

Artigos

Avaliação financeira, estoque de carbono e mitigação de metano pelas árvores em sistemas silvipastoris no bioma Pampa

Financial assessment, carbon stock and methane mitigation by trees in silvopastoral systems in the Pampa biome

Helio Tonini¹ 

¹Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS, Brasil

RESUMO

O objetivo foi estimar o regime de manejo mais rentável e o potencial de mitigação de metano entérico pelo crescimento das árvores em sistemas silvipastoris com eucalipto estabelecidos em pastagens nativas em áreas de pecuaristas familiares, na região de Bagé (RS). Foram coletados dados de crescimento e produção florestal em 15 propriedades rurais, levantados os custos de implantação, as dimensões e valor dos sortimentos florestais praticados na região. Os plantios foram agrupados por material genético, espaçamento e tipo de solo e, após, realizada a simulação com auxílio dos *softwares* SisILPFE.dunnii e SisILPFeucalipto para a obtenção de estimativas de crescimento e produção. A definição do melhor regime de manejo foi obtida pelo cálculo do Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA) e da Taxa Interna de Retorno (TIR), com uso do *software* Planin. Para o regime de manejo mais rentável em cada grupo, foi realizado o cálculo da mitigação de gases de efeito estufa seguindo as condicionantes para a obtenção do selo Carne Carbono Neutro. Estimou-se que regimes de manejo com o emprego de desbastes e uma idade de rotação entre 14 e 18 anos para os melhores e piores sítios, respectivamente, apresentam maior rentabilidade e potencial para mitigar as emissões de metano dos bovinos. A taxa de lotação animal neutralizável pelas árvores tem potencial para ser superior à taxa de lotação comumente empregada em pastagens nativas no Pampa, gerando um excedente de carbono que poderia ser utilizado para a remuneração dos produtores por serviços ambientais.

Palavras-chave: Gases de efeito estufa; Crescimento e produção florestal; Simulação



ABSTRACT

The objective was to estimate the most profitable management regimes and the potential for mitigating greenhouse gases by the growth of trees in silvopastoral systems with eucalyptus established in natural grasslands in areas of family ranchers, in the region of Bagé (RS). Data were collected on growth and forest production in silvopastoral systems located in 15 rural properties, surveying the implementation costs, and the dimensions and value of the forest assortments practiced in the region. The plantations were stratified by genetic material, initial planting spacing and soil type and, after that, the simulation was performed with the aid of SisILPFE.dunnii and SisILPFeucalipto software. The definition of the best management regime was obtained by calculating the Annualized Net Present Value (NPV) and the Internal Rate of Return (IRR), using the Planin software. For the most profitable management regime, the calculation of the mitigation of greenhouse gases was carried out following the conditions for obtaining the Carbon Neutral Meat protocol. It was estimated that management regimes with thinning and a rotation age between 14 and 18 years for the best and worst sites, respectively, have greater profitability and potential to mitigate methane emissions from cattle. The stocking rate neutralized by trees has the potential to be higher than the stocking rate commonly used in native pastures in the Pampa, generating a carbon surplus that could be used to remunerate cattle breeders for environmental services.

Keywords: Greenhouse gases; Forest growth and production; Simulation

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios estabelecidos para a agropecuária brasileira é o de intensificar a produção de forma sustentável, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa. Atualmente, o setor é responsável por 33,6% das emissões totais do país e a fermentação entérica contribui com mais da metade das emissões da agropecuária e 19% das emissões totais do Brasil (BRASIL, 2019).

Durante a conferência do clima das Nações Unidas-COP26, realizada na Escócia em 2021, o governo brasileiro apresentou uma nova meta de redução de 50% das emissões dos gases associados ao efeito estufa até 2030 e a neutralização das emissões de carbono até 2050. Para o setor agropecuário, foi lançado o Plano Setorial de Adaptação e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária (Plano ABC+), que tem a meta de reduzir a emissão de carbono equivalente em 1,1 bilhão de toneladas até 2030. A meta é expandir a área com tecnologias ABC para 72 milhões de hectares até 2030, sendo que destes, 10,1 milhões de hectares com sistemas de integração lavoura pecuária floresta.



Na metade sul do Rio Grande do Sul, norte da Argentina e Uruguai, as pastagens naturais são a principal base alimentar da bovinocultura de corte (GENRO; VOLK; BERNDT; CARVALHO; BAYER, 2020) e os campos nativos do bioma Pampa concentram 50% do rebanho bovino, e quase a totalidade do rebanho ovino gaúcho (VOLK; TRINDADE; GENRO, 2020).

Já a silvicultura é praticada em 1,03 milhão de hectares com 64,3% desta área plantada com eucalipto (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2022), com a maior concentração de florestas localizadas nos coredes da metade sul (AGEFLOR, 2020)

Integrar o componente florestal a pecuária com a utilização de sistemas silvipastoris pode ser considerada uma alternativa de produção sustentável para a região, uma vez que esses sistemas visam propiciar serviços ambientais, como o enriquecimento do solo, ciclagem eficiente de nutrientes, sequestro e armazenamento de carbono, provisão de abrigo, sombra e comida para gado e benefícios econômicos, como a geração de renda, diversificação e maior potencial de retorno sobre o investimento em terras (JOSE; WALTE; MOHAN KUNAR, 2019).

Nesse contexto, surgiram marcas conceito, como o Carne Carbono Neutro, lançado pela Embrapa em 2015 que visa atestar que os bovinos que deram origem à carne tiveram suas emissões de metano entérico compensadas durante o sistema de produção pelo crescimento das árvores, e também garantir que os animais foram criados em ambiente termicamente confortável, com alto grau de bem-estar pela presença da sombra (ALVES; ALMEIDA; LAURA, 2015)

Porém, a capacidade das árvores de sequestrar, estocar e mitigar as emissões de gases de efeito estufa em um sistema de Integração pecuária varia em função das características de crescimento da espécie florestal, do material genético, arranjo de plantio, densidade arbórea, manejo, idade, solo e clima (TORRES; JACOVINE; OLIVEIRA NETO; FRAISSE; SOARES; CASTRO NETO; FERREIRA; ZANUNCIO; LEMES, 2017; SCHETTINI; JACOVINE; TORRES; OLIVEIRA NETO; ROCHA; ALVES; VILLANOVA, 2017).



Por sua vez, as emissões dos animais variam em função do sistema de produção, das raças bovinas, categoria animal, grupos genéticos e da dieta em termos de quantidade, qualidade e grau de digestibilidade (CASTRO NETO; JACOVINE; TORRES; OLIVEIRA NETO; CASTRO; VILLANOVA; FERREIRA, 2017; SAKAMOTO; MÉO FILHO; MENDES; ALENCAR; TULLIO; FERRARI; LEME; BERNDT, 2020), o que traz algumas incertezas nas estimativas, justificando a necessidade de estudos e estimativas regionalizados.

Sendo assim, este trabalho foi elaborado com o objetivo de estimar regimes de manejo potencialmente mais rentáveis e a mitigação de metano entérico pelo crescimento das árvores em sistemas silvipastoris com eucalipto estabelecidos em pastagens nativas em áreas de pecuaristas familiares, no bioma Pampa.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Características dos locais e coleta dos dados

Os dados dendrométricos foram coletados entre junho de 2018 e agosto de 2019 em 15 Unidades de Referência Tecnológicas (URTs) implantadas pela Embrapa Pecuária Sul a partir de 2012, e os procedimentos para a coleta de dados podem ser obtidos em Tonini, Lucas e Perske (2020).

As URTs foram implantadas em propriedades de pecuária familiar com área de três hectares cada, divididas em dois espaçamentos de plantio em arranjo com linhas simples, sendo, neste estudo, avaliados os espaçamentos de 16 m x 2 m e 24 m x 2 m (312 e 208 árvores ha⁻¹) e dois materiais genéticos de eucalipto, sendo um seminal de *Eucalyptus dunnii* e um clonal de *Eucalyptus grandis* (clone 1071).

Os componentes para o cálculo do custo de implantação e manutenção do componente florestal nos sistemas silvipastoris por hectare são apresentados na Tabela 1. Detalhes técnicos sobre a implantação e condução das URTs podem ser obtidos em Lucas, Perske, Souza e Pimentel (2015).



Tabela 1 – Custo de implantação e manutenção por hectare do componente florestal em sistemas silvipastoris na região de Bagé (RS) em diferentes espaçamentos

Atividade	Ano	Custo (R\$) (16 x 2 m)	Custo (R\$) (24 x 2 m)
Controle de formigas	0	161,64	161,64
Preparo do solo	0	331,3	236,7
Plantio e replantio das mudas*	0	422,55	545,2
Adubação de base	0	110,645	75,39
Capina química	0	267,86	193,15
Adubação de cobertura	0	130,21	90,6
Capina química	1	267,86	193,15
Controle de formigas	1	75,0	75,0
Adubação de cobertura	1	130,21	90,6
Controle de formigas	1	37,5	37,5
Desrama	3	67,0	60,0
Total		2.001,73	1.758,93

Fonte: Autores (2022)

Em que: *custo das mudas mais a operação de plantio

O tipo, unidade de comercialização e o valor dos sortimentos florestais foram obtidos mediante pesquisa de mercado em empresas localizadas na região de Bagé. Uma vez que a unidade de comercialização varia com o sortimento, optou-se por calcular o seu valor de comercialização em metros cúbicos, por ser a unidade de entrada no software utilizado para as simulações. Como a madeira para lenha é comercializada empilhada em metros estéreos (st), utilizou-se um fator de empilhamento de 1,41.

Para o cálculo das receitas, foram considerados os seguintes sortimentos e preços de mercado: Toras para serraria (diâmetro mínimo de 25 cm e 5, 6 m de comprimento) - R\$ 130/m³; Poste (diâmetro mínimo variando entre 17 a 22 cm e comprimento entre 4 a 9 m) - R\$ 32,6/m³; vara grossa (diâmetro mínimo de 13 a 15 cm e comprimento de 3 a 9 m) - R\$ 32,7/m³; vara fina (diâmetro mínimo de 9 a 13 cm e comprimento variando entre 3 a 9 m) - R\$32,4/m³; Mourão (diâmetro mínimo entre 13 a 20 cm e comprimento de 2,2 m) - R\$ 34,7/m³ e a Lenha (toretas de 1 m com no mínimo 6 cm de diâmetro) - R\$ 42,8/m³.



A madeira produzida pode ser utilizada na propriedade na forma de palanques, mourões, tramas, etc., ou comercializada. Na comercialização, predomina a venda da madeira em pé, uma vez que os produtores não dispõem de mão-de-obra especializada e sua oferta é reduzida nas propriedades rurais. Neste tipo de comercialização, o comprador arca com as despesas do corte e o transporte da madeira, e paga, dependendo da distância em relação aos consumidores (serrarias, preservação sob pressão, frigoríficos e secadores de grãos) de 30% a 60% do volume comercializado ao produtor, com exceção da lenha que, normalmente, tem preço fixo estabelecido.

2.2 Estimativa de crescimento e produção

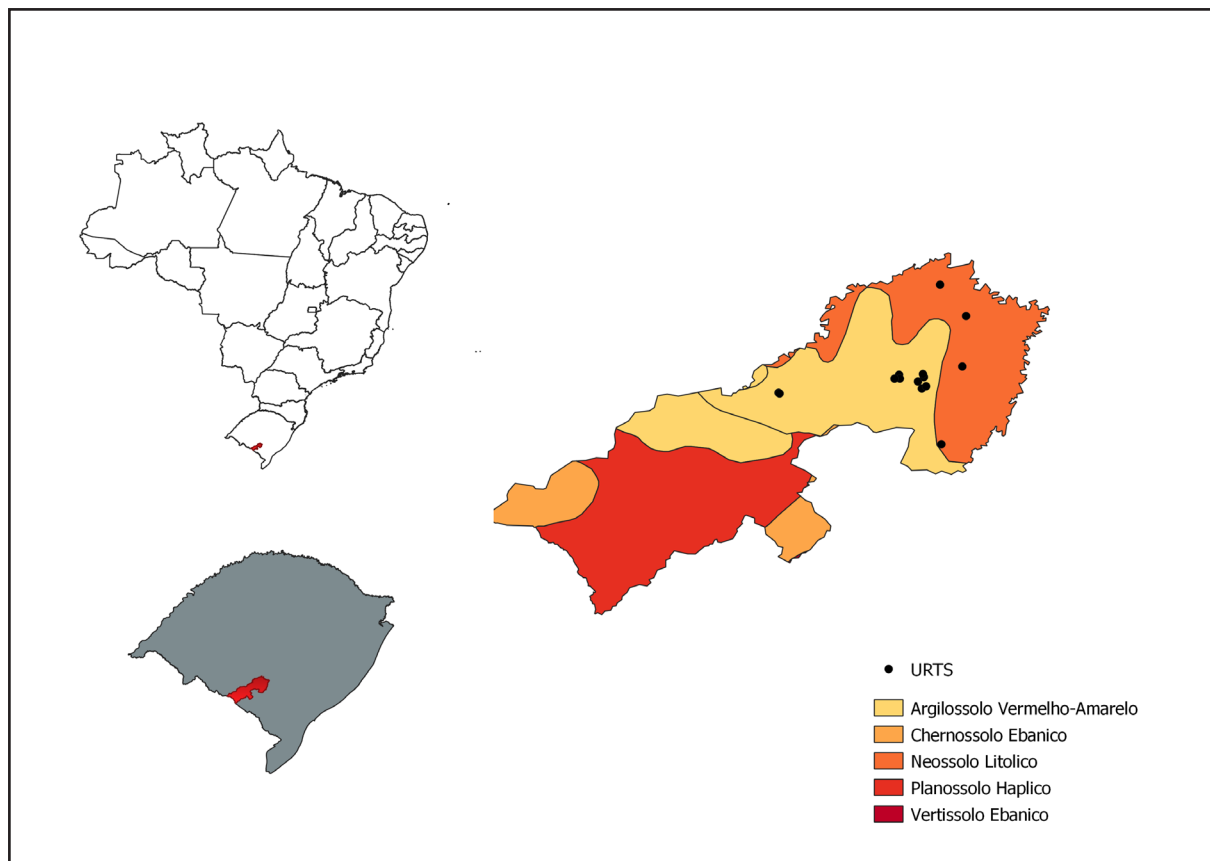
A partir dos dados de crescimento médios obtidos nos inventários florestais, foi realizada a simulação dos regimes de manejo, estimada a produção madeireira por classe diamétrica e sortimentos florestais com o auxílio dos *softwares* SisILPF_{E.dunnii} e SisILPF_{eucalipto} (OLIVEIRA; PORFIRIO-DA-SILVA; RIBASKI, 2018). Foram determinados o Índice de Sítio pela altura dominante segundo o conceito de Assmann e o volume estimado corrigido pelo Grau de Estoqueamento, conforme Schneider e Schneider (2008).

Para a determinação do Índice de Sítio, os plantios foram agrupados pelo tipo de solo, utilizando-se o mapa de solos do Brasil disponibilizado pelo IBGE e a localização geográfica de cada URT com o uso do *software* QGIS. Foram identificados plantios em dois grandes grupos de solos: Argissolos Vermelho Amarelo e Neossolos litólicos (Figura 1).

A definição do melhor regime de manejo para cada grupo formado pelo material genético, espaçamento e solo foi obtida pelo cálculo do Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA) e da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a taxa de desconto de 7,0 % a.a., próxima a utilizada pela linha de crédito do plano Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC) na sua primeira fase (2010-2020), destinada ao financiamento de tecnologias e sistemas de produção mais adaptados às mudanças climáticas e mitigadoras de gases de efeito estufa.



Figura 1 – Localização do estado, município e das Unidades de Referência Tecnológicas distribuídas por tipo de solo



Fonte: Autores (2022)

A análise financeira foi realizada com o *software* Planin (Oliveira, 2011). O horizonte de planejamento adotado foi o de 20 anos, determinado com base em estudos de viabilidade econômica para sistemas silvipastoris com *E.grandis* no bioma Pampa (OLIVEIRA; RIBASKI; ZANETTI; PENTEADO JUNIOR, 2008; WEIMANN; FARIAS; DEPONTI, 2017).

Para cada grupo foram simulados 22 regimes de manejo com e sem desbastes com a idade de corte final variando entre 12 e 20 anos (Tabela 2). O primeiro desbaste foi simulado de forma seletiva e por baixo aos seis anos de idade, com base na análise dos dados qualitativos, em que foi observado um percentual de árvores tortas e bifurcadas entre 5,0 e 18,9%, e de árvores dominadas e suprimidas variando de 11,8 a 30,1%, indicando a ocorrência de competição e indivíduos com má formação do fuste (TONINI; LUCAS; PERSKE, 2020).



Foram avaliados regimes de manejo com um a três desbastes leves e pesados (remoção de 30% e 50% do número de árvores), mantendo-se um número mínimo remanescente de 60 árvores por hectare de forma a ser mantida uma área de cobertura de copas entre 10 a 30% na área do sistema para promover a melhoria no conforto térmico dos animais (ALVES; ALMEIDA; LAURA, 2015).

2.3 Estimativa de mitigação de metano pelas árvores

O cálculo da mitigação de metano foi realizado seguindo as condicionantes para a obtenção do selo Carne Carbono Neutro-CCN (ALVES; ALMEIDA; LAURA, 2015) em que o componente florestal deve ser manejado de forma que parte da madeira produzida no sistema seja destinada para produtos de maior valor agregado, como madeira serrada, laminação e faqueados, que têm uso em produtos de maior vida útil e maior tempo de imobilização do carbono.

Neste conceito apenas é considerado o volume destinado para serraria, e deste, somente a porção da tora transformada em madeira serrada será contabilizada para os cálculos de mitigação da emissão dos animais (ALVES; ALMEIDA; LAURA; PORFIRIO-DASILVA; GOMES; MACEDO; PEREIRA; FERREIRA; BUNGENSTAB, 2018).

Para comparação, também foi calculada a mitigação computando a totalidade do volume comercial produzido, ou seja, o sequestro de carbono propiciado pelo crescimento das árvores durante a rotação do componente florestal.

O carbono fixado no tronco das árvores foi obtido multiplicando o volume do tronco pela densidade básica e o teor de carbono. Como a densidade básica da madeira para uma determinada espécie pode variar com o sítio, a idade, o espaçamento e a homogeneidade do material genético (SETTE JÚNIOR; OLIVEIRA; TOMAZELLO FILHO; MINORU YAMAJI; LACLAU, 2012) e não foram identificados estudos locais sobre os efeitos dos maiores espaçamentos arbóreos, adotados comumente em sistemas de integração, sobre a densidade básica para os materiais genéticos aqui estudados, optou-se por utilizar valores médios obtidos na literatura.



Para *Eucalyptus dunnii*, com base nos estudos de Ribeiro e Zanni Filho (1993) e Batista, Klitzke e Santos (2010), adotou-se os valores de 0,48 g Kg⁻¹ para idades de 1 a 8 anos e 0,56 g Kg⁻¹ para idades superiores a estas. Para *Eucalyptus grandis*, adotou-se 0,45 e 0,48 g Kg⁻¹ para idades inferiores e superiores a 14 anos, tendo como referência os trabalhos de Batista, Klitzke e Santos (2010), Sette Júnior, Oliveira, Tomazello Filho, Minoru Yamaji e Laclau (2012) e Medeiros Neto (2015).

Na conversão da biomassa seca de madeira para carbono fixado, adotou-se o fator 0,49 (OLIVEIRA; PORFIRIO-DA-SILVA; RIBASKI, 2018) e para a obtenção do teor de CO₂, este valor foi multiplicado pelo fator de conversão de 3,67, obtido em função dos pesos moleculares do carbono e do CO₂. O rendimento em tábuas serradas secas foi de 36,77% para *E.grandis* e 29,54% para *E.dunnii* conforme Rocha e Tomaselli (2022).

Os cálculos de CO₂ equivalente foram realizados com base nas estimativas de emissões obtidas por Genro, Volk, Berndt, Carvalho e Bayer (2020), de 54 kg de metano animal⁻¹ ano⁻¹ para novilhos pastejando em pastagem natural e 48 kg de metano animal⁻¹ ano⁻¹ em pastagem natural fertilizada e sobressemeada com azevém e trevo vermelho, considerando o potencial de aquecimento do CH₄ igual a 28 vezes o potencial de CO₂ (MYHRE; SHINDELL; BRÉON; COLLINS; FUGLESTVEDT; HUANG; KOCH; LAMARQUE; LEE; MENDOZA; NAKAJIMA; ROBOCK; STEPHENS; TAKEMURA; ZHANG, 2013).

O CO₂ equivalente (Mg ha⁻¹ ano⁻¹) acumulado pelas árvores durante a rotação foi obtido pela Equação (1):

$$CO_2 eq = \frac{V_{toras} \times RMS \times Db \times C}{r} \times PAG^{-1} \quad (1)$$

Em que: V_{toras} é o volume de toras para serraria (ha) produzida durante a idade de rotação do componente florestal; RMS é o rendimento em madeira serrada seca em porcentagem; Db é a densidade básica da madeira (g kg⁻¹); C é o carbono fixado na biomassa em porcentagem; r é a idade de rotação do componente florestal; PAG é o potencial de aquecimento global do metano.

A taxa de lotação neutralizável foi obtida pela razão entre o CO₂ eq e a estimativa de emissão por animal.



Tabela 2 – Regimes de manejo simulados no software SISILPF em cada grupo formado pelo material genético, espaçamento e tipo de solo

Regime de manejo	Idade (anos)							
	6	8	10	12	14	16	18	20
1				CF				
2					CF			
3						CF		
4							CF	
5								CF
6	DP			CF				
7	DP				CF			
8	DP					CF		
9	DP						CF	
10	DP							CF
11	DP		DP(DL)		CF			
12	DP		DP(DL)			CF		
13	DP		DP(DL)				CF	
14	DP		DP(DL)					CF
15	DP		DL	<i>DL</i>	CF	<i>CF</i>		
16	DP		DL	<i>DL</i>		CF	<i>CF</i>	
17	DP		DL	<i>DL</i>	DL		CF	<i>CF</i>
18	DP(DL)		DL		DL(CF)			CF
19	DL		DL		CF	<i>CF</i>		
20	DL		DL			CF	<i>CF</i>	
21	DL		DL		DL		CF	<i>CF</i>
22	DL		DL	<i>DL</i>	DL	<i>CF</i>		CF

Fonte: Autores (2022)

Em que: DL é o desbaste leve (remoção de 30% das árvores); DP é o Desbaste pesado (remoção de 50% das árvores); CF é o corte final; Letras em negrito indicam que o corte foi simulado apenas para o espaçamento de 16 m x 2 m; Letras em itálico indicam que o corte foi simulado apenas para o espaçamento 24 m x 2 m.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Crescimento, produção e regime de manejo

Os piores sítios foram observados em Neossolos litólicos (Tabela 3), o que se deve às características destes solos associadas às variáveis climáticas. Apresentam



horizonte A com aproximadamente 30 cm (MACEDO, 1984), sendo considerados rasos para o plantio de eucalipto (WREGE; HIGA; STEINMETZ; HERTER; REISSER JUNIOR; RADIN; MATZENAUER, 2009). Ocupam relevos fortemente ondulados, sujeitos à erosão, com problemas de falta de água durante a estação seca (MACEDO, 1984), o que resulta em menor crescimento, já que são mais propensos ao déficit hídrico, que ocorre com frequência na região durante o verão (WREGE; HIGA; STEINMETZ; HERTER; REISSER JUNIOR; RADIN; MATZENAUER, 2009).

Já os Argissolos são medianamente profundos, com horizonte A de 20 a 50 cm sem problemas de falta de água, com boa retenção, considerados moderadamente a imperfeitamente drenados (MACEDO, 1984).

A mortalidade que variou entre 17,3% a 31,9% foi mais alta para *E.grandis* no espaçamento de 24 m x 2 m em Neossolos Litólicos, o que pode estar associado as frequentes estiagens prolongadas no verão, em solos rasos, com baixa capacidade de retenção de umidade. A região de estudo foi considerada por Wrege, Higa, Steinmetz, Herter, Reisser Junior, Radin e Matzenauer (2009) como de grande fragilidade ambiental para o plantio de eucalipto, com ocorrência de geadas, estiagens, relevo bastante acidentado, presença de solos rasos, arenosos e pedregosos, e em alguns locais com presença de solos hidromórficos.

Os valores obtidos para o VPLA e a TIR nas simulações indicaram que a viabilidade econômica para os materiais genéticos e espaçamentos avaliados dependeram fortemente do regime de manejo adotado e das condições de comercialização da madeira (Figura 2). A TIR foi igual ou superior à taxa mínima de atratividade aqui considerada (7% aa) apenas em regimes de manejo com desbastes e os maiores valores de VPLA foram observados em regimes com dois a três desbastes.

Os Regimes de manejo sem desbastes (1 a 5 na Tabela 2) apresentaram valores negativos de VLPA para todas as condições avaliadas, na taxa de juros considerada, indicando que a realização do desbaste é fundamental para aumentar a rentabilidade, ao promover o aumento do espaço vital disponível às árvores remanescentes e a produção de toras para serraria com maior valor de mercado.



Tabela 3 – Médias dendrométricas para os materiais genéticos, arranjos, espaçamentos e tipo de solo na região de Bagé (RS)

Material genético	Espaçamento (m)	Idade (meses)	Solo	Mortalidade	DAP (cm)	H0 (m)	V total (m ³ ha ⁻¹)	IS
E.dunnii	16 x 2	63	AVA	20,9	20,0	17,6	53,12	20
E.grandis	16 x 2	63	AVA	17,3	15,8	16,5	32,7	18/19
	16 x 2	66	NL	22,0	14,8	15,8	27,7	16/17
Clone 1071	24 x 2	61	AVA	22,5	17,7	14,3	34,3	17/24
	24 x 2	64	NL	31,9	14,4	12,5	17,0	15/17

Fonte: Autores (2022)

Em que: AVA é o Argissolo Vermelho Amarelo; NL é o Nitossolo Litólico; DAP é o diâmetro tomado a 1,3 m do solo; HO é a altura dominante; IS é o índice de sítio obtidos nas URTs agrupadas por solo.

A idade de rotação e o regime de manejo mais rentável variaram conforme o material genético e o sítio. Maior rentabilidade foi obtida em regimes de manejo com dois a três desbastes (11 a 22), com idade de rotação variando entre 14 a 18 anos, sendo a menor, observada para o melhor sítio (*E.dunnii* crescendo em Argissolo Vermelho Amarelo).

De forma geral, o aumento das receitas pelo aumento do percentual volumétrico apropriado pelo produtor como renda não alterou o regime de manejo mais rentável. Para o melhor sítio, o valor do VPLA e TIR variou entre R\$ 74,91 e 292,7 ha⁻¹ ano⁻¹ e 9,7% e 14,7%, para o pior e o melhor cenário respectivamente. Já para o pior sítio (*E.grandis* em espaçamento 24 m x 2 m em NL) os valores variaram entre - R\$ 58,3 e 34,97 ha⁻¹ ano⁻¹ e 4,0% e 8,4%, indicando que para a taxa de juros considerada este arranjo de plantio neste tipo de solo só propiciaria retorno econômico em locais bem próximos aos consumidores de madeira.

E.grandis no espaçamento de 16 x 2 m implantados em AVA e NL mostraram-se economicamente atrativos apenas em regimes de manejo com a realização de desbastes e em locais próximos aos consumidores, desde que o retorno ao produtor esteja próximo a 50% do volume comercial. Plantios em AVA no espaçamento 24 x 2 m mostraram-se mais rentáveis com a realização de dois desbastes leves e corte final aos 18 anos. Ressalta-se que o cenário pode ser alterado pela valorização dos produtos florestais, melhor aproveitamento da madeira em produtos serrados,



pagamento por serviços ambientais e valorização da carne produzida neste tipo de sistema, entre outros.

Em estudo de mesma natureza no bioma Pampa, Oliveira, Ribaski, Zanetti e Penteado Junior (2008) obtiveram melhores indicadores econômicos ao também empregarem a modelagem com o uso do mesmo software para um sistema silvipastoril com *E. grandis* plantado em pastagem nativa em dois arranjos de plantio em linhas triplas nos espaçamentos de (3 m x 1,5 m) x 14 m e (3 m x 1,5 m) x 34 m com 1000 e 500 árvores ha⁻¹, respectivamente.

Para ambos os espaçamentos, os autores definiram um regime de manejo com dois desbastes (aos quatro e sete anos) e corte final aos 21 anos obtendo VPLA de R\$ 615,35 e R\$ 878,67 e TIR de 55,6% e 59,7% para o menor e maior espaçamento, respectivamente, adotando uma taxa de juros de 6% a.a.

Deveserressaltadoquevariáveis, como a qualidade dosítio e a densidadearbórea, influenciam as taxas de mortalidade, o crescimento florestal e, conseqüentemente, o volume, o tipo e o valor dos sortimentos florestais obtidos, que juntamente com os custos de implantação, manutenção e colheita, taxa de juros, distância e preços de mercado influenciam a rentabilidade dos sistemas de produção, dificultando assim as comparações financeiras entre sistemas de produção localizados em regiões distintas.

3.2 Estimativa de mitigação

Estimou-se que durante a rotação as árvores sequestraram entre 68,6 e 157,5 Mg de CO₂ ou 3,43 a 11,25 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ considerando o volume comercial produzido no fuste (Quadro 1). Esses valores foram inferiores aos estimados por Oliveira, Ribaski, Zanetti, Penteado Junior (2008) em sistema silvipastoril com *E. grandis* em Alegrete (RS) com 12,5 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, porém em uma idade de rotação de 21 anos e com maior densidade arbórea inicial (500 árvores ha⁻¹).

No entanto, nas condições edafoclimáticas brasileiras, em função do material genético, clima, densidade arbórea e idade de avaliação, as estimativas de sequestro de CO₂ pelo componente arbóreo em sistemas de ILPF variam entre 2,2 a 10,92 Mg



ha⁻¹ ano⁻¹ (CAMPANHA; COSTA; GONTIJO NETO, 2017; ROCHA; SCHETTINI; ALVES, 2017; CASTRO NETO; JACOVINE; TORRES; OLIVEIRA NETO; CASTRO; VILLANOVA; FERREIRA, 2017; SCHETTINI; JACOVINE; TORRES; OLIVEIRA NETO; ROCHA; ALVES; VILLANOVA, 2017; TORRES; JACOVINE; OLIVEIRA NETO; FRAISSE; SOARES; CASTRO NETO; FERREIRA; ZANUNCIO; LEMES, 2017; GONTIJO NETO; BORGHI; RESENDE; CAMPANHA; COSTA; SIMÃO; ALMEIDA; ALVES; PORFIRIO-DA-SILVA, 2018), em densidades arbóreas de 236 a 417 árvores por hectare, estando os valores estimados em Bagé (RS), dentro desta faixa.

Nos plantios desbastados, ao considerar apenas o carbono imobilizado na madeira destinada e desdobrada em serraria, estimou-se que em média 17,5% do volume comercial produzido foi utilizado no cálculo da neutralização de gases de efeito estufa, sendo menor do que os 25% estabelecido por Gontijo Neto, Borghi, Resende, Campanha, Costa, Simão, Almeida, Alves e Porfírio-da-Silva (2018) para a validação da marca conceito Carne Carbono Neutro. Isso ocorreu porque o volume considerado pelos autores levou em consideração apenas o diâmetro na ponta mais fina (18 cm), o que não é adequado às condições de comercialização local.

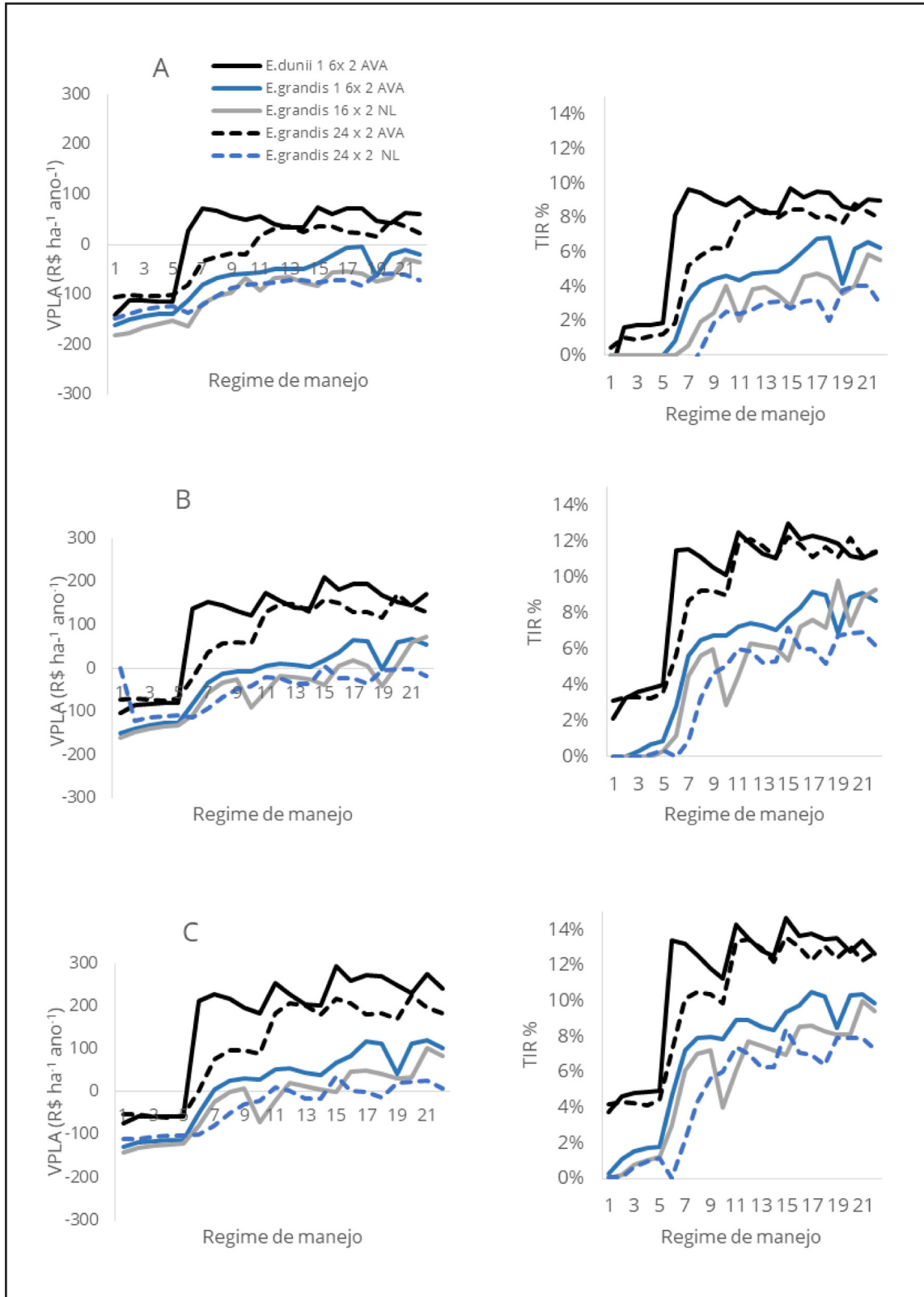
A estimativa do carbono sequestrado após o desdobro da madeira mitigou a emissão de metano de 0,5 a 1,9 UA ha⁻¹ ano⁻¹, dependendo do espaçamento, regime de manejo e do nível de tecnificação empregada na pastagem nativa. Exceto para *E.dunnii*, a não realização de desbastes inviabilizou o emprego do protocolo CCN no cálculo das mitigações devido à estimativa nula de produção de toras para serraria (Quadro 1).

De forma geral, a aplicação do protocolo Carne Carbono Neutro considerou apenas 17,5% do volume comercial e 15,7% do que foi fixado de CO₂ no tronco das árvores e transformado em produtos comerciais, como mourões, varas e lenha.

Mesmo com essa restrição, nos regimes de manejo com desbastes, os sistemas demonstraram grande potencial para mitigar o metano emitido pelo rebanho na taxa de lotação comumente adotada em pastagens nativas na região de estudo. A fertilização e o melhoramento do campo nativo aumentou a estimativa da taxa de lotação neutralizável pelo acúmulo de carbono na biomassa do tronco das árvores, uma vez que os animais emitem menos metano (GENRO; VOLK; BERNDT; CARVALHO; BAYER, 2020).



Figura 2 – Indicadores financeiros para os regimes de manejo avaliados em função da receita obtida pelo percentual do volume comercial apropriado pelo produtor (30%-A; 50%-B e 60%-C)



Fonte: Autores (2022)



A taxa de lotação média das pastagens brasileiras chega próxima a 1,0 UA ha⁻¹ ano⁻¹ (ALVES; ALMEIDA; LAURA, 2015) e em campo nativo no Rio Grande do Sul é de 70 a 230 kg de peso vivo ha⁻¹ ano⁻¹ (0,15 a 0,51 UA) para novilhos pastejando em pastagem natural sem e com o ajuste correto de carga animal. Com a adição de corretivos e fertilizantes, pode aumentar de 350 a 400 de peso vivo ha⁻¹ ano⁻¹ (0,78 a 0,89 UA) e chegar a 1000 kg de peso vivo ha⁻¹ ano⁻¹ (2,2 UA) também introduzindo espécies forrageiras de inverno (PNFM).

Considerando 25% da madeira comercial produzida no cálculo da neutralização pelo protocolo do Carne Carbono Neutro, Gontijo Neto, Borghi, Resende, Campanha, Costa, Simão, Almeida, Alves e Porfírio-da-Silva (2018) e Silva, Rodriques Filho, Carvalho, Santiago, Veloso e Martinez (2021) observaram um potencial médio de neutralização de 0,7 a 6 UA ha⁻¹ com densidades arbóreas variando entre 236 a 429 árvores ha⁻¹. As principais causas dessas variações e diferenças em relação a este estudo podem ser explicadas pela densidade arbórea, estimativas da produtividade e biomassa florestal, idade de avaliação, regime de manejo e do valor de referência adotado na estimativa de emissão dos animais.

Incluindo no cálculo da mitigação todo o volume comercial produzido durante a rotação do componente florestal, nos regimes de manejo com desbastes, as árvores sequestraram, em média, o equivalente às emissões de 9 a 12,2 UA ha⁻¹ ano⁻¹, e entre 5,8 a 7,5 UA ha⁻¹ ano⁻¹, em regimes sem desbaste, ou seja, uma diferença média de 4 UA ha⁻¹ ano⁻¹, que ocorreu pelo maior volume comercial produzido.

Em alguns cenários, a taxa de lotação animal neutralizável observada em Bagé foi superior à relatada por Oliveira, Ribaski, Zanetti, Penteado Junior (2008), com 8,3 UA ha⁻¹ ano⁻¹ em maior densidade arbórea e melhor sítio, o que ocorreu devido a estimativa de emissão e o potencial de aquecimento global do metano, utilizados 69 a 76 kg e ano⁻¹ e 23, respectivamente.



Quadro 1 – Fixação e mitigação de metano entérico por árvores de eucalipto em sistema silvipastoril em função do espaçamento, solo e regime de manejo em pastagem nativa com distintos níveis de tecnificação

Carne Carbono Neutro									
Material genético	Espaçamento	Solo	Regime de manejo	Volume contabilizado no cálculo (m ³ ha ⁻¹)	Fixação (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)		Taxa de lotação animal neutralizável (animais ha ⁻¹ ano ⁻¹)		
					CO ₂	CH ₄	PN	PNFM	
1	16 m x 2 m	AVA	15	34,8	2,6	0,09	1,7	1,9	
			2	2,11	0,2	0,01	0,10	0,11	
			21	26,6	1,8	0,06	1,2	1,6	
			4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2	24 m x 2 m	NL	21	33,2	1,6	0,06	1,1	1,2	
			4	0	0	0	0	0	
			20	47,6	2,1	0,07	1,4	1,6	
			5	0	0	0	0	0	
		NL	16	14,6	0,8	0,03	0,5	0,6	
			3	0	0	0	0	0	
			Volume comercial						
			1	16 m x 2 m	AVA	15	191,35	11	0,59
2	156,82	7,4				0,40	8,4	11,3	
21	185,9	7,0				0,38	7,9	10,6	
4	128,9	4,1				0,22	5,6	6,2	
2	24 m x 2 m	NL	21	166,2	5,8	0,31	6,5	8,8	
			4	114,9	3,6	0,20	4,1	5,5	
			20	240,2	8,2	0,44	9,2	12,4	
			5	160,7	4,6	0,25	5,1	6,9	
		NL	16	96,2	4,0	0,18	4,5	5,0	
			3	79,6	2,3	0,12	2,6	3,43	

Fonte: Autores (2022)

Em que: *E.dunii*; 2. *E.grandis*. PN é a pastagem natural; PNFM é a pastagem natural fertilizada e melhorada.

Os resultados obtidos corroboram com estudos de mesma natureza demonstrando que estes sistemas de produção geram um balanço positivo de carbono (TORRES; JACOVINE; OLIVEIRA NETO; FRAISSE; SOARES; CASTRO NETO; FERREIRA; ZANUNCIO; LEMES, 2017) e que a taxa de lotação animal neutralizável



pelas árvores em sistemas silvipastoris ou agrossilvipastoris, em diferentes regiões do Brasil, está geralmente acima da taxa de lotação média regional com excedentes variando entre 3,8 a 6,9 UA por hectare (OLIVEIRA; RIBASKI; ZANETTI; PENTEADO JUNIOR, 2008; CAMPANHA; COSTA; GONTIJO NETO, 2017; GONTIJO NETO; BORGHI; RESENDE; CAMPANHA; COSTA; SIMÃO; ALMEIDA; ALVES; PORFÍRIO-DA-SILVA, 2018; SILVA; RODRIQUES FILHO; CARVALHO; SANTIAGO; VELOSO; MARTINEZ, 2021).

Além da diversificação de renda e mitigação de gases de efeito estufa, os sistemas silvipastoris ainda agregam bem-estar e conforto térmico aos animais. Na região da Campanha do Rio Grande do Sul, as temperaturas ou sensações térmicas extremas, nos verões e nos invernos são consideradas como limitantes para a produtividade animal, além de aumentar a mortalidade de cordeiros no inverno quando ocorre o período de parição (LUCAS; PERSKE; SOUZA; PIMENTEL, 2015).

Os serviços ambientais propiciados pelas árvores podem ainda ser utilizados na valorização da carne produzida no bioma ao anular as emissões dos animais, propiciando um produto de alta qualidade alinhado ao esforço global de enfrentamento às mudanças climáticas.

4 CONCLUSÕES

Nos sistemas silvipastoris avaliados, a viabilidade econômica dependeu fortemente do sítio, do regime de manejo adotado e das condições de comercialização da madeira. Estimou-se que regimes de manejo com o emprego de desbastes e idade de rotação entre 14 e 18 anos apresentam maior rentabilidade e potencial para mitigar as emissões de metano dos bovinos.

As estimativas indicaram que a taxa de lotação animal neutralizável pelas árvores tem potencial para ser superior à taxa de lotação comumente empregada em pastagens nativas no Pampa, gerando um excedente de carbono que poderia ser utilizado para a remuneração dos produtores por serviços ambientais.



AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Associação Rede ILPF, ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e à Emater/RS-Ascar pela parceria no financiamento e desenvolvimento de todas as etapas do projeto Silvipastoril na Região da Campanha.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A. **Carne carbono neutro**: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Brasília, DF: Embrapa Gado de Corte, 2015.

ALVES, F.V.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; GOMES, R. da C.; MACEDO, M. C. M.; PEREIRA, M. de A.; FERREIRA, A. D.; BUNGENSTAB, D. J. **50 perguntas, 50 respostas sobre a carne carbono neutro (CCN)**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2018.

ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS (AGEFLOR). **O setor de base florestal no Rio Grande do Sul 2020**. Disponível em: <http://www.ageflor.com.br/noticias/wp-content/uploads/2020/12/O-Setor-de-Base-Florestal-no-Rio-Grande-do-Sul-2020-ano-base-2019.pdf>. Acesso em: 18/11/2022

BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; SANTOS, C. V. T. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de Eucalyptus. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 665-674, out./dez. 2010.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Secretaria de Políticas para a Formação e Ações Estratégicas. Coordenação-Geral do Clima. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 5. ed. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2019.

CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. C. da; GONTIJO NETO, M. M. **Crescimento, estoque de carbono e agregação de valor em árvores de eucalipto em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no cerrado de Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017.

CASTRO NETO, F.; JACOVINE, L. A. G.; TORRES, C. M. M. E.; OLIVEIRA NETO, S. N. de; CASTRO, M. M. de; VILLANOVA, P. H.; FERREIRA, G. L. Balanço de Carbono – Viabilidade econômica de dois sistemas agroflorestais em Viçosa, MG. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, e00092114, 2017.

GENRO, T. C. M.; VOLK, L. B. S.; BERNDT, A.; CARVALHO, P. C. de F.; BAYER, C. Emissões de metano entérico por bovinos de corte em pastagem natural com distintos níveis de intensificação. In: SOTTA, E. D.; SAMPAIO, F. G.; COSTA, M. S. N. (org.). **Coletânea de fatores de emissão e remoção de gases de efeito estufa da pecuária brasileira**. Brasília, DF: MAPA/SENAR, p. 84-85, 2020.



GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; RESENDE, A. V. de; CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. C. da; SIMÃO, E. de P.; ALMEIDA, R. G. de; ALVES, F. V.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Mitigação de gases de efeito estufa em sistema de Integração Pecuária-Floresta e potencial de produção de Carne Carbono Neutro**: Fazenda Lagoa dos Currais, Curvelo-MG. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Radiografia da agropecuária gaúcha**. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/radiografia-da-agropecuariagaucha#:~:text=A%20Radiografia%20da%20Agropecu%C3%A1ria%20Ga%C3%BAcha,do%20Rio%20Grande%20do%20Sul>. Acesso em: 18/11/2022.

JOSE, S.; WALTER, D.; MOHAN KUNAR, B. Ecological considerations in sustainable silvopasture design and management. **Agroforest Systems**. v. 93, n. 1, p. 317–331, 2019.

LUCAS, M. A. K.; PERSKE, R. C. F.; SOUZA, R. H. V.; PIMENTEL, D. C. C. **Sistema silvipastoril na Região da Campanha do Rio Grande do Sul**. Embrapa Pecuária Sul: Bagé, 2015.

MACEDO, W. **Levantamento de reconhecimento dos solos do município de Bagé RS**. Bagé: EMBRAPA-UEPAE, 1984.

MEDEIROS NETO, P. N. Massa específica básica, teores de casca, cerne e alburno de sete espécies de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, II. **Anais...** Belo Horizonte, 2015.

MYHRE, G.; SHINDELL, D.; BRÉON, F. M.; COLLINS, W.; FUGLESTVEDT, J.; HUANG, J.; KOCH, D.; LAMARQUE, J. F.; LEE, D.; MENDOZA, B.; NAKAJIMA, T.; ROBOCK, A.; STEPHENS, G.; TAKEMURA, T.; ZHANG, H. Anthropogenic and natural radiative forcing. In: STOCKER, T. F.; QIN, D.; PLATTNER, G. K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S. K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P. M. (Ed.). **Climate Change 2013: the physical science basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 659-740. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K.; CARVALHO, P. C. de F.; SANT'ANNA, D. M. Produção Animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. de S.; JACQUES, A. V. Á. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p.175-197, 2009.

OLIVEIRA, E. B. de; RIBASKI, J.; ZANETTI, E. A.; PENTEADO JUNIOR, J. F. Produção, carbono e rentabilidade econômica de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* em sistemas silvipastoris no sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Curitiba, n. 57, p. 45-56, jul./dez. 2008.

OLIVEIRA, E. B.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; RIBASKI, J. SisILPF, Software para simulação do crescimento produção, metano e manejo do componente florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 4., 2018, Ribeirão Preto. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa; Colombo: Embrapa Florestas, p. 127-133, 2018.

RIBEIRO, F.A.; ZANINI FILHO, J. Variação da densidade básica da madeira em espécies/procedências de *Eucalyptus* spp. **IPEF**, Piracicaba, n.46, p.76-85, jan./dez. 1993.



ROCHA, S. J. S.; SCHETTINI, B. L. S.; ALVES, E. B. B. M. Balanço de carbono em três sistemas silvipastoril no sudeste do Brasil. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 39, p. 33-40, 2017.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. S. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2008.

SAKAMOTO, L. S.; MÉO FILHO, P.; MENDES, E. D. M.; ALENCAR, M. M. de; TULLIO, R. R.; FERRARI, F. B.; LEME, P. R.; BERNDT, A. Emissão de metano entérico de bovinos cruzados Canchim, Angus e Charolês, terminados em confinamento. In: SOTTA, E. D.; SAMPAIO, F. G.; COSTA, M. de S. N. (org.). **Coletânea de fatores de emissão e remoção de gases de efeito estufa da pecuária brasileira**. Brasília, DF: MAPA/SENAR, p. 54-55, 2020.

SCHETTINI, B. L. S.; JACOVINE, L. A. G.; TORRES, C. M. M. E.; OLIVEIRA NETO, S. N. de; ROCHA, S. J. S. S. da; ALVES, E. B. B. M.; VILLANOVA, P. H. Estocagem de Carbono em Sistemas Silvipastoris com Diferentes Arranjos e Materiais Genéticos. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 4, n. 4, p.175-179, out/nov. 2017.

SETTE JÚNIOR, C. R.; OLIVEIRA, I. R. de; TOMAZELLO FILHO, M.; MINORU YAMAJI, F.; LACLAU, J. P. Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 6, p.1183-1190, dez. 2012.

SILVA, R. R.; RODRIQUES FILHO, J. A.; CARVALHO, E. J. M.; SANTIAGO, A. V.; VELOSO, C. A. C.; MARTINEZ, G. B. Estoque de carbono e mitigação de metano produzido por bovinos em sistema integração pecuária-floresta (IPF) com eucalipto no Sudeste Paraense. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 4, p. 39997-40016, abr. 2021.

TONINI, H.; LUCAS, M. A. K.; PERSKE, R. C. F. **Desempenho e potencial econômico para o eucalipto em sistemas silvipastoris em Bagé-RS**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2020.

TORRES, C. M. M. E.; JACOVINE, L. A. G.; OLIVEIRA NETO, S. N. de; FRAISSE, C. W.; SOARES, C. P. B.; CASTRO NETO, F. de; FERREIRA, L. R.; ZANUNCIO, J. C.; LEMES, P. G. Greenhouse gas emissions and carbon sequestration by agroforestry systems in southeastern Brazil. **Scientific Report**, n. 7, 16738, 2017.

VOLK, L.B.S.; TRINDADE, J.P.P.; GENRO, T.C.M. Estoque de carbono orgânico e emissão de gases de efeito estufa do solo em área de campo nativo do bioma Pampa. In: SOTTA, E. D.; SAMPAIO, F. G.; COSTA, M. de S. N. (org.). **Coletânea de fatores de emissão e remoção de gases de efeito estufa da pecuária brasileira**. Brasília, DF: MAPA/SENAR, 2020. p.100-101.

WEIMANN, C.; FARIAS, J. A.; DEPONTI, G. Viabilidade econômica do componente arbóreo de sistema agrossilvipastoril comparado ao plantio de florestal na pequena propriedade rural. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 429-436, out./dez. 2017.

WREGGE, M. S.; HIGA, R. C. V.; STEINMETZ, S.; HERTER, F. G.; REISSER JUNIOR, C.; RADIN, B.; MATZENAUER, R. Critérios para o zoneamento agroclimático do eucalipto. In: FLORES, C. A.; ALBA, J. M. F.; WREGGE, M. S. **Zoneamento agroclimático do Eucalipto para o Estado do Rio Grande do Sul e edafoclimático na região Corede Sul-RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.



Contribuição de Autoria

1 Helio Tonini

Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0003-1123-7604> • helio.tonini@embrapa.br

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Recebimento de financiamento; Pesquisa; Metodologia; Administração do projeto; Disponibilização de ferramentas; Desenvolvimento, implementação e teste de software; Supervisão; Validação de dados e experimentos; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

TONINI, H. Avaliação financeira, estoque de carbono e mitigação de metano pelas árvores em sistemas silvipastoris no bioma Pampa. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 3, e70606, p. 1-22, 2023. DOI 10.5902/1980509870606. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509870606>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.