que são agentes que não plantam, mas compram, processam, transformam as florestas em lenha e inserem o produto no mercado. Entretanto, houve relatos de que esses agentes acabavam subestimando o volume e/ou o preço das florestas, reduzindo a margem de lucro dos produtores. A maior dificuldade dos produtores estava em colocar o eucalipto no mercado.

O preço do produto e a utilização de terra não tão nobres da região incentivaram os produtores, muitas vezes de outras culturas, a substituírem-nas pelo plantio de florestas destinadas à produção de energia térmica. O mercado de madeira na região, antes da cooperativa, era desorganizado e, somado a isso, a competição entre produtores florestais resultava na consequente desvalorização dos produtos florestais. No entanto, com o surgimento da cooperativa, em 2016, houve a redução da competição e passou-se a ter uma comercialização centralizada, responsável pela emissão de notas, prospecção de clientes e programação de entrega, contemplando os seguintes mercados: lenha em metro - “metrinho” (lenha comercializada em toras variando de 90 cm a 110 cm de comprimento, sendo mais comum 100 cm) e cavaco. Existem dois modais de comercialização por parte da cooperativa: um é a comercialização da lenha e o outro é prestação de serviço para processamento e transporte do cavaco. Para realização destes serviços, a cooperativa cobra uma taxa de custo e os impostos das transações, como o Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).

No momento da realização da entrevista, o preço médio da lenha em metro era 66,00 R\$ st⁻¹, havendo um reajuste no mês de setembro para 72,00 R\$ st⁻¹ com a ideia de viabilizar a produção de florestas de 6 ou 7 anos. Esse preço representa uma desvalorização no preço real ao longo dos últimos anos e tem provocado um desestímulo para a continuação da atividade, forçando os produtores a antecipar o corte da área e substituí-lo por outras culturas, como a soja e a pastagem, por exemplo. Já o preço médio do cavaco era cerca de 150,00 R\$ t⁻¹ ou 50,00 R\$ mcv⁻¹, e este valor depende da espécie plantada, densidade e umidade.

O baixo valor do preço médio da lenha comercializada em Cristalina é resultado de um excesso de oferta, ou seja, houve um aumento da quantidade produzida e ofertada de lenha superior ao aumento da demanda (Figura 3). De acordo com Almeida et al. (2009), trata-se de um deslocamento dominante da oferta para a direita, que pode ser observado pelo aumento da quantidade ofertada (de 38.000 m³ para 64.321 m³) e a conseqüente variação negativa no preço (de 89,12 R\$ m⁻³ para 74,00 R\$ m⁻³), no período entre 2013 e 2017.

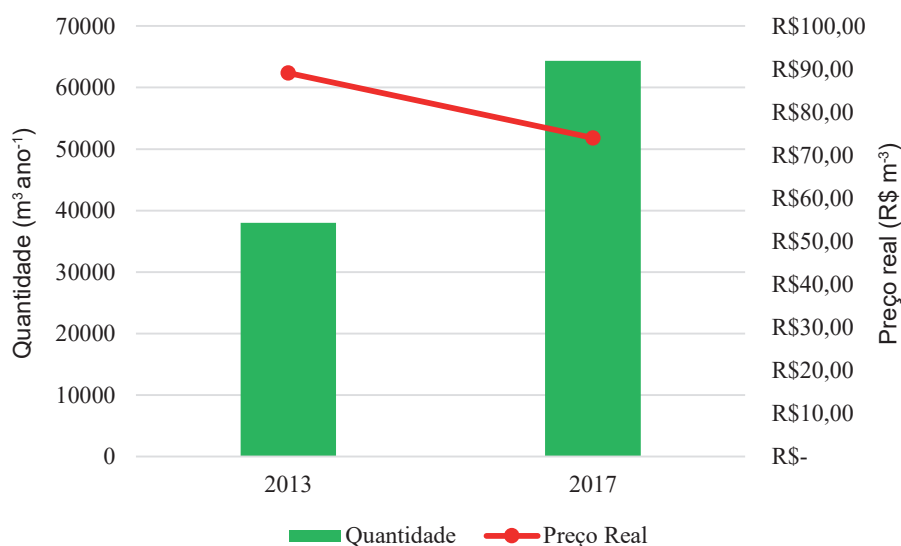


Figura 3. Quantidade produzida e preço da lenha de eucalipto nos anos de 2013 e 2017 em Cristalina, GO.

Fonte: IBGE-PEVS - Dados trabalhados pelos autores. Nota: os preços foram atualizados pelo IPC (Fipe), para dezembro de 2017.

Para o primeiro corte, a produtividade média das florestas dos produtores cooperados tem variado de 450 st ha⁻¹ a 500 st ha⁻¹ ou 290 m³ ha⁻¹ a 323 m³ ha⁻¹ (considerando o coeficiente de conversão 1 m³ = 1,55 st., sendo que a unidade “st” se refere a “metro cúbico estéreo” e representa 1 m³ de lenha empilhada). No segundo corte há uma queda média de 20%. Tratando-se de uma área com baixa qualidade de solo, dado que as áreas normalmente destinadas para o plantio de eucalipto na região são predominantemente de cascalho, pode-se considerar que o eucalipto apresentou uma boa adaptação na região, visto que mostrou uma alta produtividade. As áreas com solos melhores ficaram destinadas a culturas agrícolas, mantendo-se as Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL).

A cooperativa conta com dois funcionários (contador e gerente de comercialização), possui um picador, quatro carretas de piso móvel, um guindaste e uma motocicleta e ampara principalmente a demanda da região de Cristalina, bem como da região próxima à Goiânia, Bahia e Minas Gerais. Os trabalhadores que operam os maquinários são terceirizados e contratados pelos próprios produtores florestais. A estratégia da cooperativa na determinação de qual produtor irá atender determinado

cliente é a distância entre um e outro, de modo que a demanda do cliente seja atendida e o custo com o frete seja o menor possível. Vale ressaltar que tudo é feito em comum acordo com o produtor, considerando um raio de até 300 km da propriedade.

Outras empresas da região são especializadas somente na produção de cavaco e possuem florestas próprias e/ou terceirizadas. Ademais, trabalham com sistemas silvipastoris e utilizam AEC 144, AEC 224 (*Eucalyptus urophylla*) e GG100 como material genético. A renovação das áreas reformadas utiliza plantio manual, sendo realizado entre árvores ao invés de entre linhas (Figura 4B e C) com espaçamentos médios de 3 m x 2,5 m, para facilitar o acesso de máquinas (roçadeiras mecanizadas, Figura 4A), dado que, na região, alguns produtores têm adotado o sistema Integração Pecuária-Floresta. Nestas áreas é semeado o capim braquiária, adaptado para menor intensidade de luz e o manejo da pastagem é realizado por meio de roçadas com o objetivo de controlar o excedente de volume. Neste sistema, introduz-se animais de fácil manejo na fase inicial de implantação das florestas. A partir de 8 meses, porém, quando a floresta está em fase mais avançada, é possível a inserção de animais sem que haja danos às plantas. No geral, a pecuária de manejo simples restitui cerca de 70% do custo de implantação da floresta.



Figura 4. Sistema de produção de eucalipto com integração com a pecuária.

Legenda: A) Manejo de excedente de pastagem na entrelinha; B) Vista do plantio de mudas nas linhas com o objetivo de manter a entrelinha sem tocos; C) Detalhe de um plantio de eucalipto na linha, próximo a um toco remanescente.

Já nas áreas de grandes produtores, cujo sistema é todo mecanizado, o espaçamento médio passa a ser de 3,5 m x 3,0 m devido ao tamanho das máquinas, o que representa cerca de mil plantas por hectare. É importante destacar que os espaçamentos observados foram muito variáveis, encontrando-se também áreas de plantios altamente adensados.

Estes produtores realizam a implantação de suas florestas executando uma subsolagem com aplicação de calcário e fósforo, seguido do plantio. Em seguida aplica-se a adubação de plantio, com uma média de 150 g por muda de fertilizante contendo Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NPK). São adotadas três coberturas: 1) NPK e Boro; 2) NPK, Boro e Zinco; 3) Potássio e Boro. Para controle de mato-competição, os produtores utilizam a capina química e a roçada mecânica nos primeiros anos. A renovação das áreas se dá na entrelinha como usualmente realizado, efetuando a controle de mato-competição com a capina química mecanizada.

Colheita e transporte

Os produtores realizam a colheita e o transporte de lenha e cavaco por contratação de mão de obra temporária de terceiros ou com o uso de trabalhadores das fazendas. Quando terceirizados, esta transação comercial é feita mediante contratos formais, posto que os cooperados são encarregados por prestarem estes serviços até a entrega do produto final ao consumidor.

O frete depende da distância e das condições de acesso, com um custo de 60,00 R\$ t⁻¹ de cavaco e 50,00 R\$ t⁻¹ em lenha metrinho para uma distância de 150 km. Apesar disso, o custo de colheita é bastante variável e está correlacionado ao volume médio individual (VMI), inclinação do terreno e distância da propriedade. A área mínima de colheita é 20 hectares e, em geral, é executada com motosserra. Entretanto, existem algumas especificidades quando se trata de lenha e cavaco, que serão tratadas a seguir.

Lenha

Para uma colheita mecanizada ser eficiente e viável, a área deve ter um grande volume e apresentar uniformidade. O corte de um operador de motosserra tem um rendimento médio mensal de 4 ha, ou seja, aproximadamente 1 ha por semana. No entanto, este rendimento depende do diâmetro e é interpretado da seguinte maneira: quanto maior o diâmetro do eucalipto, menor será o rendimento da colheita em hectares e maior em relação ao volume.

O corte das árvores é efetuado com motosserra, posteriormente faz-se o baldeio e empilhamento na borda do talhão com o auxílio de uma carretinha e, após o período de secagem, carregam-se as toras em um caminhão. A lenha em metrinho tem um comprimento de 1,10 m e um diâmetro variando de 8 cm a 30 cm, embora algumas empresas venham exigindo diâmetros mínimos superiores. A umidade da lenha não é mensurada, contudo é realizada observação visual para o aceite do produto pelos consumidores que varia em torno de 25%.

Cavaco

Para a produção de cavaco, as árvores são cortadas e permanecem no campo para secagem, com tempo variando de 35 dias (período de seca, de abril a outubro) a 180 dias (período de chuvas, de novembro a março), para alcançar uma umidade aproximada de 35%. Comparado à lenha em metrinho esse período de secagem é maior, visto que as toras possuem um comprimento de 1,10 m e, conseqüentemente, uma maior área de contato, facilitando a evaporação da água. Após a secagem das árvores inteiras, acontece a picagem da madeira que é realizada no campo, com o picador móvel (com motor elétrico movido por um gerador a diesel) da cooperativa diretamente no veículo de transporte a ser utilizado.

Os cavacos com teor de umidade inferiores a 35% no período seco são empregados na compensação do material colhido em período de chuvas. Assim, cada caminhão de cavaco carrega em média 30 toneladas, cerca de 90 mcav. O custo médio para a picagem do cavaco situa-se na faixa de 30,00 R\$ t⁻¹. Somando o custo de colheita e picagem, esse valor chega a 42,00 R\$ t⁻¹.

Consumidores

Grande parte do volume de madeira produzido pelos produtores florestais, seja lenha ou cavaco, é destinada para produção de energia. Este consumo busca atender principalmente a demanda de indústrias de alimentos (como as de conservas), secagem e beneficiamento de grãos. Tem-se um elevado pico de fornecimento dos produtos florestais nos meses de julho, agosto e setembro devido a safra de tomate destinada à produção de conservas e polpa de tomate, e uma demanda significativa entre dezembro e abril em decorrência da colheita de grãos. Percebe-se que já existe uma tendência de substituição da lenha por cavaco pela maioria dos consumidores, tendo em vista o desenvolvimento de tecnologias voltadas para as caldeiras.

Com a atuação da cooperativa na região, conseguiu-se estabelecer contratos no longo prazo, para o fornecimento de madeira, apesar de nem todos os consumidores exigirem isso por parte dos produtores florestais. De acordo com alguns consumidores do município, maior valor já pago pela lenha foi 88,00 R\$ st⁻¹, em 2006. A partir de 2008, verificou-se uma queda para 77,00 R\$ st⁻¹ até o valor atual de 66,00 R\$ st⁻¹ de lenha. Esta oscilação dos preços está fortemente ligada à oferta de produtos, assim como a exigência dos consumidores de biomassa.

Mediante os preços praticados no período da pesquisa, foi possível analisar os indicadores de Margem Total e *Markup* de comercialização para lenha (Figura 5) e cavaco picado em campo (Figura 6), calculados a partir da metodologia descrita por Mendes (2007). A Margem Total (MT) representa a distribuição em relação ao preço da venda, enquanto o *Markup* de comercialização (MK) é aplicado para identificar os acréscimos dos preços para cada etapa de transformação do produto (Simioni et al., 2018a).

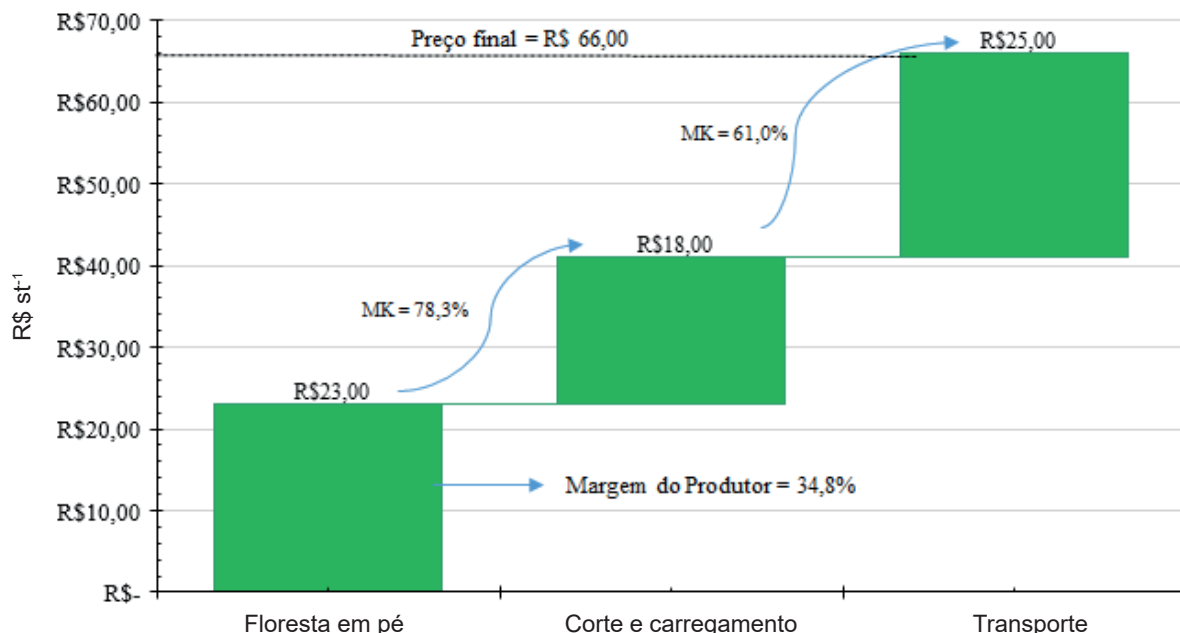


Figura 5. Distribuição dos preços da lenha de metrinho a uma distância de 150 km do consumidor.

Nota: Relação de conversão 1 t = 2 st de lenha metrinho.

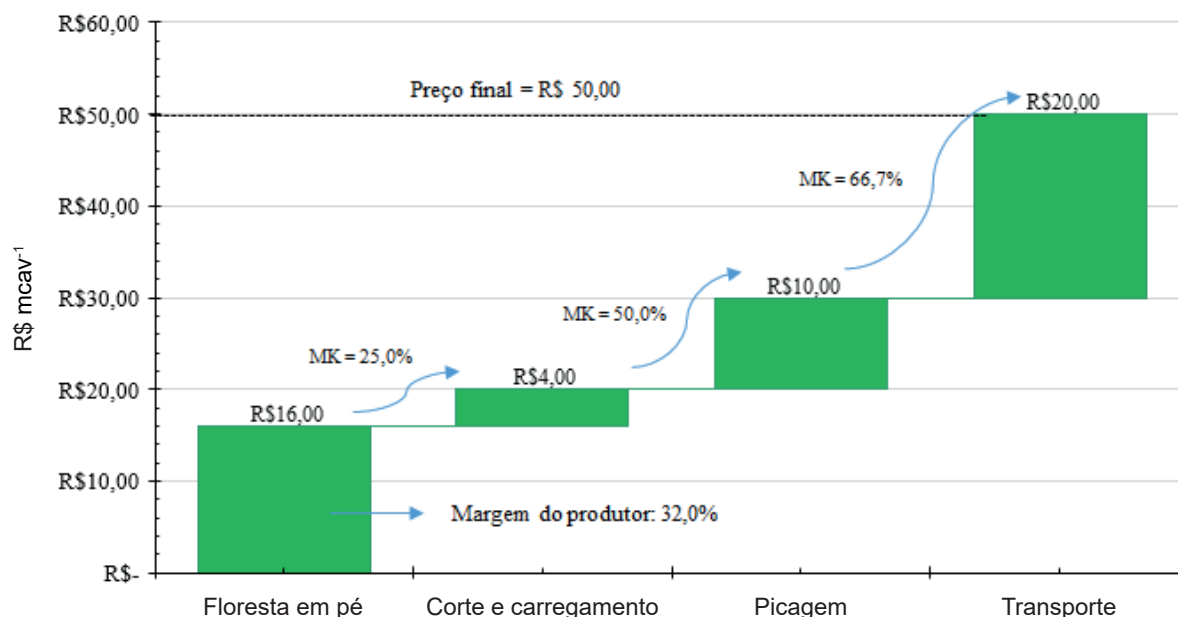


Figura 6. Distribuição dos preços do cavaco a uma distância de 150 km do consumidor.

Nota: Relação de conversão 1 t = 3 mcav.

Para uma distância de 150 km, a MT de uma floresta em pé, vendida diretamente para o consumidor em lenha metrinho, é de 65,2% e em cavaco é de 68,0%. Sendo assim, do valor total pago pelo consumidor para a aquisição da lenha em metrinho e cavaco, 34,8% e 32,0% ficam para o produtor florestal, respectivamente. Os resultados foram semelhantes aqueles publicados no trabalho de Simioni et al. (2018a) realizado em Itapeva - SP, dado que, para este município, a MT da lenha foi de 54,5%. Quando comparado a culturas agrícolas, o custo de produção florestal é reduzido, entretanto, cerca de 70% do custo da floresta em pé é desembolsado no primeiro ano (Moreira et al., 2017b).

Levando-se em consideração uma floresta em pé até o consumidor, o Markup de comercialização total (MKT) acrescenta 187,0% e 212,5% no valor agregado para a lenha e para o cavaco, respectivamente. De acordo com o estudo de Simioni et al. (2018a), este valor foi de 120% para a lenha, e representa uma considerável agregação no valor do produto proporcionada pelas operações de colheita e transporte florestal.

A região de Cristalina normalmente tem destinado parte da lenha de eucalipto para o estado de Minas Gerais, objetivando também acessar o mercado que é voltado à produção de carvão vegetal para a indústria siderúrgica. Contudo, o fato desse mercado estar desaquecido, fez com que parte dos produtores passassem a ofertar lenha no mercado de Cristalina e região (antes vendida para Minas Gerais), mesmo obtendo menor remuneração devido às maiores distâncias de transporte. De acordo com relatos dos entrevistados, com a perspectiva do reaquecimento da indústria siderúrgica, tais produtores tenderiam a voltar a ofertar a lenha para o mercado de carvão vegetal em MG, contribuindo para a redução da oferta interna de lenha na região de Cristalina. Esta reorganização do mercado local tenderia a impactar positivamente sobre o comportamento dos preços.

Discussão

Os principais fatores foram considerados importantes e afetam o desempenho da cadeia produtiva de Cristalina/GO:

Coordenação da cadeia produtiva

A cooperativa de produtores florestais em Cristalina, mesmo que ainda recente, reduziu de maneira significativa a atuação de intermediários do processo e forneceu um auxílio especializado na comercialização para os cooperados, possibilitando um melhor posicionamento para as negociações no mercado. O elemento que difere a cooperativa de outras empresas é a concepção de “empoderamento” coletivo por parte dos cooperados, embora muitas cooperativas enfrentem alguns obstáculos econômicos como a globalização da economia e a internacionalização das empresas (Leite; Duaibs, 2017). O cooperativismo permite o envolvimento das pessoas, a troca de conhecimentos e a análise conjunta de possíveis alternativas para contornar os problemas existentes no ramo (Galindo-Reyes et al., 2016). Estes são aspectos que contribuem para o melhor funcionamento da cadeia produtiva, pois ela exerce poder centralizador na comercialização de produtos florestais que, além de coordenar a cadeia, minimiza ou evita as ações oportunistas sobre produtores, sobretudo aos menos estruturados.

Sistema ILPF

Alguns produtores vêm adotando o sistema ILPF, de modo a otimizar a produção de uma determinada área, além de recuperar solos e pastagens degradadas (Karvatte Junior et al., 2016). A implantação desse sistema representa uma alternativa importante para maior otimização produtiva das terras e demonstra outras vantagens, como a redução dos custos de produção, aumento da ciclagem de nutrientes, conservação do meio ambiente e diversificação da renda do produtor (Alvarenga et al., 2010). Estudos indicam que a introdução de espécies leguminosas em florestas de eucalipto possibilita o aumento da capacidade de uso dos nutrientes nos solos de baixa fertilidade, contribuindo para a manutenção, restauração da sua fertilidade e a maior produtividade florestal no longo prazo (Coelho et al., 2007). Neste sentido, torna-se importante a realização de novos estudos para avaliar em que medida a inserção da ILPF contribuiria para equacionar a oferta de madeira na região, como também os impactos dos custos de colheita e transporte da produção neste sistema, considerando as características do mercado regional.

Expectativa dos produtores para novos mercados

Como uma estratégia futura para obtenção de maior valor agregado à madeira, alguns produtores estavam realizando desbastes seletivos, objetivando a condução de árvores para acessar novos mercados, além da lenha. Isso reflete a expectativa dos produtores, vislumbrando a produção de madeira para uso múltiplo, tal como desdobro em serrarias. A iniciativa representa uma oportunidade para futuros negócios, sendo necessário o planejamento e a adoção de um manejo florestal e material genético adequados à esta finalidade. Neste aspecto, vale destacar que a variabilidade da composição química da madeira tem influência direta sobre a sua posterior utilização (Brand; Muñiz, 2012). Deste modo, por se tratar de eucalipto, deve-se fazer um planejamento de plantio e manejo das florestas para que se obtenha madeira de qualidade e adequada para o uso a que se destina.

Um dos fatores que comprometem a qualidade é o fato da madeira rachar durante o processamento, o que se configura em um desafio para a cadeia produtiva. As rachaduras decorrem das diferenças nas tensões de crescimentos, que são definidas como as forças internas que atuam sobre os tecidos das plantas (Cademartori et al., 2015), estando relacionadas com o equilíbrio do tronco sobre a ação de fatores como vento e inclinação do terreno (Beltrame et al., 2012). A ocorrência desse fenômeno também pode ser causada por tensões induzidas por temperatura e umidade (Saft; Kaliske, 2013). A adoção de técnicas de desdobro associadas a técnicas de secagem, que minimizem a ocorrência de rachaduras nas toras destinadas à serraria, é fundamental para que os produtores possam ofertar produtos de maior valor agregado neste mercado.

Espaçamento dos plantios

Outro fator que interfere no manejo e no resultado final das florestas plantadas é o espaçamento adotado entre as árvores. A pesquisa identificou significava variabilidade dos espaçamentos adotados entre plantas e, em alguns casos, a alta densidade foi observada. Os plantios mais adensados, ou seja, com espaçamentos menores do que os recomendados, requerem desbastes ou ciclos mais curtos de cortes, dado que a competição entre as plantas antecipa a estagnação do crescimento da floresta (Caron et al., 2015), deixando-as com diâmetros menores e aumentando o custo de colheita, posto que o rendimento operacional da colheita de uma floresta de menor volume médio individual será menor (Moreira et al., 2017a). Souza et al. (2011) enfatizam em seu estudo que as tais características da floresta afetam o custo final da madeira entregue ao cliente.

Lenha de “metrinho” x cavaco

Como já mencionado anteriormente, é perceptível a tendência de substituição de lenha por cavaco. De acordo com um estudo de avaliação energética do uso de lenha e cavaco realizado por Nascimento e Biaggioni (2010), observou-se que o consumo de lenha para fins energéticos é 26,88% maior quando comparado ao consumo de cavaco. Além disso, o cavaco apresenta ainda outras vantagens em relação à lenha, como o manuseio mecanizado e uma maior constância da temperatura na caldeira, menor demanda de mão de obra e menores riscos aos operadores, tanto ergonômicos quanto à exposição ao ataque de animais peçonhentos. A substituição da lenha por cavaco pode ser realizada de duas formas: a) na ocasião em que as caldeiras são substituídas em razão do término da vida útil das existentes; ou b) via adaptações ou alterações tecnológicas das caldeiras existentes, tais como o tipo da grelha e automação do processo de alimentação.

Flutuações do mercado

O mercado florestal da região está sobre constantes flutuações que exemplificam perfeitamente a relação entre oferta e demanda, que interferem em todo o complexo produtivo. Segundo Salles et al. (2016), a demanda indica a quantidade que os consumidores desejam comprar e se comporta de maneira negativa quando há um aumento do preço, enquanto a oferta representa a quantidade que os produtores estão dispostos a vender. Neste sentido, no polo produtivo de Cristalina, houve um excesso de oferta de produtos florestais e um decréscimo do consumo devido à crise econômica enfrentada pelo País nos últimos anos, tendo como consequência a desvalorização do preço dos produtos florestais e o desestímulo para a continuação da atividade, sendo visualizadas várias áreas de destoca dos plantios e apenas uma área com reforma dos mesmos.

Os plantios florestais apresentam um desafio a mais na questão de equilíbrio de mercado, uma vez que a oferta se consolida vários anos após a decisão de implantação ou condução da floresta, o que aumenta a importância do planejamento na atividade. Para contornar este problema, a cooperativa da região buscou organizar a comercialização, e intenciona contratar um prestador de serviços que possa prover suporte técnico aos produtores florestais em um futuro próximo, além de incentivar novos plantios com manejo adequado destinado às serrarias. Além disso, a condução das florestas no sistema ILPF poderia ser mais uma estratégia para equacionar a oferta de lenha, em consequência do menor volume de lenha produzido por área.

Dificuldades encontradas

Em conformidade com os produtores florestais locais, as principais dificuldades enfrentadas na execução da atividade foram a escassez de informações pertinentes ao setor, estrutura, logística e mão de obra qualificada. A questão dos insumos não é considerada como um problema local, visto que a região se destaca também pela produção agrícola. A logística refere-se aos custos de colheita e transporte da madeira, que influenciam diretamente no preço da floresta em pé (Moreira et al., 2017a). Além disso, plantios realizados muito distantes do mercado consumidor tendem a oferecer remunerações menores, particularmente se a intenção da produção for biomassa para celulose e energia (Oliveira et al., 2008).

Para atender a demanda de mão de obra qualificada necessária para a articulação da cadeia produtiva, as empresas entrevistadas têm contratado serviços especializados de outras regiões do entorno do polo produtivo. Moreira et al. (2017a) salientam que o potencial de geração de emprego encontra-se nos processos de transformações e agregação de valor ao produto florestal. Os autores também afirmam que sistemas de produção mais longos precisam de uma maior profissionalização dos produtores para satisfazer mercados mais exigentes, porém a produção florestal é compensada por preços melhores.

Considerações finais

A análise da cadeia produtiva de eucalipto para produção de energia no polo produtivo de Cristalina/GO possibilitou detectar alguns pontos propulsores e restritivos ao seu desempenho competitivo. A análise destes aspectos gera informações que contribuem para a criação de políticas públicas e/ou setoriais, cujos reflexos são positivos para o desenvolvimento de tecnologias e de ações que auxiliem a competitividade e sustentabilidade da cadeia.

Neste contexto, este estudo empregou a metodologia de análise de cadeia produtiva com uma visão local, em microescala, explorando em maior profundidade uma determinada realidade. Assim, as discussões proporcionadas com os tópicos levantados neste trabalho possibilitam não só a obtenção de um diagnóstico inicial, como também contribui para entender de que forma o Brasil tem aproveitado a oportunidade para a produção e geração de energia térmica a partir de biomassa florestal, frente ao cenário mundial que busca aumentar a participação das fontes renováveis de geração de energia.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) - projeto “Prospecção de demandas tecnológicas, análise de políticas públicas e avaliação econômica, social e ambiental da produção florestal de eucalipto em regiões de novas fronteiras no Brasil Central”, do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Goiás (Sebrae-GO) - projeto “Goiás Sustentabilidade Agroflorestal”, e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001. Os pesquisadores agradecem à Cooperativa Arbo, pelo apoio recebido para a realização das entrevistas e visitas de campo, bem como a todos os produtores e agentes econômicos envolvidos na cadeia produtiva do eucalipto, que receberam e compartilharam as informações com a equipe do projeto.

Referências

- ALMEIDA, A. N. de; SANTOS, A. J. dos; SILVA, J. C. G. L. da; BITTENCOURT, A. M. Análise do mercado dos principais produtos não-madeiráveis do estado do Paraná. **Floresta**, v. 39, n. 4, p.753-763, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v39i4.16310>.
- ALVARENGA, R. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; VILELA, L. Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v. 31, p. 59-67, 2010.
- ALVES, F. C.; BOMTEMPO, J. V.; COUTINHO, P.; MUNIER, F. Innovation in a productive chain perspective: competences to innovate in Brazilian plastic packaging and petrochemical industries. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 16, n. 1, p. 27-42, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-98482012000100002>.
- ANDRADE, F. W. C.; TOMAZELLO FILHO, M.; MOUTINHO, V. H. P. Influence of wood physical properties on charcoal from *Eucalyptus* spp. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 3, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.017615>.
- BELTRAME, R.; LAZAROTTO, M.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; SCHNEIDER, P. R.; AGUIAR, A. M. Determinação das deformações residuais longitudinais decorrentes das tensões de crescimento em *Eucalyptus* spp. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p.343-351, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/198050985741>.
- BENGTSSON, M. How to plan and perform a qualitative study using content analysis. **NursingPlus Open**, v. 2, p. 8-14, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.npls.2016.01.001>.
- BRADSHAW, A. Regulatory change and innovation in Latin America: the case of renewable energy in Brazil. **Utilities Policy**, v. 49, p. 156-164, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2017.01.006>.
- BRAND, M. A.; MUÑIZ, G. I. B. de. Influência da época de colheita e da estocagem na composição química da biomassa florestal. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 66-78, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2012.008>.
- BRITO, J. O. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, p. 185-193, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142007000100015>.
- CADEMARTORI, P. H. G. de; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; MASTELLA, T.; VARGAS, J. F.; SANTINI, E. J. Uso de herbicida na redução das tensões de crescimento na madeira serrada de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p.801-808, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509819697>.
- CARON, B. O.; ELOY, E.; SOUZA, V. Q. de; SCHMIDT, D.; BALBINOT, R.; MONTEIRO, G. C.; BEHLING, A. Quantificação da biomassa florestal em plantios de curta rotação com diferentes espaçamentos. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 106-112, 2015.
- CASTRO, A. M. G.; 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.
- CLIMATE-DATA.ORG. **Clima**: Cristalina/GO. 2018. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/cristalina-43454/>>. Acesso em: 13 set. 2018.

COELHO, S. R. de F.; GONÇALVES, J. L. de M.; MELLO, S. L. de M.; MOREIRA, R. M.; SILVA, E. V. da S.; LACLAU, J. P. Crescimento, nutrição e fixação biológica de nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 759-768, 2007.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Balço energético nacional 2018**: ano base 2017. Rio de Janeiro, 2018.

GALINDO-REYES, F. C.; CIRUELA-LORENZO, A. M.; PÉREZ-MORENO, S.; PÉREZ-CANTO, S. Rural indigenous women in Bolivia: a development proposal based on cooperativism. **Women's Studies International Forum**, v. 59, p. 58-66, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wsif.2016.10.003>.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório anual 2017**. São Paulo, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**: panorama: Brasil / Goiás / Cristalina. Rio de Janeiro, [2018]. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/cristalina/panorama>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2014**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2016_v31.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018.

JEGADEESH, N.; WU, D. Word power: a new approach for content analysis. **Journal of Financial Economics**, v. 110, n. 3, p. 712-729, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2013.08.018>.

KARVATTE JUNIOR, N.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R. G. de; MESQUITA, E.; OLIVEIRA, C.; ALVES, F. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International Journal of Biometeorology**, v. 60, n. 12, p. 1933-1941, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1180-5>.

LEITE, M. de P.; DUAIBS, R. Cooperatives and productive internationalization: a new challenge. **Sociologia & Antropologia**, v. 7, n. 2, p. 521-543, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2238-38752017v728>.

MENDES, J. T. G. **Agronegócio**: uma abordagem econômica. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MOREIRA, J. M. M. A. P. Potencial e participação das florestas na matriz energética. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 68, p. 363-372, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.4336/2011.pfb.31.68.363>.

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 DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 55., 2017, Santa Maria, RS. **Anais ... Brasília, DF: SOBER, 2017a**. v. 1. p. 1-14.

MOREIRA, J. M. M. A. P.; SIMIONI, F. J.; OLIVEIRA, E. B. de. Importância e desempenho das florestas plantadas no contexto do agronegócio brasileiro. **Floresta**, v. 47, n. 1, p. 85-94, 2017b. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v47i1.47687>.

NASCIMENTO, M. D. do; BIAGGIONI, M. A. M. Avaliação energética do uso de lenha e cavaco de madeira para produção de energia em agroindústria Seropédica. **Revista Energia na Agricultura**, v. 25, n. 3, p. 104-117, 2010. DOI: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2010v25n3p104-117>.

OLIVEIRA, A. D. de; FERREIRA, T. C.; SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. de; REZENDE, J. L. P. Avaliação econômica de plantios de *Eucalyptus grandis* para a produção de celulose. **Revista Cerne**, v. 14, n. 1, p. 82-91, 2008.

REIS, C. A. F.; MORAES, A. da C.; PEREIRA, A. V.; AGUIAR, A. V. de; SOUSA, V. A. de; BORGES, H. M. D. **Diagnóstico do setor de florestas plantadas no estado de Goiás**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 139 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138630/1/Diagnostico-do-Sector-de-Florestas-Plantadas.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

REIS, C. F.; TALONE NETO, A.; BRUNCKHORST, A.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; PEREIRA, A. V.; MORAES, A. da C. **Cenário do setor de florestas plantadas no estado de Goiás**. [Colombo]: Embrapa Florestas; [S.l.]: SEBRAE, [2017]. 79 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/167185/1/Cenario-do-Sector-de-Florestas-Plantadas-no-Estado-de-Goiias.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2018.

RIBEIRO, G. B. de D.; ISBAEX, C.; VALVERDE, S. R. Produção de biomassa florestal para energia em sistemas agroflorestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 605-618, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.92.1389>.

SAFT, S.; KALISKE, M. A hybrid interface-element for the simulation of moisture-induced cracks in wood. **Engineering Fracture Mechanics**, v. 102, p. 32-50, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2013.02.010>.

SALLES, T. T.; ISBAEX, C.; SILVA, M. L. da; VALVERDE, S. R.; LUZ, T. M. O. Dinâmica de preços e quantidades exportadas de produtos florestais brasileiros, 1995-2013. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 451-457, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.88.1049>

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

SIMIONI, F. J. Use of firewood as a source of renewable energy in Brazil. **Journal of Fundamentals of Renewable Energy and Applications**, v. 8, p. 100-100, 2018c. Apresentado no 2º World Congress on Wind and Renewable Energy and 5º World Congress and Expo on Green Energy, 2018, London.

SOUZA, M. A. de; PIRES, C. B.; SILVEIRA, F. C. Análise de custos de prestação de serviços de colheita florestal mecanizada. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 13, n. 2, p. 270-289, 2011.

Embrapa

Florestas