

Artigos

Produção florestal familiar como fonte de energia limpa: garantia de suficiência e sustentabilidade energética para a cura do tabaco

Family forest production as a source of clean energy: a case study in family farming in southern Brazil

Pábulo Diogo de Souza¹ 
Jorge Antonio de Farias¹ 
Matheus Morais Ziembowicz¹ 
Daniele Bernardy¹ 

¹Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

RESUMO

A lenha é uma das principais fontes de energia renováveis utilizadas mundialmente. No Brasil, a utilização da lenha para fins energéticos é importante para diversas cadeias de valor da agricultura familiar. Assim, é importante que se conheça o potencial energético de produção florestal, tendo em vista ressaltar a segurança e sustentabilidade energética. Portanto, objetivou-se analisar a dinâmica e capacidade de produção de lenha através da produção florestal familiar direcionada à secagem de produtos agrícolas no sul do Brasil. O trabalho consistiu na análise da produção florestal de agricultores familiares integrados na cadeia de valor do tabaco Virgínia no sul do Brasil. A pesquisa foi realizada de forma exploratória a fim de buscar, por meio de critérios e métodos, uma proximidade com a realidade do universo de agricultores que compõem a cadeia de valor do tabaco em sete regiões do sul do Brasil. Foram construídos cenários de produção florestal e consumo de lenha para cada região. Os cenários construídos indicam que a base florestal familiar é capaz de suprir toda a demanda de lenha para o processo de cura das folhas do tabaco. Sendo assim, a produção florestal familiar é favorável ao suprimento da energia térmica para o processo de secagem das folhas tabaco Virgínia da região Sul do Brasil.

Palavras-chave: Biomassa Florestal; Lenha; Energia Renovável



ABSTRACT

Firewood is one of the main sources of renewable energy used worldwide. In Brazil, the use of firewood for energy purposes is important for several family farming value chains. Thus, it is important to know the energy potential of forest production, with a view to emphasizing energy security and sustainability. Therefore, the objective was to analyze the dynamics and capacity of firewood production through family forestry production aimed at drying agricultural products in southern Brazil. The work consisted of analyzing the forestry production of family farmers integrated in the Virginia tobacco value chain in southern Brazil. The research was carried out in an exploratory manner to seek, through criteria and methods, a proximity to the reality of the universe of farmers that make up the tobacco value chain in seven regions of southern Brazil. Forest production and firewood consumption scenarios were built for each region. The constructed scenarios indicate that the family forestry base can supply all the demand for firewood for the curing process of tobacco leaves. Thus, family forestry production is favorable to the supply of thermal energy for the drying process of Virginia tobacco leaves in the southern region of Brazil.

Keywords: Forest Biomass; Firewood; Renewable energy

1 INTRODUÇÃO

A lenha está entre uma das principais fontes de energia renováveis utilizadas mundialmente, e de acordo com a Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO) (2021) a madeira ainda é a principal fonte de energia renovável. Ainda, a FAO (2021) destaca que cerca de 6% do suprimento total de energia primária e mais de 2 bilhões de pessoas dependem da madeira para preparar seus alimentos. E os principais consumidores são os países subdesenvolvidos, principalmente no continente africano através da energia de biomassa (FAO, 2016).

O consumo de fontes de energia renováveis em processos produtivos do agronegócio é um fator importante para os mecanismos de desenvolvimento sustentável, visto a atenuação dos efeitos do aquecimento global. Desse modo, a busca por segurança energética atrelada à exploração de recursos renováveis e conservação de florestas nativas têm incitado a geração de energia através da biomassa florestal proveniente de florestas plantadas (ZHANG; STENGER; HAROU, 2015).

A agricultura familiar é um segmento produtivo diversificado, com participação em diversas cadeias de valor que promovem a geração de emprego e renda para o agronegócio brasileiro e tem a lenha como uma fonte de energia (DESSBESELL; FARIAS;



ROESCH, 2017). Esse segmento é responsável por 23% do valor bruto da produção na cadeia produtiva do agronegócio e mais de 10 milhões de empregos (IBGE, 2019). De acordo com o IBGE (2019), o país apresenta aproximadamente 3,9 milhões de estabelecimentos da agricultura familiar, dos quais cerca de 780 mil estão situados na região sul do Brasil (IBGE, 2012).

A agricultura familiar brasileira desempenha um importante papel frente à sustentabilidade ambiental através dos usos de fontes de energias renováveis em processos de produção agrícola. Dentre estas, a energia de biomassa florestal é uma das mais importantes, pois é utilizada para secagem de alimentos ou produtos não alimentícios (SIMIONI; BUSCHINELLI; PASSOS; GIROTTO, 2018). Assim, acaba sendo atrativo para os agricultores familiares a manutenção de plantios florestais para atender a demanda energética de seus processos produtivos (AFONSO JÚNIOR; OLIVEIRA FILHO; COSTA, 2006).

Ao contrário da produção florestal voltada para indústrias de base florestal (celulose, chapas, painéis e carvão), a produção florestal da agricultura familiar carece de estudos voltados à estruturação e capacidade de produção florestal, apesar de sua contribuição para a sustentabilidade.

Por isso, é importante que se conheça o potencial de suprimento da demanda de lenha através da produção florestal familiar, tendo em vista ressaltar a segurança e sustentabilidade energética para o processo de secagem de produtos agrícolas. Portanto, objetivou-se analisar a dinâmica e capacidade de produção de lenha através da produção florestal familiar direcionada à secagem de produtos agrícolas no sul do Brasil.

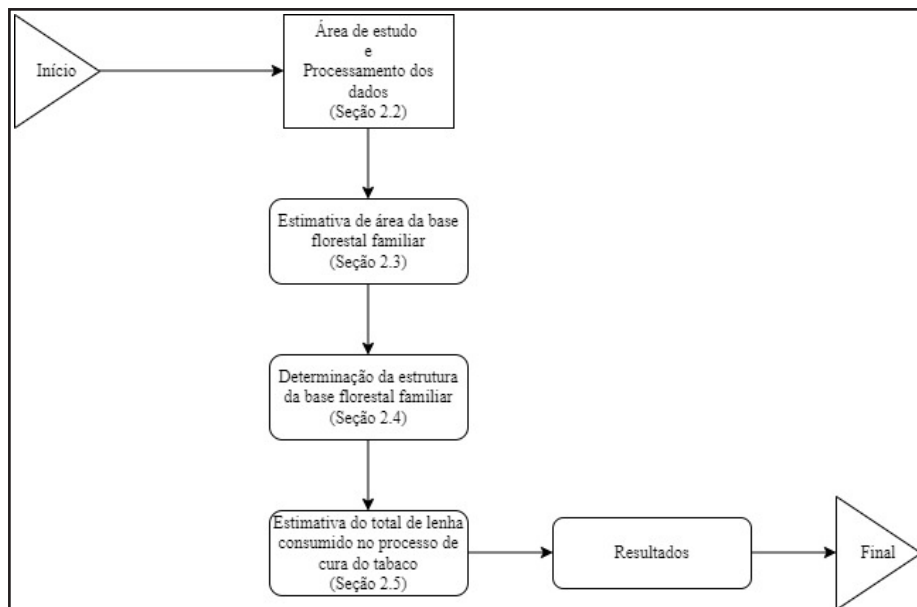
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Fluxograma

O processamento das etapas para a produção florestal familiar está descrito na Figura 1, que contém o fluxograma do trabalho. Os maiores detalhes de cada item estão descritos nas seções indicadas em cada quadro do fluxograma.



Figura 1 – Procedimentos metodológicos para a produção florestal familiar como fonte de energia limpa



Fonte: Autores (2022)

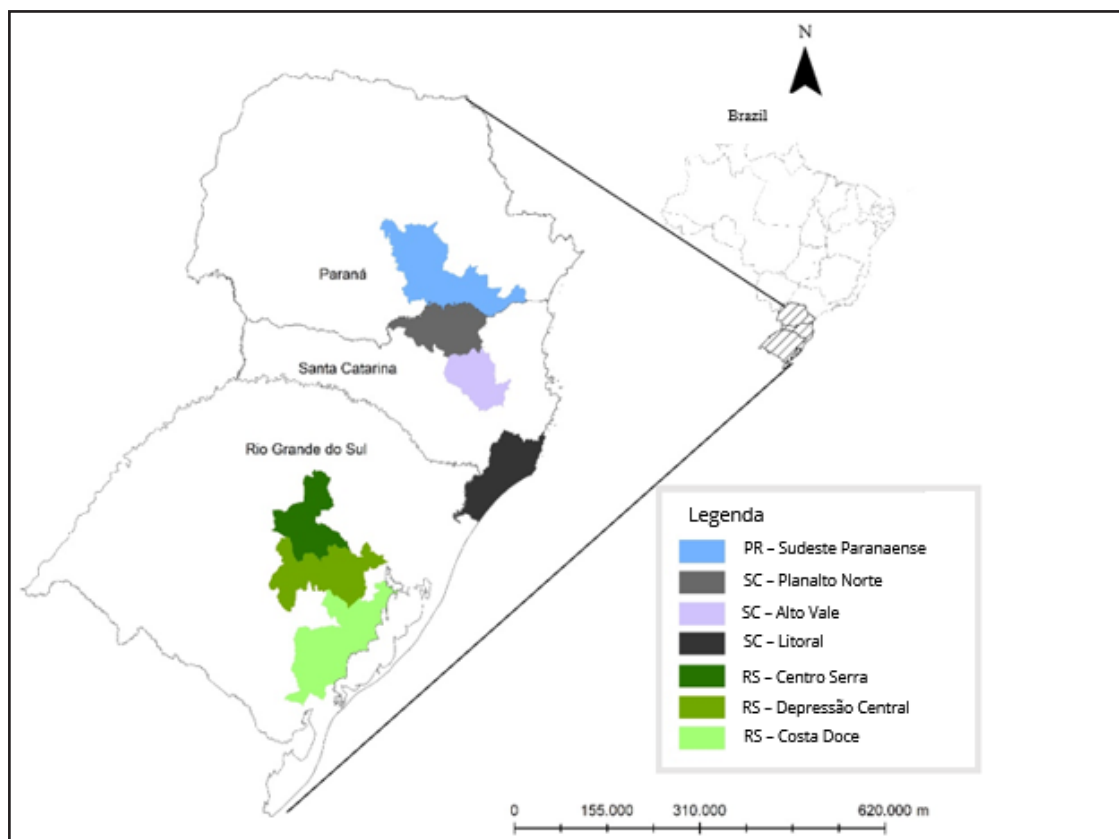
2.2 Área de estudo e processamento dos dados

Esta pesquisa foi realizada em âmbito exploratório a fim de buscar, por meio de critérios e métodos técnicos, uma proximidade com as realidades atuais. Para efeito de estudo de caso, esta pesquisa concentrou-se em pequenos agricultores que realizam a produção florestal familiar para utilização da lenha em processos de secagem de produtos agrícolas. O cenário analisado foi o processo de cura das folhas do tabaco Virgínia na região sul do Brasil, onde há uma inserção direta de 150 mil famílias nesta cadeia de valor (ANUÁRIO BRASILEIRO DO TABACO, 2018).

Foi analisada a capacidade de produção da base florestal familiar em sete regiões produtoras de tabaco Virgínia (Figura 2). Essa regionalização foi descrita por Biali (2016) e foi estruturada a partir da semelhança nas características fisiográficas das microrregiões definidas pelo Instituto de Geografia e Estatística - IBGE.



Figura 2 – Descrição das 7 regiões produtoras de tabaco



Fonte: Autores (2022)

Foram incluídos apenas produtores de tabaco que são proprietários da terra, em função destes cultivarem, em suas propriedades, florestas de *Eucalyptus* destinadas à produção de lenha.

2.3 Estimativa de área da base florestal familiar

A estimativa de área da base florestal familiar foi determinada pela relação entre o número de agricultores que possuem plantios florestais, e a área média de plantios florestais, para cada região.

A área média de plantios florestais por propriedade foi obtida a partir de um inventário florestal que foi composto pela mensuração dos plantios florestais existentes em 497 propriedades rurais. Assim, a área florestal média por região foi determinada com base em uma ponderação de classes de área pré-definidas, com amplitude de 0,5 ha por propriedade rural.



2.4 Determinação da estrutura da base florestal familiar

A determinação da estrutura da base florestal familiar foi realizada a partir do cruzamento de informações entre o banco de dados do inventário florestal e o número de produtores rurais presentes no banco de dados cadastral da Associação dos Fumicultores do Brasil - AFUBRA.

Os plantios florestais avaliados eram formados por mudas seminais do gênero *Eucalyptus*, caracterizados pela variação no manejo silvicultural, principalmente em relação à densidade inicial de plantio. Essas plantações florestais foram medidas pelo método das 6 árvores, segundo a metodologia proposta por Farias, Schineider e Biali (2018), de modo que em cada plantação florestal foram alocadas 3 parcelas. Dessa forma, as estimativas de volume por hectare foram obtidas a partir da Equação (1).

$$V = \sum \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + \left(\frac{v_6}{2}\right)}{\pi * R_6^2} \times 10000 \quad (1)$$

Em que: V é o volume estimado na parcela, em $m^3 \text{ ha}^{-1}$, v_i é o volume da árvore i ; R_6 é a distância entre o ponto central da parcela e a sexta árvore.

Para construção dos cenários de produção florestal familiar, foram considerados plantios florestais com idade entre 2 e 7 anos; e idade de rotação de 7 anos. Assim, esses plantios foram agrupados em 6 classes de idade (2 anos, 3 anos, 4 anos, 5 anos, 6 anos e 7 anos).

A partir da relação entre a área total dos plantios florestais e o percentual amostrado por classe de idade em cada região, foi determinado o tamanho da área florestal para cada uma das classes de idade dos plantios (unidades de produção) por região.

Para a estimativa da produção florestal aos 7 anos de idade, foi feita uma relação entre a área total de cada classe de idade e a produtividade média das florestas aos 7 anos de idade, para cada região.



2.5 Estimativa do total de lenha consumido no processo de cura do tabaco

As estimativas de consumo de lenha foram feitas com base no cruzamento entre as informações cadastrais dos agricultores (número de agricultores que possuem a terra e área média de plantio do tabaco) e a produção de tabaco curado por hectare, descrita pela AFUBRA.

O nível de tecnologia utilizado no processo de cura tem relação direta com o consumo de lenha. Dessa forma, as estimativas de consumo médio de lenha foram obtidas considerando o uso de unidades de cura (estufas) do tipo convencional ($7,52 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$) ou ar forçado ($5,22 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$) (WELTER, 2016), descrito na Equação (2). Em seguida, o consumo total de lenha foi estimado a partir da Equação (3).

$$\underline{CML_j} = \frac{\% \text{ convencional}_j \times C_{\text{convencional}} + \% \text{ ar-forçado}_j \times C_{\text{ar-forçado}}}{\% \text{ convencional}_j + \% \text{ ar-forçado}_j} \quad (2)$$

$$CTL_j = Ptv_j \times \underline{CML_j} \quad (3)$$

Em que: CML_j é o Consumo médio de lenha por tonelada de tabaco curado ($\text{m}^3 \text{ t}^{-1}$) na região j ; $\% \text{ convencional}$ é a % de produtores de tabaco que utilizam unidades de cura convencionais na região j ; $\% \text{ ar-forçado}$ é a % de produtores de tabaco que utilizam unidades de ar-forçado na região j ; $C_{\text{convencional}}$ é o consumo médio de lenha em unidades de cura convencional ($\text{m}^3 \text{ t}^{-1}$) em unidades de cura convencional; $C_{\text{ar-forçado}}$ é o consumo médio de lenha ($\text{m}^3 \text{ t}^{-1}$) em unidades de cura ar-forçado; CTL_j é o total de lenha consumida (m^3) na região j ; Ptv_j é a produção de tabaco na região j .

Por fim, foi feita uma relação entre o consumo total de lenha, considerando os agricultores proprietários da terra e a projeção da produção florestal aos 7 anos, a fim de analisar o saldo - Equação (4) - e o percentual de suprimento da demanda de lenha para cura das folhas do tabaco em cada região, Equação (5).

$$\text{Saldo}_i = \sum_{i=1}^6 CTL_j - \sum_{i=1}^6 Vest_j \quad (4)$$

$$\%DLS = \frac{\sum_{i=1}^6 Vest_j}{\sum_{i=1}^6 CTL_j} \quad (5)$$

Em que: $\sum_{i=1}^6 CTL_j$ é a soma do consumo anual de lenha por agricultores proprietários de terras em um horizonte de 6 anos na região j ; $\sum_{i=1}^6 Vest_j$ é a soma do volume de madeira produzido por plantações florestais aos 7 anos de idade, ao longo de um horizonte de tempo de 6 anos na região j ; $\%DLS$ é o percentual do volume de lenha suprido com a produção florestal estimada.



2 RESULTADOS

As sete regiões apresentaram um total de 116.008,93 hectares de plantios florestais de *Eucalyptus*, com área média por propriedade rural variando entre 1,46 e 2,68 hectares. As regiões SC – Litoral Sul e RS – Depressão Central apresentaram as menores áreas florestais, devido ao fato de apresentar um menor número de produtores. Já a região RS - Centro Serra apresentou a maior área florestal, em função de apresentar o maior número de produtores (Tabela 1).

Tabela 1 – Área da base florestal das regiões produtoras de tabaco Virgínia no sul do Brasil

Regiões	Número de produtores	Área média das florestas (ha)	Produtividade ¹ (m ³ ha ⁻¹)	Área florestal total (ha)
PR - Sudeste Paranaense	12.330	1,50	287,67	18.435,15
SC - Planalto Norte	10.292	1,46	267,49	15.052,05
SC - Alto Vale	7.101	2,13	258,24	15.089,63
SC - Litoral Sul	3.087	2,68	296,16	8.278,77
RS - Centro Serra	19.004	1,56	261,66	29.679,09
RS - Depressão Central	5.561	1,75	293,99	9.731,75
RS - Costa Doce	12.455	1,59	250,15	19.742,50
Total	69.830	1,66*	268,81*	116.008,93

Fonte: Autores (2022)

Em que: ¹produtividade média dos plantios florestais aos 7 anos de idade, *valores calculados através de média ponderada.

Estimou-se que, para as 7 regiões, o consumo de lenha é de aproximadamente 3.293.755 m³ (Tabela 2), sendo o maior consumo obtido na região RS – Centro Serra, que é a região que apresentou o maior número de produtores.



Tabela 2 – Estimativa do consumo de lenha considerando diferentes níveis de tecnologia utilizados no processo de cura do tabaco Virgínia em cada região

Regiões	Produção de tabaco ¹ (ton)	Unidades de cura convencionais ²	Unidades de cura ar-forçado ³	Consumo médio de lenha (m ³)	Consumo total de lenha ¹ (m ³)
PR – Sudeste Paranaense	155.803,15	7%	93%	5,26	819.232
SC – Planalto Norte	89.578,78	13%	95%	5,83	522.042
SC – Alto Vale	74.204,16	15%	88%	5,58	414.142
SC – Litoral Sul	31.681,83	11%	91%	5,46	173.065
RS – Centro Serra	109.473,37	77%	26%	7,10	777.108
RS – Depressão Central	26.857,49	23%	82%	5,91	158.663
RS – Costa Doce	77.363,45	31%	71%	5,97	462.104
Total	564.962,22	--	--	--	3.326.356

Fonte: Autores (2022)

Em que: ¹produção de tabaco Virgínia, ²Percentual de unidades de cura convencional e ³percentual de unidades de cura ar-forçado para a safra 2019-2020, conforme a base de dados da AFUBRA, 2020.

O cenário de produção e consumo mostra que, apesar da estrutura florestal desbalanceada, há sustentabilidade energética para a produção de tabaco em praticamente todas as regiões (Figura 3).

Observa-se que, em média, a produção florestal pode suprir toda a demanda de lenha, chegando a ser suficiente para suprir mais de três vezes o consumo de lenha da região RS – Depressão Central.

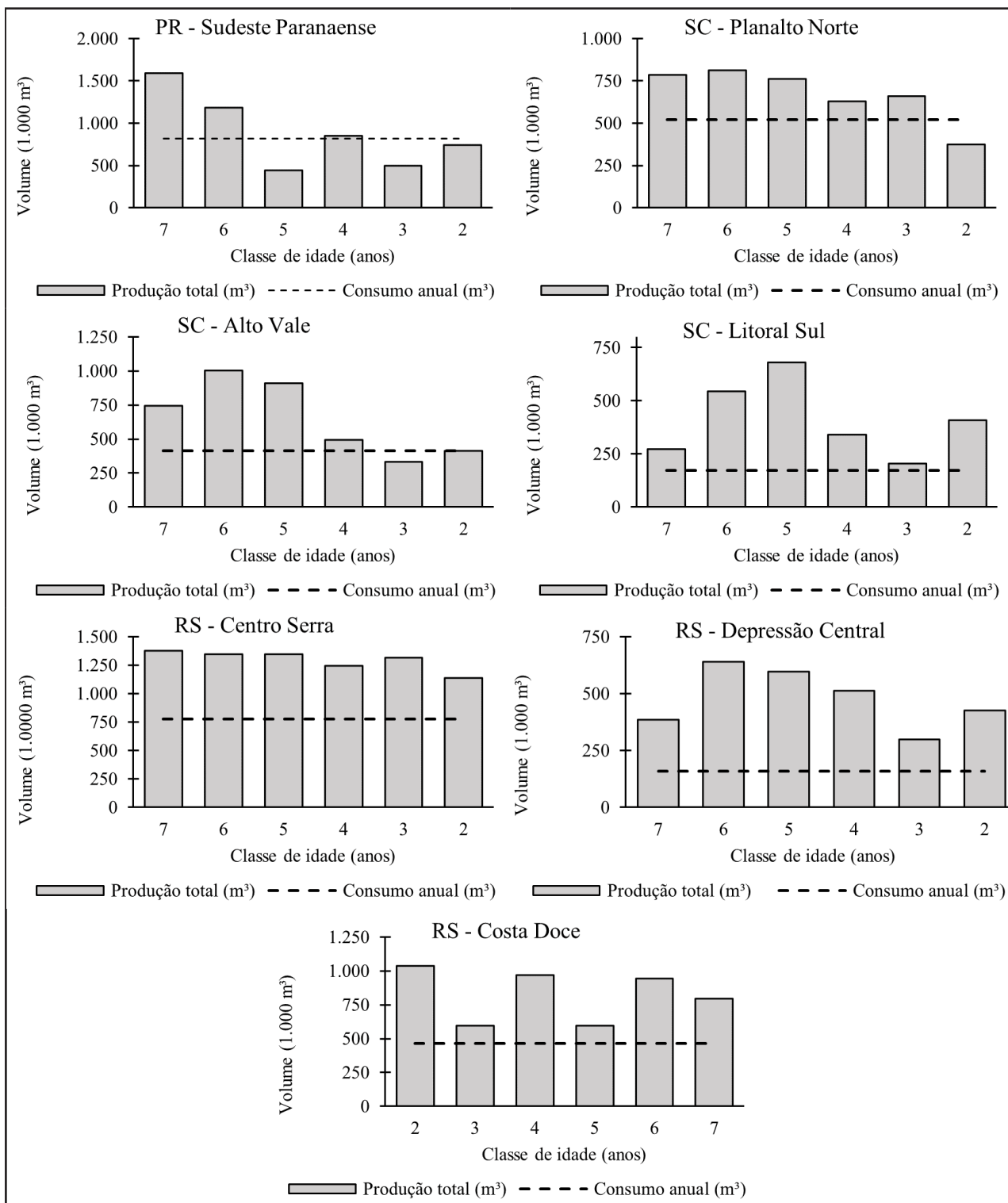
Tabela 3 – Balanço da produção florestal e percentual do consumo de lenha suprido pela produção florestal familiar

Região	Balanço (m ³)	Percentual de suprimento da demanda de lenha (%)
PR – Sudeste Paranaense	64.653,42	107,89%
SC – Planalto Norte	235.579,19	128,55%
SC – Alto Vale	149.025,78	156,82%
SC – Litoral Sul	235.321,50	236,12%
RS – Centro Serra	517.233,18	166,56%
RS – Depressão Central	318.185,28	300,54%
RS – Costa Doce	361.008,13	178,12%



Fonte: Autores (2022)

Figura 3 – Cenário de produção florestal e consumo de lenha para as sete regiões produtoras de tabaco no sul do Brasil



Fonte: Autores (2022)



4 DISCUSSÕES

O crescimento da necessidade energética global tem demandado a utilização de fontes renováveis, que é um incentivo para utilização da biomassa para fins energéticos (ÁLVAREZ-ÁLVAREZ, PIZARRO; BARRIO-ANTA; CÁMARA-OBREGÓN; BUENO; ÁLVAREZ; GUTIÉRREZ; BURSLEM, 2018). Os resultados obtidos demonstram que a produção florestal familiar é eficaz para suprir a demanda energética para secagem de produtos agrícolas, como as folhas do tabaco Virgínia na região Sul do Brasil.

A região sul do Brasil possui vantagens comparativas que favorecem o cultivo de *Eucalyptus* e conseqüentemente a cadeia produtiva de produtos agrícolas que envolva o uso da lenha para o processo de secagem, por ser um material energético de baixo custo e, sobretudo, ambientalmente sustentável (BORTOLINI; GAMBERI; MORA; REGATTIERI, 2019). Tais características têm colocado a lenha como a principal fonte de energia para a cura do tabaco, inclusive em realidades que possuem outras fontes disponíveis de energia (LEE; KIM; JAUNG; LATIFAH; AFIFI; FISHER, 2015).

A biomassa florestal tem um grande potencial para geração significativa de calor em processos estratégicos (THORNLEY; GILBERT; SHACKLEY; HAMMOND, 2015). A realidade da conjuntura que compõe o setor do tabaco, em grande parte, é composta por pequenas propriedades rurais com uso e ocupação diversificados do solo (FARIAS; SCHNEIDER; BIALI, 2018). Os resultados obtidos reforçam a responsabilidade ambiental de cadeias de valor da agricultura familiar quanto ao uso de energia renovável, pois a lenha é o principal material utilizado para cura das folhas do tabaco (PASA; DESSBESELL; FARIAS; HERMES; 2021).

A dinâmica de produção e consumo de lenha apresentados são favoráveis aos critérios de utilização de energia limpa em processos produtivos em áreas rurais e, portanto, atende às estratégias de desenvolvimento sustentável da ONU - Organização das Nações Unidas (JUKKA; MIIKA; LAURI; MIRJA; VILLE; LASSI, 2022). Para a manutenção



da suficiência energética, é interessante que ajam ações de extensão florestal junto aos produtores para que após o ciclo de produção florestal as áreas sejam reformadas.

O superávit da produção florestal obtido com os cenários enaltece a oportunidade de geração de renda através da produção florestal familiar, pois a madeira de *Eucalyptus* apresenta diversas aplicações. Farias, Schneider e Biali (2018) demonstraram a viabilidade financeira do investimento em plantios florestais familiares direcionados para serrarias, corroborando o potencial de utilização dessa produção para geração de renda a partir da comercialização de múltiplos produtos.

Contudo, sabe-se que os plantios florestais dos produtores de tabaco são caracterizados por altas densidades de plantio e tratos silviculturais nem sempre assertivos (BIALI, 2016; SIMIONI; BUSCHINELLI; MOREIRA; PASSOS; GIROTTO, 2015). Para que se otimize o aproveitamento da produção florestal para outras finalidades, além da lenha, é necessário que haja um incentivo ao manejo silvicultural e utilização de tecnologia compatíveis à exploração de múltiplos produtos.

Assim, mesmo com dados animadores, entende-se que a melhoria do manejo florestal é certamente um grande desafio a ser enfrentado pela cadeia produtiva do tabaco da Virgínia, com vista ao uso da produção florestal para múltiplos produtos.

O manejo florestal adequado à realidade da silvicultura em escala familiar precisa ser difundido e explorado, na busca de contribuir com a geração e diversificação de renda para pequenos produtores. Certamente, a implementação de trabalhos que buscam analisar as diversas combinações de fatores ambientais, tecnológicos e econômicos constituem ferramentas relevantes para o fortalecimento do manejo florestal direcionado à produção florestal familiar.

5 CONCLUSÕES

Através dos cenários de produção florestal, construídos com foco na demanda de lenha do processo de cura do tabaco, foi possível constatar que a agricultura



familiar apresenta papel expressivo na produção florestal das regiões analisadas. Assim, a base florestal presente nas pequenas propriedades rurais garante o suprimento de lenha para o processo de cura do tabaco Virgínia, além de possuir potencial para geração e diversificação de renda nessas propriedades.

REFERÊNCIAS

AFONSO JÚNIOR, P. C.; OLIVEIRA FILHO, D.; COSTA, D. R. Viabilidade econômica de produção de lenha de eucalipto para secagem de produtos agrícolas. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n.1, p. 28-35, 2006.

ÁLVAREZ-ÁLVAREZ, P.; PIZARRO, C.; BARRIO-ANTA, M.; CÁMARA-OBREGÓN, A.; BUENO, J. L. M.; ÁLVAREZ, A.; GUTIÉRREZ, I.; BURSLEM, D. R. P. Evaluation of tree species for biomass energy production in Northwest Spain. **Forests**, v. 9, n. 4, p. 160, 2018.

ANUÁRIO BRASILEIRO DO TABACO. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. 2018. Disponível em: https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2018/12/TABACO_2018.pdf. Acesso em: 23 ago. 2022.

BIALI, L. J. **Inserção das propriedades familiares na cadeia da madeira**: um diagnóstico do Sul do Brasil. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

BORTOLINI, M.; GAMBERI, M.; MORA, C.; REGATTIERI, A. Greening the tobacco flue-curing process using biomass energy: a feasibility study for the flue-cured Virginia type in Italy. **International Journal of Green Energy**, v. 16, n. 14, p. 1220-1229, 2019.

DESSBESELL, L.; FARIAS, J. A.; ROESCH, F. Fontes alternativas para energia em complementação a lenha na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, Brasil. **Ciência Rural**, v. 47, n. 9, 2017.

FARIAS, J. A.; SCHNEIDER, P. R.; BIALI, L. J. Diagnóstico das florestas plantadas na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo-RS. **Ciência Florestal**, v. 27, n.1, p. 339-352, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION – FAO. **Statistics division forestry production and trade**. Rome: FAO, 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Forestry for a low-carbon future**: Integrating forests and wood products in climate change strategies. Rome: FAO, 2016. 177 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2017**: Resultados definitivos. Rio de Janeiro, v.8, p. 1-105, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf. Acesso em: 23 ago. 2022.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Censo agropec., Rio de Janeiro, p. 1-777, 2006. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf. Acesso em: 23 ago. 2022.

JUKKA, L.; MIIKA, M., LAURI, L.; MIRJA, M.; VILLE, U.; LASSI, L. A financial and environmental sustainability of circular bioeconomy: A case study of short rotation coppice, biochar and greenhouse production in southern Finland. **Biomass and Bioenergy**, v. 163, p. 106524, 2022.

LEE, S. M.; KIM, Y.; JAUNG, W.; LATIFAH, S.; AFIFI, M.; FISHER, L. A. Forests, fuelwood and livelihoods-energy transition patterns in eastern Indonesia. **Energy Policy**, v. 85, p. 61-70, 2015.

PASA, D. L.; DESSBESELL, L.; FARIAS, J. A.; HERMES, D. Relation between Energy Efficiency and GHG Emissions in Drying Units Using Forest Biomass. **Forests**, v. 12, n. 8, 2021.

SIMIONI, F. J.; BUSCHINELLI, C. C. A.; J. M. A. P.; PASSOS, B. M.; 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, 2018.

SIMIONI, F. J.; BUSCHINELLI, C. C. A.; DEBONI, T.; PASSOS, B. M. Production chain of forest biomass energy: a case of eucalyptus firewood in the productive pole of Itapeva/SP state. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 310-323, 2018.

SIMIONI, F. J.; BUSCHINELLI, C. C. A.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; PASSOS, B. M.; GIROTTO, S. B. F. T. Produção de lenha de eucalipto para energia: o desafio do pequeno produtor fumicultor de Santa Cruz do Sul/RS. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 53., 2015, João Pessoa. Agropecuária, meio ambiente e desenvolvimento: **Anais [...]** João Pessoa: Sober, 2015.

SINDICATO INTERESTADUAL DA INDÚSTRIA DO TABACO – SINDITABACO. **Estatística do setor**. Santa Cruz do Sul, RS, 2019. Disponível em: <https://www.sinditabaco.com.br/sobre-o-setor/estatisticas/>. Acesso em: 23 ago. 2022.

THORNLEY, P.; GILBERT, P.; SHACKLEY, S.; HAMMOND, J. Maximizing the greenhouse gas reductions from biomass: The role of life cycle assessment. **Biomass and bioenergy**, v. 81, p. 35-43, 2015.

WELTER, C. A.; FARIAS, J. A.; SILVA, D. A.; RECH, R. S.; TEXEIRA, D. S.; PEDRAZZI, C. Consumption and characterization of forestry biomass used in tobacco cure process. **Floresta e Ambiente**, v. 26, 2019.

WELTER, C. A. **Uso da biomassa florestal como estratégia de redução dos gases de efeito estufa**: estudo de caso na fumicultura do sul do Brasil/RS. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

ZHANG, D.; STENGER, A.; HAROU, P. A. Policy instruments for developing planted forests: Theory and practices in China, the US, Brazil, and France. **Journal of Forest Economics**, v. 21, n. 4, p. 223-237, 2015.



Contribuição de Autoria

1 Pábulo Diogo de Souza

Engenheiro Florestal, Mestre em Engenharia Florestal

<https://orcid.org/0000-0002-2446-8041> • pabulodiogo@gmail.com

Contribuição: Curadoria de dados; Análise de dados; Validação de dados e experimentos; Design da apresentação de dados; Desenvolvimento, implementação e teste de software; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

2 Jorge Antonio de Farias

Engenheiro Florestal, Me., Doutorado em Manejo Florestal e Economia Florestal, Professor

<https://orcid.org/0000-0001-7494-4176> • 5fariasufsm@gmail.com

Contribuição: Validação de dados e experimentos; Design da apresentação de dados; Supervisão

3 Matheus Moraes Ziembowicz

Engenheiro Florestal, Me., Doutorando

<https://orcid.org/0000-0002-8884-4536> • mmziembowicz@hotmail.com

Contribuição: Redação do manuscrito original

4 Daniele Bernardy

Engenheira Florestal, Doutoranda

<https://orcid.org/0000-0001-6058-3584> • danibernardy@hotmail.com

Contribuição: Redação do manuscrito original

Como citar este artigo

SOUZA, P. D.; FARIAS, J. A.; ZIEMBOWICZ, M. M.; BERNARDY, D. Produção florestal familiar como fonte de energia limpa: garantia de suficiência e sustentabilidade energética para a cura do tabaco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 3, e71524, p. 1-15, 2023. DOI 10.5902/1980509871524. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509871524>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.