

CADEIA PRODUTIVA DE ENERGIA DE BIOMASSA FLORESTAL: O CASO DA LENHA DE EUCALIPTO NO POLO PRODUTIVO DE ITAPEVA - SP

PRODUCTION CHAIN OF FOREST BIOMASS ENERGY: A CASE OF EUCALYPTUS FIREWOOD IN THE PRODUCTIVE POLE OF ITAPEVA/SP STATE

Flávio José Simioni¹ Claudio Cesar de Almeida Buschinelli² Tamires Liza Deboni³
Bruna Mariá dos Passos⁴

RESUMO

A biomassa de origem florestal é uma importante fonte de energia na matriz energética brasileira em que o eucalipto representa a principal espécie para o suprimento da demanda de lenha. Por essa razão, diagnosticar os fatores críticos que limitam o desempenho competitivo da cadeia produtiva da lenha de eucalipto foi o objetivo do trabalho. A área de estudo escolhida (selecionada) foi o polo produtivo de Itapeva - SP e a pesquisa de campo foi realizada no segundo semestre de 2013, utilizando a análise de cadeias produtivas como marco teórico conceitual. Como instrumento para a coleta dos dados, utilizou-se o questionário semiestruturado, um roteiro de entrevistas e painéis envolvendo questões relacionadas à cadeia produtiva da lenha de eucalipto, contemplando 23 diferentes agentes da cadeia. A cadeia analisada demonstrou estruturação, porém, tem enfrentado um revés produtivo decorrente de uma conjuntura macroeconômica que resultou em queda da demanda de produtos de origem florestal, e entraves locais de significativa importância, que precisam ser contornados para aumentar o desempenho da cadeia.

Palavras-chave: biomassa; bioenergia; mercado florestal.

ABSTRACT

The biomass from forests is an important source of energy, in the Brazilian energy matrix, being the eucalyptus the main species to the supplying of firewood demand. Therefore, diagnosing the critical factors that limited the competitive performance of the production of the eucalyptus wood chain was the goal of this work. The study area was the productive pole of Itapeva/SP state and the field survey was conducted in the second half of 2013, using the analysis of supply chains as a conceptual theoretical framework. As a tool for data collection, we used a semi-structured questionnaire, a script for interviews and conducting panels, involving issues related to the production chain of the eucalyptus wood, covering 23 different agents involved in it. The analyzed chain showed to be structured, even facing a production setback, due to a macroeconomic environment that resulted in a drop in the demand for forest products. These products face significant important local barriers, which need to be defeated to increase the chain performance.

Keywords: biomass; bioenergy; forestry market.

INTRODUÇÃO

É crescente a preocupação com as fontes de energia, sobretudo com a busca de alternativas

- 1 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luiz de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages (SC), Brasil. flavio.simioni@udesc.br
- 2 Ecólogo, Dr., Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Rod. SP 340, km 127,5, Bairro Tanquinho Velho, CP 69, CEP 13820-000, Jaguariúna (SP), Brasil. claudio.buschinelli@embrapa.br
- 3 Engenheira Ambiental, Mestra em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luiz de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages (SC), Brasil. tamideboni@yahoo.com.br
- 4 Engenheira Ambiental, Biovita Consultoria Ambiental, Rua Athanásio Rosa, 363, Bairro Centro, CEP 89270-000, Guaramirim (SC), Brasil. brumariapassos@gmail.com

Recebido para publicação em 9/10/2014 e aceito em 12/09/2016

renováveis em substituição aos combustíveis fósseis. De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN), a participação de renováveis na matriz energética brasileira foi de 39,4% em 2014, e dentre o rol de possibilidades, a lenha e o carvão vegetal constituem importantes alternativas, representando 8,1% (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015). A lenha é tradicionalmente utilizada para ser transformada em carvão vegetal (31,1%) e para o consumo final como fonte de energia, principalmente pelas indústrias (31,5%) e residências (24,7%).

A demanda crescente de energia em decorrência do aumento populacional e da atividade industrial pode ser suprida, em parte, pela biomassa de origem florestal que se apresenta como potencial alternativa a ser utilizada como fonte de energia limpa, renovável e produtora de empregos (SOARES et al., 2006). De acordo com o autor, a biomassa florestal demonstra características que permitem sua utilização de variadas formas, tais como: carvão, pela queima da madeira; resíduos da exploração e óleos essenciais, alcatrão e ácido pirolenhoso. Neste mesmo contexto, Simioni e Hoefflich (2009) apresentam uma quantificação de diferentes tipos de resíduos produzidos pela indústria de transformação mecânica com potencial para uso energético e Furtado et al. (2012) descrevem a frequência de uso e a disponibilidade de diferente tipos e biomassa que podem ser utilizadas para a geração de energia, inclusive o aproveitamento de serragem de passivos ambientais.

Historicamente, a abertura de novas áreas para agricultura com o intenso uso dos recursos florestais para suprimento das necessidades globais acabou por desencadear um processo de desmatamento de florestas nativas, fator que conseqüentemente trouxe uma grande preocupação ambiental sobre o possível esgotamento de espécies, juntamente com outros problemas ambientais, tais como: a exposição do solo e degradação dos recursos hídricos, a destruição de *habitat* natural e perda da biodiversidade. Brito (2007) salienta a necessidade de se dar um valor econômico à floresta, com a finalidade de preservá-la, o que é possível com a produção de madeira para energia, em uma atividade contínua, planejada e sustentável, mantendo equilibrada a relação entre a proteção do recurso natural e a ordem econômica, protegendo, assim, as florestas nativas.

Considerando os plantios florestais, a principal espécie utilizada para a produção de lenha é o eucalipto, com cerca de 5,63 milhões de hectares, que representou 72,2% das florestas plantadas do Brasil em 2015 (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2016). Atualmente, o cultivo do eucalipto abrange regiões além daquelas tradicionais, como o Sul e o Sudeste, o que levanta a necessidade de se obterem informações sobre a produção esperada desses novos plantios, ou seja, estudos relacionados ao material genético, silvicultura e aspectos relacionados a toda sua cadeia produtiva (SANTANA et al., 2008). De acordo com Soares et al. (2006), o eucalipto configura-se como um forte gerador de biomassa por apresentar rápido crescimento e fácil adaptação a diferenciados tipos de solo e clima. Contudo, o autor chama a atenção para a necessidade de contínuos estudos para o melhor aproveitamento do potencial de produção de biomassa.

Brito (2007) relata que o uso da madeira sofre influência do nível de desenvolvimento do país, da disponibilidade de florestas, de questões ambientais e da sua competição econômica com outras fontes energéticas. Conforme destaca o autor, evidencia-se o uso da madeira para energia nos países em desenvolvimento, pois, muitas vezes, nesses locais, ela é um componente de vital importância no suprimento de energia primária, com destaque para o uso doméstico e industrial. O autor complementa também que, conceitualmente, a madeira pode ser denominada de lenha, quando utilizada como energia, podendo servir como combustível nos processos de geração de energia térmica, mecânica e elétrica. Observa, ainda, que o seu destino como lenha soma mais da metade do volume total de madeira mundialmente consumida para todas as finalidades e, ainda, pode-se destacar que tanto a madeira quanto a lenha ou o seu derivado, o carvão vegetal, são essenciais para o preparo de alimento para um enorme número de famílias e comunidades em diversas regiões do planeta, especialmente para países da África.

Tal fato é apontado pelo estudo de Brower e Falcão (2004), na capital de Moçambique (Maputo), onde muitas famílias (de 70 a 80% da população) dependem da lenha como combustível, embora frequentemente usem-na em combinação com outras formas de energia, como a parafina ou a eletricidade. Na África do Sul, Matsika, Erasmus e Twine (2013) apontam que geralmente a lenha é coletada de florestas comuns e campos agrícolas ao redor dos domicílios, tal exploração passou a aumentar a preocupação com uma possível demanda por lenha maior do que a oferta nesses locais.

Simioni e Hoeflich (2010) apresentam dados sobre o significativo volume de resíduos produzidos a partir do processamento da madeira em diferentes atividades industriais, que também são utilizados como biomassa para a produção de energia térmica e elétrica. Além da atividade industrial, os autores também evidenciam o potencial de geração de resíduos do processo de colheita florestal.

A partir da percepção de que o eucalipto pode configurar uma eficiente fonte de biomassa para produção de energia, fica evidente a necessidade de conhecer com mais profundidade a dinâmica de produção da cadeia produtiva da lenha de eucalipto, a fim de potencializar seu uso para finalidades energéticas e também identificar os fatores que são limitantes ao seu melhor desempenho competitivo. Diversos estudos realizados no Brasil, utilizando-se da abordagem metodológica de estudo de cadeias produtivas, apresentaram importantes contribuições para o conhecimento mais integrado dos problemas e vantagens comparativas em diferentes setores, de modo a auxiliar na análise de gargalos e na elaboração de cenários futuros com distintos fatores críticos do processo produtivo. Pode-se citar, como exemplo, a análise do complexo agroindustrial do biodiesel no Brasil (CASTRO; LIMA; SILVA, 2010), da cadeia produtiva do carvão vegetal (MOTA, 2013), da madeira de eucalipto (SOARES et al., 2010) e da biomassa de origem florestal (SIMIONI; HOEFLICH, 2009).

Neste contexto, a utilização do eucalipto como fonte renovável de suprimento de lenha passa a ser uma questão prioritária no cenário nacional, tendo em vista o esgotamento de recursos florestais nativos e as implicações ambientais decorrentes. Assim, com o objetivo de entender a dinâmica e a organização da cadeia produtiva da lenha de eucalipto no Brasil para diagnosticar os fatores críticos que limitam o seu desempenho competitivo, este trabalho descreve um estudo exploratório de campo realizado no polo produtivo de Itapeva - SP, tendo como foco o uso do eucalipto para finalidades energéticas.

METODOLOGIA

A pesquisa teve como área de abrangência as empresas relacionadas com a cadeia de produção de lenha de eucalipto situadas na região sudeste do Estado de São Paulo, considerando a região geográfica de Itapeva e seu entorno. A microrregião de Itapeva engloba 12 municípios, possui uma área de 7.660,123 km² e uma população total de 250.235 habitantes (IBGE, 2008). Segundo dados do censo de 2010 (IBGE, 2011), o principal município da microrregião é Itapeva, que contempla uma área territorial de 1.826,258 km² e compreende uma população residente de 87.753 habitantes, sendo 13.797 pessoas residentes na área rural e 73.956 na área urbana.

Itapeva - SP é um importante polo produtivo de florestas plantadas, com cerca de 18 mil hectares de área plantada com eucalipto e 15 mil hectares com pinus em 2014. A produção de lenha de silvicultura em Itapeva foi de 235 mil m³ em 2010, caindo para 125,7 mil m³ em 2014. Já a produção de carvão vegetal alcançou 13 mil toneladas em 2010, passando para 18,8 mil toneladas em 2014 (IBGE, 2014). Os principais consumidores desta biomassa para fins energéticos são o setor industrial (papel e celulose, cal e cimento, metalúrgica e cerâmica vermelha), bem como para a secagem de grãos.

A amostra foi composta procurando contemplar todos os componentes da cadeia produtiva, delimitada seguindo os critérios de acessibilidade, saturação das fontes (ou exaustão) e surgimento de regularidades (MINAYO, 2008), e de forma autogerada, ou seja, cresceu sucessivamente a partir de novas indicações (MATTAR, 2014). A amostra contemplou 23 agentes (empresários e profissionais), de modo a representar os diferentes segmentos da cadeia, sendo: fornecedores de insumo (2); produtores florestais (3); empresas transportadoras (2); empresas consumidoras (5); prestadores de serviços (2); especialistas, pesquisadores e professores (5); e representantes de organização sindical (4). A coleta de dados a campo na região compreendeu o período de julho a setembro de 2013.

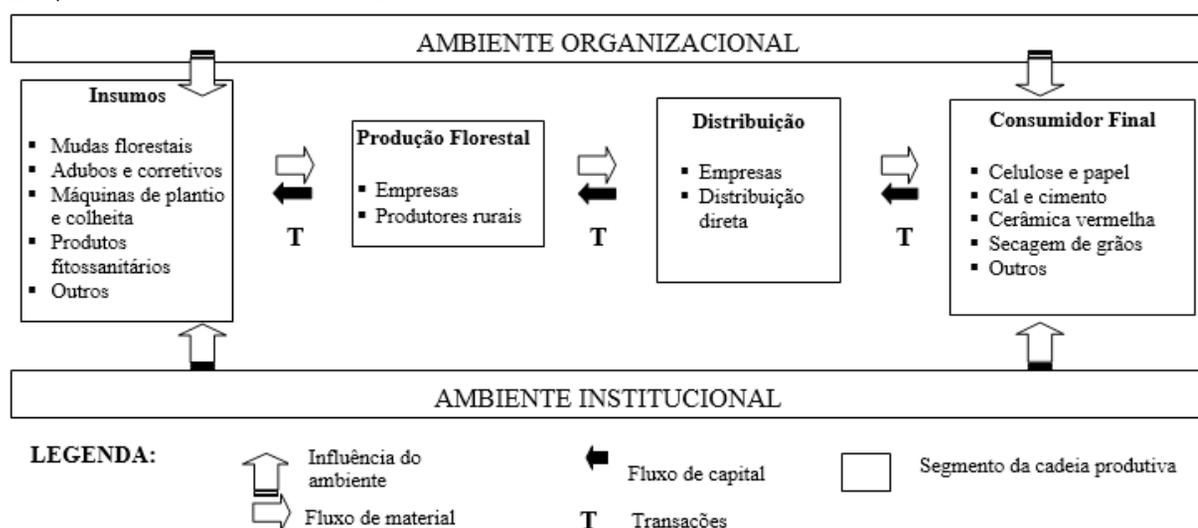
As estratégias utilizadas para a coleta de dados e informações foram baseadas nas técnicas de pesquisa aplicadas em análises de cadeias produtivas descritas por Castro, Lima e Silva (2010). Assim, utilizaram-se, como instrumentos, questionário semiestruturado, entrevistas e a realização de painéis, envolvendo questões relacionadas à cadeia produtiva da lenha de eucalipto. As principais categorias de análise estudadas foram: processo de produção, preparação e transporte da lenha, características do consumo, transações comerciais entre os segmentos, mercado, ambiente organizacional, institucional e tecnológico de modo a identificar os fatores restritivos ao desempenho da cadeia produtiva. As informações

coletadas foram processadas pela técnica de análise de conteúdo (MORGAN, 1988) e complementadas com dados secundários.

De maneira a complementar o estudo da cadeia produtiva de lenha na região, foi realizada uma avaliação de impacto socioambiental com o responsável por uma fazenda produtora de eucalipto para uso múltiplo em área que inicialmente não era utilizada para produção agrícola. A metodologia utilizada foi o Sistema de Avaliação de Impactos Socioambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (AMBITEC-Agro) desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente (IRIAS et al., 2004), que consiste de um conjunto de 125 indicadores, organizados em 24 critérios descritores do desempenho socioambiental do estabelecimento rural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo geral da cadeia produtiva da lenha de eucalipto pode ser observado na representação esquemática da Figura 1, contemplando os segmentos e suas inter-relações, as influências das organizações e instituições que fazem parte, os fluxos e as transações (T) efetuadas entre os agentes. Com o objetivo de entender a dinâmica produtiva da região e identificar os fatores críticos da cadeia, descrevem-se a seguir, os segmentos da cadeia e suas principais relações.



Fonte: Elaborado pelos autores com base no modelo de Castro et al. (2010).

FIGURA 1: Cadeia produtiva da lenha de eucalipto no polo produtivo de Itapeva - SP.

FIGURE 1: Production chain of eucalyptus firewood in the productive pole of Itapeva - SP state.

Caracterização dos segmentos da cadeia

Segmento insumos

Os principais insumos para a produção de lenha de eucalipto são as mudas florestais, adubos e corretivos, defensivos (herbicidas e formicidas), combustíveis e lubrificantes, além das máquinas e equipamentos de plantio e colheita das florestas. A produção de mudas de diferentes variedades de eucalipto é realizada por viveiros especializados que abastecem a demanda regional e comercializam o excedente para outras regiões, tais como os estados do Mato Grosso do Sul, Bahia, Paraná, Minas Gerais e Tocantins. A região estudada apresenta quantidade de viveiros suficientes para atender à demanda local, com qualidade compatível com as exigências das maiores empresas.

O processo de produção de mudas é realizado de duas formas: via utilização de sementes e por clonagem. As sementes são adquiridas do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), de empresas

do setor de celulose e papel ou importadas. Verificou-se também a oferta de sementes sem procedência, o que pode levar ao comprometimento da qualidade final das mudas, especialmente nos viveiros de baixo padrão de tecnologia e com menor rigor quanto ao padrão de qualidade. De acordo com os depoimentos dos viveiristas, há certa dificuldade de encontrar bons materiais genéticos, uma vez que cada empresa produtora de sementes, sobretudo as empresas papeleiras, mantêm genótipos melhorados segundo as características desejadas. A semeadura é realizada em tubetes, com a utilização de adubação de base e substrato de fibra de coco. O tempo desde a semeadura até a muda ficar pronta é de 90 dias no verão até 120 dias no inverno. A produção passa pelos processos de seleção, estratificação e posterior exposição gradativa ao sol, objetivando elevar a resistência das mudas. A produção de mudas clonadas é realizada a partir de matrizes de alto valor genético, mantidas durante 4 a 5 anos para o fornecimento de estacas. Verificou-se na região a disponibilidade de boa infraestrutura de estufas e equipamentos para a produção de mudas florestais, o que resulta em mudas de boa qualidade. As principais variedades de eucalipto produzidas e comercializadas na região são os clones de *Eucalyptus urograndis*, seguido do *Eucalyptus saligna*, sendo a variedade *saligna* a mais procurada para a produção de material para fins energéticos.

Dentre os principais problemas enfrentados neste segmento está o relacionado à mão de obra, que representa o principal item de custo de produção do viveirista. Neste aspecto, observou-se também a escassez de mão de obra associada à alta rotatividade. De acordo com informações coletadas a campo, identificou-se a redução do número de viveiros na região, muito em função da maior atuação do Ministério da Agricultura, executando a fiscalização desses estabelecimentos para certificação de qualidade, bem como pela própria seleção do mercado.

De acordo com o volume de vendas dos viveiristas da região, o mercado de mudas de eucalipto está desaquecido, sendo praticado preço entre R\$ 0,32 a R\$ 0,36/muda, dependendo da variedade. Depoimentos relataram que nos anos de 2004 e 2005 houve significativo aumento de preços da madeira, o que levou a um intenso ritmo de plantios de florestas. De acordo com Castanho Filho et al. (2010), o índice de preços de madeira de eucalipto em pé para o estado de São Paulo saltou de 203,37 em 2004 para 349,89 em 2005, representando um aumento de 72% no ano. Essa elevação dos preços é explicada, ao menos em parte, pelo aumento da demanda de toras (MERCADO, 2005) associada à sua resposta inelástica a preço (ALMEIDA et al., 2009).

A comercialização das mudas ocorre de três diferentes formas: demanda diretamente no viveiro atendendo compradores eventuais; por encomenda e por contratos. A demanda eventual ocorre de forma contínua, porém, concentra-se no período mais favorável para a realização dos plantios a campo, normalmente feita por pequenos produtores. Este tipo de procura leva os viveiristas à produção contínua de mudas, mesmo sem a segurança de colocação no mercado, o que acarreta um ambiente de incerteza entre esses produtores. As modalidades de encomendas e contratos geralmente são feitas quando envolvem empresas de maior porte que necessitam de grandes quantidades de mudas e em momentos definidos.

Os insumos utilizados na ocasião do plantio a campo são abundantes e também são empregados em outras culturas, sendo ofertados em diferentes pontos comerciais, o que resulta em preços normais de mercado. No que tange às máquinas utilizadas na cultura, observou-se também que a região dispõe de oferta de bens e serviços normalmente utilizados para a cultura do eucalipto no Brasil.

Segmento da produção florestal

O cultivo florestal do eucalipto para a produção de lenha é realizado fundamentalmente, por dois tipos de produtores: empresas e produtores rurais. As empresas realizam plantios em grande escala para suprir a demanda própria de lenha para energia, em áreas próprias e arrendadas, e atuam principalmente nos segmentos de celulose e papel, mineração e cimento. Já os plantios feitos por agricultores são realizados, na sua maioria, por médios a grandes produtores rurais com a finalidade de comercialização da lenha e madeira para serraria no mercado.

Há, basicamente, três regimes de manejo para o plantio de eucalipto. O sistema mais comumente adotado é o plantio com espaçamento de 3 x 2 m e corte raso entre o 6º e o 8º ano, sem a condução da rebrota, objetivando exclusivamente a produção de lenha. O segundo sistema de manejo utilizado,

principalmente pelos produtores rurais independentes, é o plantio com espaçamento de 3 x 2 m, objetivando o uso múltiplo da floresta. Neste caso, o primeiro desbaste é efetuado entre o 6º e o 8º ano para a produção de lenha, sendo realizado em linha e seletivo nas linhas que permanecem, retirando as árvores com menor desenvolvimento.

As árvores remanescentes destinam-se à produção de madeira para laminadoras e serrarias, muito embora a lenha também seja produzida neste caso (parte superior das árvores). Em poucos casos, o manejo com a condução da rebrota é adotado. A rebrota é conduzida somente se houver um destino certo para essa madeira no final do processo ou se o produtor rural não tiver um capital para reinvestir na atividade. Outras justificativas dizem respeito ao surgimento de novos materiais genéticos superiores que conferem maior homogeneidade dos plantios.

Dentre as atividades de manejo, a adubação é uma das que apresentam maior custo na fase de implantação, geralmente sendo feita na base e de duas a três vezes em cobertura (entre o 2º e o 3º mês, entre o 6º e o 9º mês e cerca de um ano, quando for o caso), conforme o estabelecimento inicial da floresta. Em cada dose são aplicados de 150 a 300 Kg/ha de formulação NPK, também dependendo do desenvolvimento do eucalipto.

A lenha é comercializada na modalidade “floresta em pé” ou em toretes de 1,0 a 1,1 m de comprimento, dispostos em pilhas ao lado do talhão ou entregues diretamente na unidade consumidora.

O diâmetro mais comumente utilizado varia de 8 a 20 cm a um preço no destino final de R\$ 45,00 a R\$ 60,00/m³ estéreo.

O preço nominal da lenha pago ao produtor (floresta em pé) em 2006 situava-se em torno de R\$ 35,00 /m³ estéreo, caindo para R\$ 23,00 a R\$ 25,00/m³ estéreo em 2013. Este fato tem provocado um desestímulo para os agricultores continuarem na atividade, forçando-os, inclusive, a antecipar o corte para liberação da área para outros usos. Este procedimento tem se intensificado em épocas de crise para a cultura do eucalipto.

Uma das dificuldades encontradas no plantio do eucalipto é que ele se dá em terrenos com topografia acidentada, pois as terras mais nobres são usadas para a agricultura (voltada para a produção de alimentos), o que dificulta sua mecanização desde o plantio até a fase de colheita. A colheita é, em geral, manual com motosserra. Em poucos casos a colheita é realizada de forma mecanizada, mas relatos evidenciam problemas relacionados à carência de mão de obra, pela alta rotatividade que apresenta.

O setor florestal das grandes empresas, sobretudo a produção do eucalipto, é um dos setores mais organizados no que tange a questões ambientais. As empresas entrevistadas que ainda não possuem suas florestas certificadas estão buscando as certificações, principalmente quanto ao manejo florestal e à madeira controlada, ambas pelo *Forest Stewardship Council* (FSC).

A grande dificuldade do pequeno e médio produtor não está no plantio, mas sim em colocar o eucalipto no mercado. Neste aspecto, algumas empresas têm adotado a estratégia de expandir sua base florestal via fomento, com estabelecimento de uma parceria, em que o produtor cede a terra e a empresa realiza o plantio do eucalipto, garantindo sua comercialização. Esta é uma forma de os pequenos produtores poderem iniciar a atividade florestal sem a necessidade de investimentos. Neste quesito, chama a atenção o fato de as empresas utilizarem mais seus recursos próprios para a realização de plantios florestais do que recursos de financiamentos. Os principais fatores apontados estão relacionados com questões de legalidade quanto ao registro dos imóveis rurais, que impedem os produtores de acessar financiamentos, bem como as altas taxas de juros praticadas no mercado.

Estudos de avaliação de impacto ambiental no âmbito do território e do estabelecimento rural vêm sendo realizados em diferentes regiões do Brasil a partir de metodologias desenvolvidas pela Embrapa Meio Ambiente, atendendo distintas cadeias e sistemas produtivos (RODRIGUES et al., 2007; 2009; BUSCHINELLI et al., 2015). A avaliação de impacto ambiental de um produtor florestal em Itapeva - SP apresentou média de -1,36 para o conjunto de atribuições de dimensão do desempenho ambiental em uma escala adimensional que abrange valores de -15 a 15 (BUSCHINELLI; SIMIONI, 2014). Dentre os valores negativos mais expressivos responsáveis por tal resultado estão: uso de energia (-7,0) devido aos combustíveis usados nas máquinas e equipamentos e uso de insumos e recursos (-4,0) referindo-se ao uso de inseticidas e herbicidas. Podem ainda ser citados como negativos, porém, com menos expressividade, os critérios: qualidade do ar (-0,5) e qualidade da água (-0,3). Já os critérios com valoração positiva significativa foram:

a qualidade do solo (5,0), devido ao aumento da matéria orgânica e de nutrientes e a biodiversidade (0,5).

Nas dimensões do impacto econômico, a média obtida foi 5,43, valor que foi fortemente influenciado pelos aspectos de “gestão e administração” (9,19) e “Renda” (8,0), sendo que o critério de geração de renda (12,0) representa grande importância por evidenciar a possibilidade de venda de madeira em diferentes estágios de crescimento e para diferentes usos (lenha, carvão e toras) o que torna possível garantir elevada rentabilidade e pouca dependência econômica de intermediários no negócio. Já no que se refere à dimensão social, houve uma contribuição positiva (3,35) cujo valor teve interferência dos aspectos positivos de “segurança alimentar” (2,40) e “saúde ambiental e pessoal” (0,20), mas também foi afetado negativamente pelos aspectos “segurança e saúde ocupacional” (-3,75). Na integração geral dos valores parciais, o Índice de desempenho da produção de eucalipto para múltiplo uso, em área abandonada, alcançou o valor positivo de 2,94.

Segmento dos distribuidores

Em decorrência da grande dinamicidade da produção de madeira na região, não só de eucalipto, mas também de pinus, foi possível o surgimento de empresas especializadas na compra e venda de madeira, atuando como distribuidores. Geralmente estas empresas compram lenha dos pequenos produtores que não possuem mercado definido para comercializar a sua produção e repassam às empresas consumidoras de grande porte. Existem empresas com infraestrutura para a colheita florestal, o que possibilita a compra da madeira em pé na floresta. Sua atuação não se restringe ao comércio de lenha, abrange ainda o comércio de madeira para serraria e resíduos do processo de transformação, que também são destinados à produção de energia.

Este cenário tem levado a profissionalização do mercado através de empresas especializadas para a captação, classificação e preparo de material residual (cascas, cavacos, serragem, maravalha e outros coprodutos da indústria madeireira), com o estabelecimento de contratos para o fornecimento de biomassa, incluindo o fornecimento de picadores para serrarias objetivando a correta preparação do material. Esta especialização do mercado também foi observada em outras regiões como, por exemplo, em Lages - SC, com a instalação de uma usina de cogeração de energia elétrica a partir da biomassa residual da indústria madeireira (SIMIONI; HOEFLICH, 2009; 2010). Os coprodutos são destinados para usos diversos, tais como: cavaco limpo para celulose; cavaco sujo para energia, pó e maravalha para uso na agropecuária, visando à produção de composto orgânico e substrato para floricultura, dentre outros usos. Segundo informações coletadas na região, este mercado é crescente e promissor, havendo empresas localizadas a mais de 100 quilômetros de distância interessadas nestes coprodutos.

Segmento consumidor

O segmento consumidor de lenha na região de Itapeva é dinâmico e caracterizado pela diversidade econômico-produtiva que utiliza grande quantidade de lenha em seus processos. Além do mercado consumidor de madeira, que visa à produção florestal com destinação para papel e celulose, a maioria das demais indústrias consumidoras utilizam a lenha de eucalipto, sobretudo para alimentação dos fornos para geração de energia térmica e também para a produção de carvão vegetal. Foi possível constatar que as principais empresas consumidoras da lenha de eucalipto para fins energéticos atuam nos segmentos de celulose e papel, indústrias de mineração (cal e cimento), cerâmica vermelha e secagem de grãos.

A indústria de celulose e papel adquire eucalipto tanto para o processo produtivo quanto para a geração de energia, incluindo os cavacos. Nas indústrias de mineração de cal e cimento, o uso de lenha é essencial no processo de produção, como é o caso da cal em que a queima da lenha é feita para gerar gás a 800°C, resultando no processo químico de calcinação. Já nas empresas de cerâmica vermelha, a lenha é utilizada para geração de calor nos fornos e conseqüente redução da umidade e secagem da cerâmica. O uso da lenha para a secagem de grãos consiste na sua queima em fornos para elevar a temperatura, possibilitando a redução do teor de umidade dos grãos (como soja, milho, trigo, etc.), sendo que a quantidade de lenha necessária varia principalmente de acordo com o diâmetro e com o tipo de produto a ser secado.

Em menor escala, também foram observadas empresas que transformam a lenha em carvão vegetal destinado à produção de ferro-liga como redutor (fonte de carbono). No caso do consumo urbano por parte de restaurantes, pizzarias, padarias, hotéis, etc., os relatos indicam a preferência pelo uso do eucalipto, em substituição à lenha de espécies nativas.

A partir das entrevistas realizadas tornou-se perceptível a utilização maciça da lenha de eucalipto como espécie utilizada para fins energéticos o que contribui positivamente para a preservação das florestas naturais. É interessante observar também que há grande disponibilidade de coprodutos (resíduos da indústria de transformação da madeira), tanto de eucalipto como de pinus, devido à intensa atividade madeireira na região. Esses resíduos são transformados, na sua maior parte, em cavacos para a queima em caldeiras em substituição ao uso da lenha. Contudo, essa mudança requer alterações na tecnologia relacionada à construção dos fornos, principalmente quanto ao tipo de grelha (em função da granulometria do material) e automação no processo de alimentação. Devido a essa especificidade tecnológica, poucas empresas aderiram à substituição da lenha pelo uso de cavaco, apesar das vantagens de manuseio do cavaco e constância da temperatura das caldeiras. O excesso de oferta de “cavaco sujo”, destinado para queima, tem provocando queda significativa nos preços para cerca de R\$ 27,00/tonelada. É importante ressaltar que o “cavaco limpo” (sem a mistura de cascas e outros materiais residuais) possui grande demanda no mercado para a produção de celulose e papel, tanto que, muitas empresas passaram a adotar a proposta de mercado: “só vendo a tora se você entregar o cavaco”.

O estabelecimento de critérios e especificações para a compra da lenha tem se intensificado nos últimos anos, fato atribuído, principalmente, ao surgimento de outros materiais energéticos alternativos à lenha com maior valor agregado, tais como os *pellets* e os *briquetes*. De acordo com as empresas entrevistadas, sobretudo as de maior porte, algumas especificações são estabelecidas nos contratos, tais como:

- a) Preferência por espécies que apresentam maior densidade da madeira, sendo a lenha do *Eucalyptus saligna spp.* a mais procurada para finalidades energéticas.
- b) Diâmetro entre 8 e 30 cm.
- c) Comprimento de 1,10 m – em poucos casos aceita-se comprimento de 2,20 m, dependendo do tipo de forno em que será queimada a lenha.
- d) Teor de umidade entre 20 e 30% - com a finalidade de manter a estabilidade da temperatura dos processos, a madeira deve ter um teor de umidade ideal, pois muito seca resulta em fogo muito rápido não mantendo a temperatura por muito tempo e quando muito úmida, demora a gerar calor e parte da energia é absorvida para a própria secagem da madeira.
- e) Poder calorífico de cerca de 4.000 Kcal/Kg.

No caso da lenha destinada para empresas que a utilizam em caldeiras na forma de cavacos, como é o caso do setor de celulose e papel, não se requerem especificações, podendo, inclusive, ser misturada com outros materiais residuais também picados, tais como as cascas.

O tipo e a tecnologia relacionada à queima da lenha para geração de energia impõem, em muitos casos, a necessidade de aquisição de lenha que apresenta determinadas características específicas, o que tem levado as empresas consumidoras a realizarem contratos com fornecedores visando à garantia de qualidade e uniformidade da lenha adquirida. Os relatos evidenciam que os contratos são realizados com fornecedores que historicamente cumprem seus compromissos, demonstrando que há uma seleção alicerçada no bom comportamento e ausência de ações oportunistas (WILLIAMSON, 1996). No entanto, a maioria das empresas estabelecem relações comerciais com parceiros cuja confiança e reputação foram construídas ao longo do tempo, não aderindo à formalização de contratos. Observou-se também, como tendência nas maiores empresas consumidoras de lenha, a busca pela autossuficiência no suprimento através do aumento dos plantios de eucalipto, seja em terras próprias ou arrendadas, o que caracteriza o movimento de integração vertical.

O preço da lenha posta nas empresas consumidoras varia de R\$ 45,00 a R\$ 60,00 por m³ estéreo. A diferenciação dos preços ocorre de acordo com a qualidade da lenha, sendo que as características como menor teor de umidade e maior diâmetro são aspectos que proporcionam maior valor final. O mercado de lenha apresenta significativa retração nos preços, com tendência de queda nos últimos oito anos. Os

principais fatores apontados pelos compradores referem-se à grande oferta de madeira de eucalipto na região e à queda da demanda externa de produtos de madeira.

Segundo Soares et al. (2009), em um estudo realizado também em São Paulo no período compreendido entre 2002 e 2007, o preço da tora em pé da madeira de eucalipto cresceu na região de Itapeva. Porém, sequencialmente a este período, têm-se os efeitos da crise financeira internacional, provocando redução no consumo global, no preço dos produtos e na demanda por matérias-primas em mercados considerados tradicionais para o setor (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 2010).

De acordo com os preços médios praticados no período da pesquisa (2013), foi possível obter os indicadores de Margem e *Markup* de comercialização (Figura 2), de acordo com metodologia descrita por Mendes (2007). A Margem Total (MT), considerando a venda da floresta em pé diretamente para o consumidor, é de 54,5%, ou seja, do que o consumidor paga na aquisição da lenha, 45,5% do valor fica com o produtor. Já analisando a MT da lenha vendida no talhão, a MT passa para 72,7%. O *Markup* (MK) representa o acréscimo de preço em cada etapa de transformação do produto. Neste caso, da floresta em pé para a disposição da lenha no talhão, há um acréscimo (MK) de 60%. Da lenha disposta no talhão para o fornecimento direto na unidade consumidora, o valor acrescido é de 37,5%. Considerando o MK total, ou seja, a variação de preço da floresta em pé até a disposição da lenha na unidade consumidora há um aumento de 120%, o que representa uma significativa agregação de valor proporcionado pela colheita e transporte florestal.



FIGURA 2: Preço médio da lenha de eucalipto segundo o local de comercialização, Itapeva - SP, 2013.

FIGURE 2: Average price of eucalyptus firewood according to the local marketing, Itapeva - SP state, 2013.

Ressalta-se a manutenção de estoques reguladores nas empresas que mais consomem lenha, fundamentalmente pela aquisição de madeira para composição de reserva (volume) estratégica para abastecimento, dada a incerteza de entrega da lenha pelos fornecedores. A irregularidade no fornecimento da lenha decorre tanto da dificuldade de acesso ao talhão em razão de condições climáticas desfavoráveis para colheita e transporte, como também pelas ações oportunistas dos agentes que atuam nesse mercado, buscando destinos comerciais com melhor preço. Esta é a principal razão para o estabelecimento de contratos ou a busca pela autossuficiência. O acondicionamento da madeira para ajustes do teor de umidade ideal conforme a necessidade de uso e o aproveitamento de condições favoráveis de mercado foram também citados como fatores que levam à formação de estoques. Atualmente, como há grande oferta de lenha, diminuiu a procura para a realização de contratos.

A maioria das empresas procura reduzir a distância dos fornecedores para cerca de 20 a 30 km, cultivando as florestas no entorno das fábricas, com o objetivo de reduzir o custo do transporte. Contudo, quando a lenha é adquirida no mercado *spot*, há relatos de que a distância do fornecedor até a unidade consumidora chega até 100 km. Esses casos, normalmente, referem-se à lenha oriunda de produtores rurais que realizam plantios florestais sem planejamento de utilização da madeira, como mais uma alternativa de geração de renda para a propriedade, o que compromete a lucratividade da atividade.

No que tange aos resíduos provenientes da queima da madeira destaca-se a geração de cinzas que

necessitam de destinação adequada, pois a quantidade produzida é bastante significativa e sua deposição incorreta pode ocasionar a contaminação do solo, de recursos hídricos e a dispersão de partículas na atmosfera pode trazer malefícios à saúde, por exemplo, problemas respiratórios à população. Vários trabalhos procuram estudar a composição das cinzas e, em especial, as cinzas de eucalipto. Maeda e Bognola (2013) relatam que as cinzas apresentam-se como efetivas fontes de magnésio (Mg), potássio (K) e fósforo (P) podendo ser utilizadas de forma equivalente aos calcários, apresentando vantagens sobre esses por disponibilizarem, além de Ca e Mg, os nutrientes K e P. Atualmente, algumas das alternativas encontradas para a destinação das cinzas são: incorporação na massa de materiais cerâmicos (como a cerâmica vermelha) processados em indústrias (BORLINI et al. 2005; MEDEIROS et al., 2010) e aplicação no solo como corretivo da acidez e fonte de nutrientes (SOFIATTI et al., 2007; CAMPANHARO et al., 2008).

No que tange à tecnologia, o alimentador automático da fornalha é mais vantajoso do que o manual, uma vez que as automações ajudam a manter a eficiência do processo. Percebe-se também a importância de se analisar a eficiência dos fornos, pois, a exemplo da produção de carvão, segundo as empresas entrevistadas, em geral utiliza-se 10 m³ estéreo de lenha para se obter 4 m³ de carvão, ou seja, um aproveitamento de apenas 40%. Esse rendimento pode ser ainda menor dependendo do tipo de forno usado que, na maioria das vezes, são fornos convencionais de barro. Pereira et al. (2013) realizaram um estudo que relata o efeito das propriedades da madeira sobre o rendimento e a qualidade do carvão vegetal. Souza et al. (2016) compararam três tipos de fornos (superfície com chaminé, “rabo quente” e cilindros verticais) para a produção de carvão e concluíram que os fornos tipo cilindro vertical proporcionam maior rendimento e melhor qualidade do carvão vegetal produzido, em decorrência do melhor controle do processo de carbonização, além da redução da emissão de gases.

Considerações sobre o ambiente organizacional, institucional e tecnológico

A estrutura pública que compõe o ambiente organizacional para a cadeia de produção de lenha na região estudada possui, dentre seus principais órgãos: a) Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SAA-SP), responsável pelo acompanhamento e programas relacionados ao desempenho das atividades agropecuárias e pelos serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural, desenvolvida pela CATI-SP, vinculada a SAA; e b) Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA-SP), responsável pelas questões florestais e pelos serviços de licenciamento ambiental, desenvolvida pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), vinculada a SMA; e c) Universidade Estadual Paulista (UNESP), que oferece em Itapeva cursos de graduação em Engenharia Industrial Madeireira e Engenharia de Produção.

Na região de Itapeva, o ambiente organizacional público relacionado à cadeia produtiva da lenha de eucalipto apresenta-se com boa formação. A atuação da SAA, especialmente da CATI, está voltada para o atendimento das necessidades de informação e organização dos pequenos produtores rurais que cultivam florestas e os aspectos relacionados à legalização dos empreendimentos são realizados pela CETESB. A instalação do Curso de Engenharia Industrial Madeireira apresenta importante contribuição para a região, a partir da colocação no mercado de profissionais com formação específica na área relacionada à produção madeireira, como também pela realização de projetos de pesquisa e de extensão que contribuem para o melhor desempenho da cadeia.

No campo das organizações privadas sem fins lucrativos, destaca-se o Sindicato Intermunicipal de Itapeva da Indústria Beneficiadora de Madeira (SIIIBM), diretamente relacionado ao segmento produtivo, constituído para fins de estudo, coordenação, proteção e representação legal, da categoria patronal das serrarias e beneficiadoras de madeira da região de abrangência. O Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresas (SEBRAE-SP) também participa da organização do setor, disponibilizando informações sobre oportunidades de negócios, procedimentos de gestão para a busca da eficiência empresarial, como também estimula a cooperação para aumentar a eficiência coletiva. Algumas instituições são facilitadoras do processo de planejamento e de aperfeiçoamento de mão de obra, oferecendo cursos técnicos e de aperfeiçoamento, como é o caso do Serviço Nacional da Indústria (SENAI), realizando também a qualificação dentro das próprias empresas. Destaca-se ainda a presença da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de

Itapeva (FAIT), com a formação de profissionais das áreas de Agronomia e Engenharia Florestal.

No que tange às especificidades regionais relacionadas ao ambiente institucional, chama a atenção a baixa procura por operações de crédito para os plantios florestais. Dois fatores foram identificados pela pesquisa: costume e tradição pelo uso de capital próprio para a realização de plantios florestais e problemas relacionados à legalidade dos imóveis rurais, o que se torna um impeditivo para a efetivação de contratos bancários. Ainda relacionado aos costumes e tradições locais, observa-se principalmente nos pequenos e médios agricultores, a destinação das terras mais nobres para a cultura de grãos, especialmente quando há condições mais favoráveis de mercado, enquanto que o cultivo de florestas fica restrito às áreas com topografia inclinada, o que diminui a produtividade e mecanização das atividades.

Quanto aos aspectos da legislação, os relatos indicam que a legislação ambiental e florestal vigente é cada vez mais restritiva, citando como exemplo a demora e o excesso de burocracia para obtenção do licenciamento ambiental. Os entrevistados também relatam que ainda há desconhecimento por parte de pequenos produtores quanto aos requisitos legais para o plantio de florestas. Cita-se como exemplo de legislação restritiva a aprovação, no município de Capão Bonito, de uma lei municipal em 2004, que apresentava restrição para o aumento dos plantios de eucalipto, mas que, em 2010, foi revista por limitar a expansão das áreas de cultivo florestal (CAPÃO, 2011).

No campo tecnológico, a região de Itapeva possui intensa atividade madeireira, resultando em alta disponibilidade de lenha e madeira para serrarias, tanto das espécies de eucalipto como de pinus, nas quais parte dos subprodutos são transformados em cavacos destinados à produção de energia. As inovações estão presentes desde a produção de mudas até a produção florestal, encontrando relatos de incrementos anuais médios superiores a 80 m³/ha/ano.

As principais necessidades de inovações tecnológicas na cadeia estão relacionadas às seguintes áreas e limitações:

- a) O desenvolvimento de material genético com outras finalidades além da produção de celulose e papel, objetivando a produção de lenha com maior poder calorífico, como também para usos múltiplos da floresta (laminação, serraria e energia).
- b) A automação do processo de colheita florestal que ainda é realizado, na maioria dos casos, de forma manual, com o objetivo de aumentar a produtividade do trabalho e o resultado econômico da atividade.
- c) Inovações nos modelos de fornos e equipamentos de automação para geração de energia, em substituição aos tradicionais fornos de barro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do trabalho permitem concluir que a cadeia produtiva da lenha de eucalipto é completa e apresenta seus segmentos historicamente constituídos pela vocação florestal da região e importantes setores econômicos consumidores de lenha. Está integrada com outras cadeias produtivas derivadas da intensa produção florestal na região, incluindo a produção de resinas. A análise do polo produtivo, utilizando-se do referencial de cadeias produtivas possibilitou a identificação de pontos críticos, propulsores e restritivos ao seu desempenho competitivo.

Referente aos aspectos produtivos, ficou evidenciada uma carência de material genético mais específico para as necessidades locais e o baixo nível de mecanização da colheita florestal. Outro aspecto é a busca pela autossuficiência no suprimento de lenha por parte das principais empresas consumidoras, levando a integração vertical, o que representa uma limitação de mercado para pequenos e médios produtores. As flutuações do mercado externo e interno de produtos de origem florestal influenciam todo o complexo produtivo florestal, resultando em uma queda da demanda de eucalipto, dos preços e acarretam um desestímulo para a atividade. Esta instabilidade do mercado é fator restritivo para o planejamento e ampliação da base florestal, sobretudo para pequenos e médios produtores, devido à competição/divisão das terras para o cultivo de grãos. Dificuldades de acesso ao crédito e desconhecimentos dos requisitos legais para atividade florestal, aliada à maior exigência e burocracia dos organismos ambientais, também são fatores que dificultam a expansão da atividade.

A avaliação de desempenho socioambiental de um produtor de referência na região demonstrou

que o plantio de floresta de eucalipto com múltiplos usos é um negócio rentável, apresentando impactos positivos em critérios sociais e econômicos de alcance significativo, apesar dos impactos ambientais serem negativos quando estes plantios são instalados em áreas de *habitat* natural em regeneração.

A rota tecnológica é marcada pelos significativos ganhos de produtividade dos plantios florestais. Contudo, em alguns setores como a cerâmica vermelha e a transformação da lenha em carvão vegetal, o seu aproveitamento é limitado pela baixa eficiência dos fornos, necessitando de investimentos para melhoria da infraestrutura.

Do ponto de vista organizacional, a região apresenta avanços significativos na formação de profissionais e no desenvolvimento de pesquisas que contribuem para o maior desempenho da cadeia. No entanto, as organizações privadas apresentam limitações no seu campo de atuação para proporcionar uma melhor coordenação da cadeia.

Considerando a disponibilidade de lenha e de biomassa oriunda da transformação da madeira, a região apresenta potencial para investimentos em geração de energia, o que possibilitaria melhor aproveitamento da produção florestal da região. Para tanto, recomendam-se estudos de quantificação e qualificação da biomassa produzida na região e seus respectivos usos atuais de modo a subsidiar a tomada de decisão e o planejamento do complexo produtivo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Embrapa para o desenvolvimento do estudo e o apoio das instituições de ensino, sindicatos, empresas e profissionais da região de Itapeva - SP que permitiram a realização de visitas nas empresas e colaboram com o fornecimento de dados e informações.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. N. de. et al. Análise econométrica do mercado de madeira em tora para o processamento mecânico no Estado do Paraná. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 377-386, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Indústria de celulose e papel brasileira anuncia investimentos**. São Paulo: BRACELPA, 2010. Disponível em: <<http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/198>>. Acesso em: 19 ago. 2013.
- BORLINI, M. C. et al. Cinza da lenha para aplicação em cerâmica vermelha Parte I: características da cinza. **Cerâmica**, São Paulo, v. 51, p. 192-196, 2005.
- BRITO, J. O. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 185-193, 2007.
- BROWER, R.; FALCÃO, M. P. Wood fuel consumption in Maputo, Mozambique. **Biomass and Bioenergy**, Amsterdam, v. 27, n. 3, p. 233-245, 2004.
- BUSCHINELLI, C. C. A. et al. Impactos socioambientais da introdução de florestas de eucalipto em propriedades rurais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., Porto Alegre, 2015. **Anais...** Porto Alegre: [s. n.], 2015.
- BUSCHINELLI, C. C. A.; SIMIONI, F. J. **Análise de desempenho socioambiental da produção de eucalipto – Fazenda Santa Marta, Itapeva (SP)**. Relatório Técnico. Projeto Florestas Energéticas. [s. l.]: Embrapa Meio Ambiente, 2014.
- CAMPANHARO, M. et al. Utilização de cinza de madeira como corretivo de solo. In: FERTBIO 2008, Londrina. **Anais ...** Londrina: SBCS, 2008. p. 1-4.
- CAPÃO Bonito abranda lei que limita plantação de eucalipto. **Correio de Itapetininga**, Itapetininga, 7 abr. 2011. Disponível em: <<http://portal.correioeditapetininga.com.br/noticia/ver/35267/Capao-Bonito-abranda-lei-que-limita-plantacao-de-eucalipto>>. Acesso em: 02 out. 2014.
- CASTANHO FILHO, E. P. et al. Índice de preços de eucalipto para o estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 29-40, 2010.
- 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: Embrapa Agroenergia, 2010.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco energético nacional 2015 ano base 2014**. Rio de Janeiro: EPE; MME, 2015.

- FURTADO, T. S. et al. Mapeamento da frequência de uso e características da biomassa florestal utilizada para a geração de energia em Lages, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 795-802, 2012.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório anual 2016**. 2016. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2016.
- IBGE. **Divisão territorial do Brasil e limites territoriais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.
- IBGE. **Censo Demográfico 2010**. [2011]. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/IVL>>. Acesso em: 18 ago. 2016.
- IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2014**. 2014. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/NUL>>. Acesso em: 18 ago. 2016.
- IRIAS, L. J. M. et al. **Sistema de avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas nos segmentos agropecuário, produção animal e agroindústria (Sistema Ambitec)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. (Circular Técnica, 5).
- MAEDA, S.; BOGNOLA, I. A. Propriedades químicas de solo tratado com resíduos da indústria de celulose e papel. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 74, p. 169-177, 2013.
- MATSIKA, R.; ERASMUS, B. F. N.; TWINE, W. C. Double jeopardy: the dichotomy of fuel wood use in rural South Africa. **Energy Policy**, Surrey, v. 52, p. 716-725, 2013.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise**. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2014.
- MEDEIROS, E. N. M. et al. Incorporação de cinza de lenha, lodo de estação de tratamento de água e cinza de casca de arroz em massa cerâmica: utilização da técnica de planejamento. **Cerâmica**, São Paulo, v. 56, n. 340, p. 399-404, 2010.
- MENDES, J. T. G. **Agronegócio: uma abordagem econômica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- MERCADO da madeira de eucalipto no Brasil. **Revista da Madeira**, [s. l.], v. 88, 2005. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=704&>. Acesso em: 17 ago. 2016.
- MINAYO, M. C. S. O desafio da pesquisa social. In: DESLANDES, S. F.; GOMES, R.; MINAYO, M. C. S. (Org.) **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Rio de Janeiro: Vozes, 2008. p. 9-29.
- MORGAN, D. L. **Focus groups as qualitative research**. California: Sage, 1988.
- MOTA, F. C. M. **Análise da cadeia produtiva do carvão vegetal oriundo de eucalyptus sp. no Brasil**. 2013. 169 f. Dissertação (Pós-graduação em Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- PEREIRA, B. L. C. et al. Influence of chemical composition of Eucalyptus wood on gravimetric yield and charcoal properties. **Bioresources**, Raleigh, v. 8, p. 4574-4592, 2013.
- RODRIGUES, G. S. et al. Local productive arrangements for biodiesel production in Brazil - environmental assessment of smallholder's integrated oleaginous crops management. **Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics**, Witzenhausen, v. 110, n. 1, p. 61-73. 2009.
- RODRIGUES, G. S. et al. Socio-environmental impact of biodiesel production in Brazil. **Journal of Technology Management & Innovation**, Santiago, v. 2, n. 2, p.46-66. 2007.
- SANTANA, R. C. et al. Estimativa de biomassa de plantios de eucalipto no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 697-706, 2008.
- SIMIONI, F. J.; HOEFLICH, V. A. Cadeia produtiva de biomassa de origem florestal no Planalto Sul de Santa Catarina. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 501-510, 2009.
- SIMIONI, F. J.; HOEFLICH, V. A. Cadeia produtiva de energia de biomassa na região do Planalto Sul de Santa Catarina: uma abordagem prospectiva. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1091-1099, 2010.
- SOARES, N. S. et al. Competitividade da cadeia produtiva da madeira de eucalipto no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 917-928, 2010.
- SOARES, N. S. et al. Integração espacial no mercado da madeira de eucalipto em São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 105-117, 2009.
- SOARES, T. S. et al. Uso da biomassa florestal na geração de energia. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, n. 8, p. 1-9, 2006.
- Souza, N. D. et al. Case study of a carbonization plant: evaluation of features and quality of charcoal aiming steel use. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 23, n. 2, p. 270-277, 2016.
- SOFIATTI, V. et al. Cinza de madeira e lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o crescimento do

algodoeiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão, v. 7, n. 1, p. 144-152, 2007.
Williamson, O. E. **The mechanisms of governance**. Oxford: Oxford University Press, 1996.