

Estimativa de mitigação de gases de efeito estufa em sistemas silvipastoris no Bioma Pampa

Helio Tonini¹

Engenheiro Florestal, Dr. Pesquisador, Embrapa Pecuária Sul, Bagé (RS). E-mail: helio.tonini@embrapa.br

Resumo

O objetivo foi o de estimar o potencial de mitigação de gases de efeito estufa pelo crescimento das árvores em sistemas silvipastoris com eucalipto estabelecidos em pastagens nativas em áreas de pecuaristas familiares, na região de Bagé (RS). Foi realizada a definição do regime de manejo mais rentável por material genético, espaçamento e grupo de solo e efetuado o cálculo da mitigação de gases de efeito estufa seguindo as condicionantes para a obtenção do selo Carne Carbono Neutro. Concluiu-se que os sistemas apresentam grande potencial para gerar retorno econômico e mitigar as emissões dos animais gerando um excedente de carbono que poderia ser utilizado para a remuneração dos produtores por serviços ambientais.

Palavras-chave: sequestro de carbono; Carne Carbono Neutro; Eucalipto

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).

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 et al, 2014) e os campos nativos do bioma Pampa concentram 50% do rebanho bovino, e quase a totalidade do rebanho ovino gaúcho (Volk et al. 2020).

Portanto, integrar o componente florestal a pecuária com a utilização de sistemas silvipastoris implantados em arranjos e densidades arbóreas que permitam boa capacidade de oferta de forragem durante a rotação da espécie florestal, pode ser considerada como uma alternativa de para o uso mais eficiente do solo ao propiciar diversificação de renda com o uso e comercialização de produtos florestais e agregar benefícios ambientais como o sequestro de carbono e conforto térmico aos animais.

Neste 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 et al.2015), sendo este trabalho realizado com o objetivo de estimar o potencial de mitigação de gases de efeito estufa pelo crescimento das árvores em sistemas silvipastoris com eucalipto estabelecidos em pastagens nativas em áreas de pecuaristas familiares, no bioma Pampa.

Material e métodos

Os dados foram coletados em 15 Unidades de Referência Tecnológicas (URTs) implantadas pela Embrapa Pecuária Sul a partir de 2012 na região de Bage (RS). 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 nos espaçamentos de 16 m x 2 m e 24 m x 2 m (312 e 208 árvores ha⁻¹) utilizando-se um clone de *Eucalyptus grandis* (1071).

Foram levantados os custos de implantação e manutenção por hectare do componente florestal nos sistemas silvipastoris e o tipo, unidade de comercialização e valor dos sortimentos florestais praticados na região. 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. Foi considerada a venda da madeira em pé,

A partir dos dados de crescimento médios obtidos nos inventários florestais foi determinado o índice de sítio pela altura dominante segundo o conceito de Assmann, realizada a simulação dos regimes de manejo e estimada a produção madeireira por classe diamétrica e sortimentos florestais com o auxílio do software SisLPF^{euca}lipo (Oliveira et al. 2018). O volume estimado foi 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 localizados em dois grandes grupos de solos: Argissolos Vermelho Amarelo e Neossolos litólicos (Figura 1)

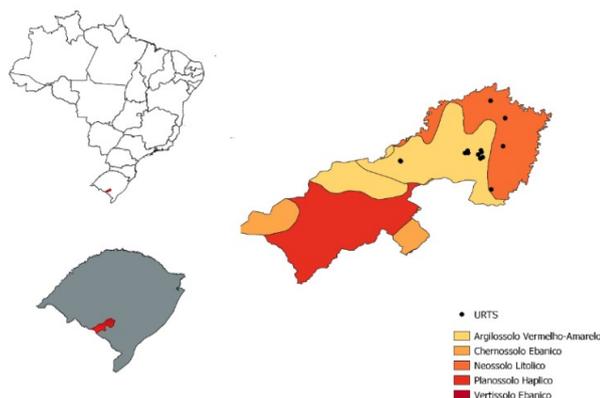


Figura 1- Localização do estado, município e das Unidades de Referência Tecnológicas distribuídas por tipo de solo.

A definição do melhor regime de manejo para cada grupo foi obtida pelo cálculo do Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA) e da Taxa Interna de Retorno (TIR) para a taxa de desconto de 7 % a.a., utilizada no financiamento pelo plano Agricultura de Baixo Carbono. 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 et al.2008 e Weimann et al., 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. 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, 2015).

O cálculo da mitigação de gases de efeito estufa foi realizado seguindo as condicionantes para a obtenção do selo Carne Carbono Neutro-CCN (Alves et al. 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 deve ser contabilizada para os cálculos de mitigação da emissão de carbono entérico dos animais (Alves et al.2018).

O carbono fixado no tronco das árvores foi obtido pela estimativa da biomassa multiplicando o volume pela densidade básica e o teor de carbono. Para a Densidade básica utilizou-se 0,45 e 0,48 g Kg⁻¹ para idades inferiores e superiores a 14 anos, respectivamente. Na conversão da biomassa seca de madeira para carbono fixado adotou-se o fator 0,49 (Oliveira et al.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 (Tito 2010). O rendimento em tabuas serradas secas considerado foi de 36,77% conforme Rocha e Tomaselli (2022)

As emissões de CO₂ eq oriundos do metano entérico dos animais foram estimadas com base nas estimativas de Genro et al. (2020) com de 54 kg de metano ano⁻¹ para novilhos pastejando em pastagem natural e 48 kg de metano ano⁻¹ para pastagem natural fertilizada e sobressemeada com azevem e trevo vermelho considerando o potencial de aquecimento do CH₄ igual a 28 vezes o potencial de CO₂ (Myhre et al., 2013).

Resultados e discussão

Os piores sítios foram observados em Neossolos litólicos, o que se deve as 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 et al. 2009).

A idade de rotação e o regime de manejo mais rentável variou com o sítio. Maior rentabilidade foi obtida em regimes de manejo com dois a três desbastes com idade de rotação variando entre 14 a 18 anos, sendo a menor observada para o melhor sítio.

Para os melhores sítios o valor do VPLA e TIR variou entre R\$ 74,91 e 292,7 ha⁻¹ ano⁻¹ e 9,7% e 14,7%, Já para o pior sítio 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 os plantios neste tipo de solo só propiciam retorno econômico em locais bem próximos aos consumidores de madeira.

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. Estes valores foram inferiores aos estimados por Oliveira et al. (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)

Ao considerar apenas o carbono imobilizado na madeira destinada e desdobrada em serraria, estimou-se que, em média, apenas 17,5% do volume comercial produzido foi utilizado no cálculo da neutralização de gases de efeito estufa. A estimativa do carbono equivalente 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. A não realização de desbastes inviabilizou o emprego do protocolo CCN no cálculo das mitigações devido as baixas estimativas de produção no volume de toras para serraria.

Estas estimativas indicaram que nos regimes de manejo com desbastes, as árvores têm grande potencial para sequestrar o metano emitido pelo rebanho na taxa de lotação comumente adotada em pastagens nativas na região de estudo.

A taxa de lotação média comumente empregada na região em pastagens nativas não melhoradas varia entre 0,3 a 0,77 UA ha⁻¹ (Gonçalves et al. 1999) e pode variar entre 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 o aumento do nível tecnológico pode variar entre 350 a 400 Kg de peso vivo ha⁻¹ ano⁻¹ (0,78 a 0,89 UA), com a adição de corretivos e fertilizantes e até 1000 kg de peso vivo ha⁻¹ ano⁻¹ (2,2 UA) quando além da correção e da adubação do solo se realiza a introdução de espécies forrageiras de inverno (Nabinger et al. 2009).

Incluindo todo o volume comercial produzido durante a rotação do componente florestal as árvores sequestraram, em média, o equivalente as emissões de 9 a 12,2 UA ha⁻¹ ano⁻¹, corroborando com estudos de mesma natureza demonstrando que a taxa de lotação animal neutralizável pelas árvores em sistemas silvipastoris ou agrossilvipastoris, em diferentes regiões do Brasil, supera a taxa de lotação média regional com excedentes variando entre 3,8 a 6,9 UA por hectare. (Oliveira et al. 2008; Campanha et al. 2017; Gontijo Neto et al. 2018; Silva et al. 2021).

Conclusões

Sistemas silvipastoris com eucalipto implantados em arranjos de linhas simples com baixa densidades arbórea inicial (208 a 312 árvores por hectare), apresentam maior potencial para propiciar retorno econômico e mitigar as emissões dos animais em regimes de manejo com o emprego de desbastes, com uma taxa de lotação animal neutralizável bem acima da empregada em pastagens nativas no bioma Pampa, gerando um excedente de carbono que poderia ser utilizado para a remuneração dos produtores por serviços ambientais.

Agradecimentos

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

Referencias bibliográficas

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. 32 p.

- ALVES, F.V.; ALMEIDA, R.G.; LAURA, V.A.; et al. **50 perguntas, 50 respostas sobre a Carne Carbono Neutro (CCN)**, Campo Grande, MS : Embrapa Gado de Corte, 2018, 29 p.
- 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; 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. 24 p.
- GENRO, T. C. M.; FARIA, B.; SILVA, M. da; AMARAL, G.; CEZIMBRA, I.; SAVIAN, J.; BERNDT, A.; BAYER, C.; CARVALHO, P. Methane emission by beef steers on natural grassland in Southern Brazil. In: LIVESTOCK, CLIMATE CHANGE AND FOOD SECURITY CONFERENCE, 2014, Madrid. Conference abstract book [...]. [Paris]: INRA, 2014. p. 48.
- GONÇALVES, J. O. N. **Campos naturais da região da Campanha do Rio Grande do Sul**. Bagé: EMBRAPA-CPPSUL, 1999. 30 p.
- GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; RESENDE, A.V.; et al. **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, 17p.
- MYHRE, G.; SHINDELL, D.; BRÉON, F. M.; et al. 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.; et al. **Produção Animal com base no Campo Nativo: Aplicações de Resultados de Pesquisa**. In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S et al. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p.175-197, 2009.
- OLIVEIRA, E.B.; RIBASKI, J.; ZANETTI, E.A.; et al. **Produção, carbono e rentabilidade econômica de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* em sistemas silvipastoris no sul do Brasil**. *Pesquisa Florestal Brasileira*, n.57, p.45-56, 2008.
- OLIVEIRA, E. B. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 68 p.
- OLIVEIRA, E.B; PORFIRIO-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, 2018. p. 127-133.
- ROCHA, M.P.; TOMASELLI, I. **Efeito do modelo de desdobro no rendimento e na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii***. Disponível em: <http://www.celsofoelkel.com.br/artigos/Voluntario_95.pdf> Acesso em 12/04/2022.
- SCHNEIDER, P.R; SCHNEIDER, P.S.P.S. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2008, 566p.
- SILVA, R.R.; RODRIQUES FILHO, J.A.; CARVALHO, E.J.M.; et al. **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*, v.7, n.4, p. 39997-40016, 2021
- TITO, M. R. **Guia para determinação de carbono em pequenas propriedades rurais**. Belém: Centro Mundial de Agroflorestas ICRAF, 2010. 81 p. ISBN: 978-92-9059-248-8. (Manual Técnico 11).
- 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*, v.37, n.2.p.429-436, 2017.
- WREGE, M.S.; HIGA, R.C.V.; STEINMETZ, S.; et al. **Critérios para o zoneamento agroclimático do eucalipto**. In: FLORES, C.A.; ALBA, J.M.F.; WREGE, 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, p.47-50.