

Inovações tecnológicas no manejo da pastagem e do pastejo frente às perspectivas de mudanças climáticas

Technological innovations in pasture management and grazing facing the prospect of climate change

Innovaciones tecnológicas en el manejo de pastos y pastoreo ante las perspectivas del cambio climático

Recebido: 02/02/2022 | Revisado: 14/02/2022 | Aceito: 10/03/2022 | Publicado: 18/03/2022

Thays Correa Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4300-6798>
Universidade Estadual do Norte Fluminense, Brasil
E-mail: thayscosta.agro@gmail.com

Jessica Taynara da Silva Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0747-3201>
Universidade Estadual do Norte Fluminense, Brasil
E-mail: jessicamartins1609@gmail.com

Patrícia do Socorro Cruz da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1215-5953>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: patyagro93@gmail.com

José Jean Borges Leão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4361-8447>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: jeannj15@hotmail.com

Victória Carolline do Moraes Gatti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7400-1685>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: victoriagatti.agro@gmail.com

Mateus Oliveira Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6359-1029>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: olivermateus11@gmail.com

Juliana Fernanda Monteiro de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5503-8634>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: juliana.souza@ufra.edu.br

Claudete Rosa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5063-8932>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: claudete.silva@ufra.edu.br

Vicente Filho Alves Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2396-6986>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: vicente.silva@ufra.edu.br

Priscilla Andrade Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2774-3192>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: priscilla.andrade@ufra.edu.br

Resumo

O sistema de produção animal deve ser ecológica e ambientalmente adequado de modo a prover sustentabilidade, aliando as novas tecnologias frente aos desafios globais: alterações climáticas e bioenergia dentre outros. Este trabalho objetiva relatar a contribuição das inovações tecnológicas no manejo da pastagem e do pastejo frente às perspectivas de mudanças climáticas. A revisão sistemática da literatura foi realizada por meio do portal de periódicos Capes e Biblioteca Virtual de Ciências Agrárias, utilizando pesquisa avançada com a combinação dos descritores “tecnologia do pastejo”, “manejo de pastagem”, “sistemas de pastejo”. Impactos das atividades agrícolas, emissão e sequestro de gás carbono, dieta do animal, biodigestores, sistemas integrados, efeito estufa, a pecuária e a responsabilidade social mediante o uso de inovações tecnológicas e os desafios na integração lavoura-pecuária são também discutidos. Logo, a produtividade e a sustentabilidade deve ser o fundamento para o desenvolvimento da atividade agropecuária, onde o

conhecimento científico e tecnológico desempenhará papel de destaque. A sustentabilidade deve ser a base para o desenvolvimento econômico da agropecuária da através do aumento da produtividade, que reduzirá a pressão sobre o desmatamento.

Palavras-chave: Atividades agrícolas; Dieta animal; Efeito estufa.

Abstract

The animal production system must be ecologically and environmentally sound in order to provide sustainability, combining new technologies responding to global challenges: climate change and bioenergy among others. This study reports the contribution of technological innovations in the management of pasture and grazing facing the prospect of climate change. A systematic literature review was carried out through the Capes journal portal and the Virtual Library of Agrarian Sciences, using advanced research with the combination of the descriptors “grazing technology”, “pasture management”, “grazing systems”. Impacts of agricultural activities, emission and carbon gas sequestration, the animal's diet, digesters, integrated systems, greenhouse, livestock and social responsibility through the use of technological innovations and challenges in crop-livestock integration are also discussed. Therefore, the productivity and sustainability must be the foundation for the development of agricultural activity, where scientific and technological knowledge will play a prominent role. Sustainability should be the basis for the economic development of agriculture by increasing productivity, which will reduce the pressure on deforestation.

Keywords: Agricultural activities; Animal diets; Greenhouse effect.

Resumen

El sistema de producción animal debe ser ecológica y ambientalmente adecuado para brindar sustentabilidad, combinando nuevas tecnologías ante los desafíos globales: cambio climático y bioenergía, entre otros. Este trabajo tiene como objetivo reportar la contribución de las innovaciones tecnológicas en el manejo de pastos y pastoreo frente a las perspectivas del cambio climático. Se realizó una revisión sistemática de la literatura a través del portal de la revista Capes y la Biblioteca Virtual de Ciencias Agrarias, utilizando investigación avanzada con la combinación de los descriptores “tecnología de pastoreo”, “manejo de pastos”, “sistemas de pastoreo”. También se discuten impactos de las actividades agrícolas, emisión y secuestro de gas carbónico, dieta animal, biodigestores, sistemas integrados, efecto invernadero, ganadería y responsabilidad social mediante el uso de innovaciones tecnológicas y desafíos en la integración cultivo-ganadería. Por tanto, la productividad y la sostenibilidad deben ser la base para el desarrollo de la actividad agrícola, donde el conocimiento científico y tecnológico jugará un papel destacado. La sostenibilidad debe ser la base para el desarrollo económico de la agricultura y la ganadería a través del aumento de la productividad, lo que reducirá la presión sobre la deforestación.

Palabras clave: Actividades agrícolas; Dieta animal; Efecto invernadero.

1. Introdução

As práticas agrícolas e pecuárias em muitos anos vêm apresentando problemas sejam eles em níveis econômicos sociais e ambientais. O modelo de práticas de monocultivo fortalecido a partir da Revolução Verde, de tal modo utilizando inconsequentemente defensivos, fertilizantes, maquinários e outros insumos para garantir a lucratividade desse modo de produção, dessa forma a utilização desses recursos desencadearam graves consequências para a sociedade e meio ambiente e deram origem a discussões acerca do desenvolvimento de padrões mais sustentáveis para a produção de alimentos, fibras, bioenergia e produtos madeireiros e não madeireiros (Schembergue *et al.*, 2017). Apesar de tais práticas serem adotadas com o intuito de aumentar a produtividade no campo, elas trouxeram impactos negativos de âmbito social, ambiental e econômico, inegáveis (Vinholis *et al.*, 2018). Em se tratando de pecuária sustentável, várias são as pesquisas realizadas ao longo dos últimos anos em todo o mundo, principalmente devido as variações climáticas abruptas no globo terrestre, pois este modelo de produção baseia-se em pastagens, as quais demandam de dois terços da área agricultável no mundo.

Almeida *et al.* (2019) apontam que 80% das pastagens cultivadas no Brasil central encontram-se em algum estágio de degradação, o que afeta diretamente a sustentabilidade da pecuária, como consequências diretas desse processo de degradação, os autores citam os baixos índices zootécnicos e a baixa produtividade de carne e leite por hectare, além do reduzido retorno econômico e ineficiência do sistema. A falta de nutrientes no solo e o manejo incorreto são indicados como os principais motivos do desgaste nos pastos, isto ocasiona a redução no sequestro de carbono, o que representa uma compensação às emissões de metano e óxido nitroso (Borghetti *et al.*, 2018). A criação de bovinos a pasto é, tradicionalmente, a atividade mais utilizada na

ocupação de áreas de fronteira agrícola no Brasil, principalmente por ser a forma menos onerosa e mais eficiente para assegurar a posse de grandes extensões de terra. Segundo Araújo (2015) os sistemas de produção e de manejo de ruminantes são na sua maioria, extensivos e até mesmo ultra extensivos, predominando os pequenos empreendimentos de base familiar, em que a fonte alimentar principal dos rebanhos é a vegetação nativa.

Isso se deve ao fato de a implantação e a manutenção da atividade pecuária a pasto serem alcançadas com relativo sucesso, sem o preparo mais cuidadoso da área, ou o uso mais intensivo de insumos, tecnologia e mão de obra. Portanto, na pecuária é possível produzir, embora com baixa eficiência, de forma predominantemente extensiva. Além disso, por ter a capacidade de se autotransportar, o gado se adapta a regiões onde a infraestrutura de estradas e os meios de transporte são deficientes e as distâncias do mercado consumidor são grandes, como é característico de muitas regiões de fronteira agrícola (Cândido *et al.*, 2018).

O atual cenário da agropecuária brasileira indica que se deve buscar um nível crescente de conscientização de governantes e da sociedade em geral com as questões ambientais. Dentro desse cenário, o grande desafio para a produção animal a pasto na fronteira agrícola brasileira será o aumento da eficiência por meio do uso de tecnologias mais intensivas de manejo da pastagem (Cândido *et al.*, 2018).

As técnicas utilizadas para a redução de metano e outros gases estão a qualidade na dieta do animal, manejo do pastejo correto, biodigestores, sistema silvopastoril. Estudos recentes indicam que os sistemas agrossilvipastoris armazenam maior quantidade de carbono do que o recorte único de espécies e sistemas de pastoreio, na superfície e em subsuperfície (Resende *et al.*, 2020).

Dessa forma o objetivo deste trabalho é fazer uma revisão da literatura acerca de inovações tecnológicas do manejo da pastagem e do pastejo em função das mudanças climáticas causadas por atividades agrícolas e propor algumas alternativas que possam minimizar esses impactos negativos.

2. Metodologia

Esta pesquisa utilizou como método a revisão integrativa da literatura que segundo Souza, Silva & Carvalho (2010) é considerado uma metodologia que proporciona a síntese de conhecimentos e agregação de resultados e sua aplicação na prática. A escolha por essa opção de pesquisa se dá por incluir distintos tipos de estudos, permitindo assim uma visão panorâmica do estudo de interesse.

A revisão sistemática da literatura foi realizada, entre junho/2021 e janeiro/2022, por meio do portal de periódicos Capes e BVCA (Biblioteca Virtual de Ciências Agrárias) utilizando pesquisa avançada com a combinação dos descritores “tecnologia do pastejo”, “manejo de pastagem”, “sistemas de pastejo”. Essas bases de dados e bibliotecas digitais foram escolhidas por serem referência para muitos pesquisadores brasileiros, concentrando periódicos bem qualificados nacional e internacionalmente. Todos os artigos encontrados se enquadraram no intervalo de publicações realizadas entre os anos de 1999 e 2020. Na BVCA, com a busca avançada pelos descritores “grazing technology” e “grazing systems”, foram inicialmente elencadas 20 publicações nacionais e internacionais. No portal CAPES, na busca avançada, foram identificados 16 artigos.

3. Revisão Bibliográfica

3.1 Impactos de atividades agrícolas

Para Almeida *et al.* (2019) e Paulino & Teixeira (2009), a baixa fertilidade do solo e o manejo incorreto são apontados como causas principais da degradação das pastagens, isto provoca a diminuição no sequestro de carbono que representa uma compensação às emissões de metano e óxido nitroso. E também melhores práticas de manejo em solos de pastagens reduza a

erosão e diminui perdas através da queima da vegetação e superpastejo, portanto, ajudar a sequestrar grandes quantidades de carbono (Resende *et al.* 2020).

Em geral os impactos causados pelas atividades agropecuárias sobre a biodiversidade mais conhecidos são o desmatamento para expansão da fronteira agrícola, queimadas, poluição, degradação do solo, mudanças climáticas, erosão e contaminação das águas e as consequências desses impactos podem acarretar a extinção de espécies e populações vegetais e animais, diminuição da diversidade biológica, perda de variedades, entre outros. Para Guo *et al.* (2018), em ecossistemas de pastagens, a intensidade pastejo pode afetar entrada C a partir de plantas para o solo, e, portanto, também pode alterar a taxa de respiração.

Segundo Pinto *et al.* (2015), as áreas que são submetidas ao cultivo ou pastoreio intensivo por longos períodos se degradam rapidamente devido às práticas que empregam o fogo na abertura de áreas, desta forma, ocorre à perda dos agregados de matéria orgânica e argila, o autor também afirma que as causas dos impactos da agricultura e da pecuária sobre o ambiente têm origem na demanda de mercado, e suas consequências implicam em custos ambientais e ecológicos de difícil mensuração.

3.2 Emissão e sequestro de gás carbono

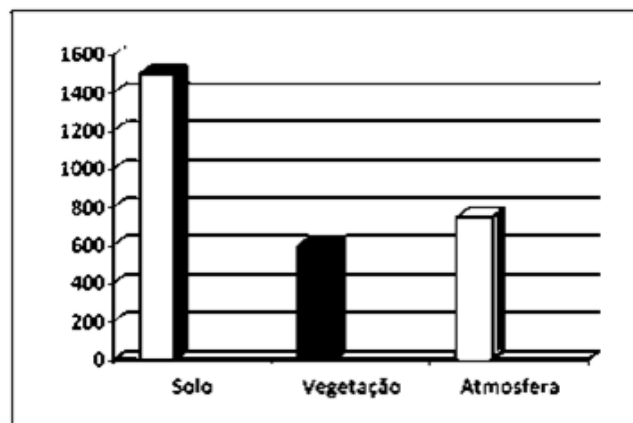
Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), as emissões de gases de efeito estufa (GEE) efetuadas pelo setor agropecuário são responsáveis por 13,5% do total emitido, sendo a pecuária responsável por dois terços desse montante (Resende *et al.*, 2020).

Para reduzir os impactos ambientais causados pelos gases de efeito estufa (GEE), produzidos pela pecuária (CO₂, pelo desmatamento e CH₄ pela ruminação), Resende *et al.* (2020) indica a intensificação das pastagens e a recuperação de pastagens degradadas, além de ações de melhoramento genético, como o desenvolvimento de raças com melhor conversão alimentar, pois quanto mais peso o animal ganha com menor ingestão de alimento, mais eficiente é a produção sob o ponto de vista do metano.

Estudos feitos na Amazônia em a colaboração da Embrapa Agrobiologia mostram que pastagens bem manejadas podem se manter produtivas por vários anos e propiciar estoques de carbono no solo maiores do que os da mata nativa enquanto na floresta a quantidade de carbono pode variar de 80 a 120 toneladas/ha, na pastagem de braquiária consorciada com estíloso, chega a 162 toneladas até um metro de profundidade do solo. Portanto, pode-se dizer que o sequestro de carbono pela pecuária é realizado por meio de ações interligadas e que dizem respeito ao contínuo crescimento da pastagem, e conseqüentemente do seu sistema radicular, responsável pelo acúmulo do carbono no solo (Pinheiro *et al.*, 2019). Essa afirmação também foi constatada por Vasconcelos & Gonçalves (2008), ao comparar a relação do carbono sequestrado e armazenado no solo, na vegetação e na atmosfera (Figura 1).

Comparando às outras formas de uso do solo na Amazônia, como agricultura anual e floresta secundária (capoeira), os solos sob pastagens geralmente tendem a apresentar maiores concentrações de carbono e nitrogênio total (Silva *et al.*, 2018) e menores perdas de nitrogênio do solo.

Figura 1. Estoque de carbono orgânico em bilhões de toneladas presentes no solo, na vegetação e na atmosfera.



Fonte: Vasconcelos & Gonçalves (2008)

3.3 Dieta animal

A alimentação adequada dos ruminantes é muito importante para amenizar as mudanças climáticas. Desta maneira, desenvolvimento de estratégias alimentares reduzem a emissão de metano trazendo benefícios não somente ao meio ambiente, mas também ao próprio animal. A produção de metano entérico é parte do processo digestivo dos herbívoros ruminantes e ocorre no rúmen (Lins *et al.*, 2019).

As produções de metano pelos bovinos variam de acordo com a alimentação: Dietas com mais amido produzem menos metano por unidade de amido do que por unidade de carboidrato estrutural; Aumento da proteína na dieta reflete numa menor emissão de CH₄; Os animais alimentados com pastos de capim tropical seco, fibrosos emitem mais metano que os alimentados com leguminosas ou grãos; Quanto maior a ingestão de matéria seca digestível menor a eficiência produtiva de metano por quilograma de leite ou carne; O uso de concentrados melhora a produção de carne e de leite com menor produção de gases por quilo de alimento ingerido. (Borghi *et al.*, 2018).

O metano produzido está diretamente relacionado com a eficiência da fermentação do rúmen e a consequente perda de energia nas instalações de produção, de modo que podem ser responsáveis por uma perda de energia bruta do alimento de cerca de 2-12%, dependendo da dieta (Vasta *et al.*, 2019). No entanto, os processos associados com a nutrição de ruminantes representam uma das poucas fontes de produção de gases de estufa que podem ser manipulados, esta fonte é um alvo atrativo para a manipulação, porque a redução de CH₄ é geralmente associada com um aumento da produtividade (Benaouda *et al.*, 2017), desse modo a utilização de grãos de soja, rico em lipídios insaturados dos suplementos, pode ajudar a reduzir a emissão do CH₄ entérico,

A intensidade com que a dieta pode afetar animais no seu desempenho e reduzir as emissões de metano entérico é determinada pelo grau de saturação do lípido adicionado, a quantidade de suplemento, e a composição da dieta basal (Greening *et al.*, 2019). De acordo com Grainger & Beauchemin (2011), a adição de 10,0 g de gordura por kg DM na dieta reduz a emissão de metano de 1,0 g por kg de consumo de MS pelas vacas.

Técnicas nutricionais como o uso de ionóforos, glicerol, tanino, saponinas, óleos, gorduras, vacinas, anticorpos policlonais, técnicas de manejo de pastagens, melhoramento genético e sistemas eficientes de produção têm sido utilizados para manipular o rúmen e reduzir a emissão do gás (Assad *et al.*, 2019).

3.4 Biodigestores

Os dejetos produzidos por animais nas propriedades rurais contribuem para a emissão de gases de efeito estufa. O metano (CH₄) é um dos principais emissores de gases de efeito estufa e os animais são grandes emissores desse gás para a atmosfera por meio de suas fezes. Contudo, a disposição inadequada desses resíduos de animais (dejetos), contribui para o efeito estufa, a redução da camada de ozônio e as mudanças climáticas, devem ser considerados para que não ocorra essa poluição atmosférica.

Os resíduos (dejetos) da propriedade rural, quando não tratados e dispostos inadequadamente, podem causar prejuízos incalculáveis ao meio ambiente, sociedade e economia, pois podem contaminar o ar, o solo e a água. O aproveitamento de recursos, através da inserção do uso de resíduos, emprego de biodigestores, com o intuito de acrescentar o nitrogênio no sistema e aumentar a eficiência no uso do carbono (Borghi *et al.*, 2018).

Uma forma de tratamento para este tipo de resíduo é a biodigestão anaeróbica. Esse processo consiste na fermentação desses resíduos por bactérias na ausência de oxigênio. Como resultado desse processo, é possível obter biogás e biofertilizante. O biogás é um gás composto principalmente de metano e gás carbônico que pode ser usado para geração de energia elétrica e aquecimento. O biofertilizante é um fertilizante natural, rico em nitrogênio (Maciel *et al.*, 2019).

3.5 Sistemas integrados

Conforme Reis *et al.* (2021) os sistemas de integração são adaptáveis e sua implantação é definida de acordo com uma série de fatores como: clima da região, tipo de solo, necessidade de reestruturação das condições produtivas do solo, afinidade dos produtores ou tomadores de decisão com as culturas envolvidas. Nesse sentido, a implantação de um novo sistema produtivo requer uma completa análise dos riscos e dos benefícios, assim como de todos os outros fatores prós e contras relevado a esta nova atividade.

Reis *et al.* (2020) conceituaram a Integração lavoura pecuária floresta - iLPF como sendo estratégias que visam a produção sustentável por meio da integração de atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, considerando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica.

A elevação dos níveis de MOS e a melhoria da qualidade física do solo com a introdução das pastagens em áreas agrícolas com níveis adequados de fertilidade indicam que a iLP tem potencial para reduzir o impacto ambiental das atividades produtivas, ao reduzir as emissões de GEE, com consequente aumento da estabilidade de produção das culturas anuais e melhora do aproveitamento da água e dos nutrientes (Borghi *et al.*, 2018).

Estudos com diversas variações de sistemas de iLPF demonstram que o componente florestal propicia inúmeros benefícios que refletem em melhoria na eficiência de uso da terra. Entretanto, são os impactos positivos em variáveis microclimáticas e no sequestro de carbono que ampliam as possibilidades de uso em cenários de mudanças climáticas (Souza *et al.*, 2021).

3.5.1 Sistema silvipastoril

O sistema silvipastoril tem como objetivo principal aumentar a eficiência do uso dos recursos naturais e diversificar a produção da propriedade, envolvendo várias atividades agrícolas (Almeida *et al.*, 2020; Castro *et al.*, 2008). O uso de sistemas silvipastoril apresenta efeitos benéficos, tais como a incorporação de nutrientes e o incremento de atividade microbiana do solo e a possibilidade de aumento do valor nutritivo da forragem (Castro Santos *et al.*, 2018).

Segundo Almeida *et al.* (2020), o conforto animal é o benefício mais marcante desse sistema. A sombra proporcionada pelas árvores cria um ambiente confortável aos animais reduzindo o efeito da radiação, sendo que os animais aumentam a produção de leite e ganho de peso. Esse sistema promove ao animal um bom desenvolvimento produtivo e conforto térmico sendo bem melhor que o sistema tradicional, pois ele oferece sombreamento favorece a sustentabilidade da atividade pecuária, biológica, econômica, social e ecológica.

De acordo com Pezzopane *et al.* (2019) a incorporação de árvores nas pastagens localizadas em regiões de clima quente e úmido favorece o microclima e confere melhores condições de conforto térmico, pois o sombreamento é capaz de reduzir o ITGU em relação às árvores e pleno solo. A arborização da pastagem pode ser redefinida como parte de um processo de introdução e manejo de árvores integradas as atividades de produção animal, proporcionando benefícios de diversificação de produção, uso da terra utilização de mão-de-obra, renda e produção de serviços ambientais.

Um dos requisitos para o sucesso do sistema silvipastoril sustentável deve-se levar em consideração a escolha de espécies para compor esse sistema. Em relação as plantas forrageiras, há necessidade de que seja tolerante ao sombreamento, devido as alterações microclimáticas influenciadas na disponibilidade de água e na fertilidade do solo (Almeida *et al.*, 2020).

3.6 Efeito estufa

A pecuária, em especial a bovinocultura de corte brasileira, destaca-se no cenário mundial por representar o primeiro rebanho com fins comerciais, levando o país à condição de maior exportador de carne, com amplas possibilidades de crescimento, em termos de terras ainda disponíveis e de melhorias nos processos produtivos. Estes autores indicam substancial melhoria na eficiência de produção de carne, com aumentos de 7,4% no rebanho nacional e de 29,3% no número de abates, proporcionando um aumento de 25,4% na produção de carne e de apenas 2,9% na emissão de metano, refletindo em uma diminuição de 18% na emissão de metano por unidade de carne produzida (Souza *et al.*, 2021).

No Brasil, ainda existem poucos estudos realizados com animais. Na Tabela 1, ampliada de Berndt (2010), encontra-se um resumo sobre emissões de metano em gado de corte no Brasil, envolvendo estudos com animais em confinamento (Berchielli *et al.*, 2003; Pedreira *et al.*, 2004; Nascimento, 2007; Oliveira *et al.*, 2007; Possenti *et al.*, 2008), em pastejo (Demarchi *et al.*, 2003a; 2003b; Canesin *et al.*, 2008; 2009; Fontes *et al.*, 2011), e em sistemas integrados (Esteves *et al.*, 2010). Alguns estudos com gado de leite também foram conduzidos no Brasil, por Primavesi *et al.* (2004a) e Pedreira *et al.* (2004).

Tabela 1. Resultados de emissão de metano (CH₄) obtidos com gado de corte em estudos realizados no Brasil.

Matéria prima	Peso vivo (kg)	Ganho de peso (kg/d)	Fator de emissão (kgCH ₄ /ano)	Perda de energia (%EBI)	Fonte
<i>B. brizantha</i>	375	0,425	47,3	6,8	Demarchi <i>et al.</i> (2003a; 2003b)
Silagem de sorgo	461	0,303	50,7	6,3	Berchielli <i>et al.</i> (2003); Pedreira <i>et al.</i> (2004).
Silagem de sorgo	215	0,270	21,5	3,8	Oliveira <i>et al.</i> (2007)
Feno de braquiária	402	0,333	49,3	7,5	Nascimento (2007)
Fenos	800	0,180	50,5	5,7	Possenti <i>et al.</i> (2008)
<i>B. brizantha</i>	338	0,670	89,1	10,4	Canesin <i>et al.</i> (2007; 2009)
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	200	0,380	41,6	-	Fontes <i>et al.</i> (2011)
iLP e confinamento	-	-	40,3	-	Esteves <i>et al.</i> (2010)
Média geral		0,366	48,8	Kg CH₄ / animal / ano	

Fonte: Ampliado de Berndt (2010).

3.7 A pecuária e a responsabilidade social

Se a pecuária contribui para os problemas ambientais em escala massiva, ao mesmo tempo ela tem potencial para contribuir com a solução, além de que apresenta pontos positivos: impactos negativos nos subsídios agrícolas; carne e leite como importantes fontes de nutrientes para a saúde humana; contribuição para a geração de trabalho, renda e dignidade das pessoas; adotada nas áreas antropizadas, evita o desflorestamento; sequestro de carbono pela pastagem, em processo contínuo quando se trata do Pastejo Rotacionado Intensivo; diminuição da emissão de metano com a redução do tempo de terminação dos animais (Falesi *et al.*, 2009).

O ponto negativo que pesa contra a pecuária está justamente em não levar em conta a capacidade das pastagens em sequestrar carbono da atmosfera e seu armazenamento no solo através do crescimento da pastagem, bem como na diminuição da emissão de metano por melhor digestibilidade da pastagem bem manejada, e por menor tempo de formação do animal para o abate. Por outro lado, o avanço das pesquisas sobre melhoramentos tecnológicos para a prevenção de queimadas e desmatamento e a recuperação de pastagens em acentuado declínio de produtividade e que envolvem fatores importantes como matéria seca, relação carbono e nitrogênio, decomposição orgânica, lotação de animais por hectare e conversão alimentar, terão enorme ampliação futuramente, com o desenvolvimento e o aprimoramento dessas pesquisas (Falesi *et al.*, 2009).

Outro aspecto importante diz respeito ao solo como um recurso natural e que deve ser preservado. O declínio de produtividade nas pastagens plantadas está ligado a uma visão extrativista da atividade pecuária extensiva. A percepção do recurso solo não pode ser estática, homogênea, restrita a uma única prática. Deve-se considerar esse recurso como um elemento dinâmico, que reage às demandas que o homem faz segundo as suas necessidades. É o que demonstra a análise de sítios sob pastagens recuperadas/renovadas (Ayarza *et al.*, 1998).

Assim, encontra-se nas forrageiras tropicais, tais como as braquiárias, a capacidade de produzirem matéria seca em abundância e durante todo o ano, se as condições de temperatura e de umidade do solo forem favoráveis. Solos sob pastagens de braquiárias são reportados como ricos em matéria orgânica. Desta maneira, uma das melhores opções para se elevar a matéria orgânica do solo é o estabelecimento sistemático da rotação lavoura-pastagem. Kanno *et al.* (1999) concluíram que a *Brachiaria brizantha* é a melhor opção a ser introduzida na rotação cultura pastagem para melhorar a qualidade do solo, no que se refere à quantidade e distribuição de biomassa radicular.

4. Considerações Finais

Para que se promova o desenvolvimento de uma agropecuária sustentável é necessário conscientizar o agricultor e o pecuarista sobre a conservação do ambiente, além de a ele oferecer os meios e métodos para alcançar esse desenvolvimento sustentável. Os impactos ambientais decorrentes das atividades agropecuárias são inevitáveis. Contudo, a exploração agrícola se devidamente planejadas e tomadas as providências necessárias para a otimização dos impactos positivos e a minimização dos impactos negativos ter-se-á ganhos efetivos tanto para o meio biofísico como para a dimensão socioeconômica.

Essas tecnologias terão o papel de conceber sistemas de produção ambientalmente adequados, agronomicamente eficientes, economicamente viáveis e socialmente justos, isto é, sistemas sustentáveis capazes de atender às demandas de um mercado globalizado, que demanda em quantidade e regularidade e exige em qualidade e origem do produto.

Mesmo que se tenha percebido grandes avanços em tecnologia no manejo das pastagens frente aos problemas ambientais, é importante que se desenvolvam estudos, pesquisas e inovações tecnológicas, assim como técnicas e alternativas que possam mitigar os impactos negativos frente a esse gargalo, sempre consciente do equilíbrio entre a produtividade e a sustentabilidade.

Referências

- Almeida, R. G.; Barbosa, R. A.; Zimmer, A. H.; Kichel, A. N. (2019). Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. *Embrapa Gado de Corte, Capítulo em livro científico (ALICE)*. 379-388.
- Almeida Silva, A.; Schmitt Filho, A. L.; Da Silva Kazama, D. C.; Loss, A.; Souza, M.; De Cássia Piccolo, M.; Farley, J.; Sinişgalli, P. A. A. (2020). Estoques de carbono e nitrogênio no Sistema Silvopastoril com Núcleos: a nucleação aplicada viabilizando a pecuária de baixo carbono. *Research, Society and Development*, 9(10), e2799108589. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8589>
- Araújo, G. G. L. (2015). Os impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos e a produção animal em regiões Semiáridas. *Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)*. *Revista Brasileira de Geografia Física*. v. 08, número especial IV SMUD. 598-609. ISSN:1984-2295.
- Assad, E. D.; Martins, S. C.; Cordeiro, L. A. M.; Evangelista, B. A. (2019). Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados. *ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília: Embrapa*, 153-167. 2019. ISBN: 978-85-7035-922-3
- Ayarza, M. A.; Vilela, L.; Barcellos, A. O.; Balbino, L.; Brossard, M.; Pasini, A. (1998). Intégration culture-élevage dans le Cerrados au Brésil: une solution pour des systemes durables. *Agriculture et Développement*, 18, 91-98.
- Balmant, W. *Concepção, construção, e operação de um biodigestor e modelagem matemática da biodigestão anaeróbica*. 60f. Dissertação (Mestrado em Processos Térmicos e Químicos) - Universidade Federal do Paraná, Paraná.
- Benaouda, M.; González Ronquillo, M.; Molina, L. T.; Castelán Ortega, O. A. Estado de la investigación sobre emisiones de metano entérico y estrategias de mitigación en América Latina. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(4), 965-974. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i4.20>
- Berchielli, T. T.; Pedreira, M. D. S.; Oliveira, S. D. O.; Primavesi, O.; Limas, M.; Frigueto, R. (2003). Determinação da produção de metano e PH ruminal em bovinos de corte alimentados com diferentes relações volumoso: concentrado. In *Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40. 2003, Santa Maria, RS. Anais... Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM. 6f.
- Berndt, A. (2010). Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. In *Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Simpósio Internacional de produção de gado de corte, Anais... Viçosa, MG: UFV, 121-147.
- Borghi, E.; Neto, M. M. G.; Resende, R. M. S.; Zimmer, A. H.; De Almeida, R. G.; Macedo, M. C. M. (2018). Recuperação de pastagens degradadas. *Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)*. Cap. 4, 105-138. ISBN: 978-85-7035-855-4
- Cândido, M. J. D.; Lopes, M. N.; Furtado, R. N.; Pompeu, R. C. F. F. (2019). Potencial e desafios para a produção animal sustentável em pastagens cultivadas do Nordeste. *Revista Científica de Produção Animal*, 20(1), 39-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/2176-4158/r CPA.v20n1p39-45>
- Canesin, R. C.; Berchielli, T. T.; Reis, R. A.; Messana, J. D.; Primavesi, O.; Frighetto, R. T. S. (2009). Efeito da frequência da suplementação na produção de metano entérico de bovinos mantidos em pastagens tropicais. In: XXI Reunión da Asociación Latinoamericana de Producción Animal, San Juan. *Memorias de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. Porto Rico : ALPA, 2009. v. XVII. 257-261.
- Canesin, R. C.; Berchielli, T. T.; Andrade, P. De; Reis, R. A. (2007). Desempenho de bovinos de corte mantidos em pastagem de capim-marandu submetidos a diferentes estratégias de suplementação no período das águas e da seca. *R. Bras. Zootec.* [online]. 36(2), 411-420. ISSN 1516-3598.
- Castro, A. C. Júnior, J. B. L. Santos, J. N. F. A. Monteiro, E. M. M. Aviz, M. A. B. Gargia, A. R. (2008). Sistema Silvopastoril na Amazônia de búfalas. *Revista Ciência Rural*, 38(8), 954-968.
- Castro Santos, D.; Júnior, R. G.; Vilela, L.; Maciel, G. A.; De Souza Franca, A. F. (2018). Implementation of silvopastoral systems in Brazil with Eucalyptus urograndis and Brachiaria brizantha: productivity of forage and an exploratory test of the animal response. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 266, 174-180. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.017>
- Demarchi, J. J. A. A.; Lourenço, A. J.; Manella, M. Q.; Alleoni, G. F.; Frigueto, R. S.; Primavesi, O.; Lima, M. A. (2003a). Daily methane emission at different seasons of the year by Nelore cattle in Brazil grazing Brachiaria brizantha cv. Marandu – Preliminary results. In: IX WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION AND XVIII REUNIÃO LATINOAMERICANA DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2003, Porto Alegre – RS. Contributed papers abstracts of the IX World Conference on Animal Production. Porto Alegre – RS: WAAP / ALPA / SBZ / UFRS, 19.
- Demarchi, J. J. A. A.; Lourenço, A. J.; Manella, M. Q.; Alleoni, G. F.; Frigueto, R. S.; Primavesi, O.; Lima, M. A. (2003b). Preliminary results on methane emission by Nelore cattle in Brazil grazing Brachiaria brizantha cv. Marandu –. In: II INTERNATIONAL METHANE AND NITROUS OXIDE MITIGATION CONFERENCE, 2003, Beijing. Proceedings of the 3o International methane and nitrous oxide mitigation Conference, 80-84.
- Esteves, S. N.; Bernardi, A. C. C.; Vinholis M. M.; Primavesi, O. (2010). Estimativas da emissão de metano por bovinos criados em sistema de integração lavoura-pecuária em São Carlos, SP. São Carlos: *EMBRAPA*. 7p. (Circular Técnica 65).
- Falesi, I. C.; Barbosa, F. B. C.; Lau, H. D.; Dias-Filho, M. B.; Baena, A. R. C.; Bittencourt, I. C. F. P. M. (2009). Modernização da pecuária como fator de desenvolvimento econômico e proteção ambiental no Estado do Pará. Belém: *IPADES*. 46.
- Fontes, C. A. A.; Costa, V. A. C.; Berndt, A.; Frighetto, R. T. S.; Valente, T. N. P.; Processi, E. F. (2011). Emissão de metano por bovinos de corte, suplementados ou não, em pastagem de capim Mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). II Emissão por Mcal de energia líquida ingerida e por kg de ganho. In: *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 48, 2011, Belém. Anais... Belém: SBZ, 1-3. 1 CD-ROM.
- Grainger, C.; Beauchemin, K. A. (2011) Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production?. *Animal feed science and technology*, 166(167), 308-320. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.04.021>
- Greening, C.; Geier, R.; Wang, C.; Woods, L. C.; Morales, S. E.; McDonald, M. J.; Green, R. R.; Morgan, X. C.; Koike, S.; Leahy, S. C.; Kelly, W. J.; Cann, I.; Attwood, G. T.; Cook, G. M.; Markie, R. I. (2019). Diverse hydrogen production and consumption pathways influence methane production in ruminants. *The ISME journal*, 13(10), 2617-2632. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41396-019-0464-2>

- Guo, N.; Wang, A.; Degen, A. A.; Deng, B.; Shang, Z.; Ding, L.; Long, R. (2018). Grazing exclusion increases soil CO₂ emission during the growing season in alpine meadows on the Tibetan Plateau. *Atmospheric Environment*, 174, 92-98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.11.053>
- Kanno, T.; Macedo, M. C.; Euclides, V. P. B.; Bono, J. A.; Santos Júnior, J. D. G.; Rocha, M. C.; Beretta, L. G. R. (1999). Root biomass of five tropical grass pastures under continuous grazing in Brazilian savanas. *Grassland Science*, 45(1), 9-14. DOI: <https://doi.org/10.14941/grama.45.9>
- Lins, T. D. A.; Terry, S. A.; Silva, R. R.; Pereira, L. G. R.; Jancewicz, L. J.; He, M. L.; Whang, Y.; Mcallister, T. A.; Chaves, A. V. (2019). Effects of the inclusion of Moringa oleifera seed on rumen fermentation and methane production in a beef cattle diet using the rumen simulation technique (Rusitec). *animal*, 13(2), 283-291. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731118001428>
- Maciel, A. M.; Silva, J. B. G.; De Matos Nascimento, A.; De Paula, V. R.; Otenio, M. H. (2019). Aplicação de biofertilizante de bovinocultura leiteira em um planossolo. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 12(1), 151-171. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n1p151-171>
- Nascimento, C. F. M. (2007). *Emissão de metano por bovinos Nelore ingerindo Brachiaria brizantha em diferentes estádios de maturação*. Pirassununga: Universidade de São Paulo - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 65 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária - Nutrição Animal).
- Oliveira, S. G.; Berchielli, T. T.; Pedreira, M. S.; Primavesi, O.; Frighetto, R.; Lima, M. (2007). A. Effect of tannin levels in sorghum silage and concentrate supplementation on apparent digestibility and methane emission in beef cattle, *Animal Feed Science and Technology*, 135(3), 236-248, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2006.07.012>
- Pedreira, M. S. (2004). Estimativa da produção de metano de origem ruminal por bovinos tendo como base a utilização de alimentos volumosos: utilização da metodologia do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF₆). Jaboticabal: UNESP-FCAV, 162p. (Tese de doutorado, em Zootecnia).
- Pezzopane, J. R. M.; Nicodemo, M. L. F.; Bosi, C.; Garcia, A. R.; Lulu, J. (2019). Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. *Journal of thermal biology*, 79, 103-111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.015>
- Pinheiro, E. N. (2019). Estoque de carbono em áreas sob diferentes usos na região sul do Amazonas, Brasil. 2019. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Amazonas, Humaitá.
- Pinto, N. G. M.; Conte, B. P.; Coronel, D. A. A. (2015). Degradação ambiental agropecuária de Santa Catarina. *Revista ESPACIOS*, 36(24), 17.
- Possenti, R. A.; Franzolin, R.; Schammass, E. A.; Demarchi, J. J. A. A.; Friguetto, R. T. S.; Lima, M. A. (2008). Efeitos de dietas contendo Leucaena leucocephala e Saccharomyces cerevisiae sobre a fermentação ruminal e a emissão do gás metano em bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(8), 1509-1516. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000800025>
- Primavesi, O.; Frighetto, R. T. S.; Pedreira, M. S. et al. (2004). Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(3), 277-283. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000300011>
- Reis, J. C.; Rodrigues, G. S.; De Barros, I.; Rodrigues, R. D. A. R.; Garrett, R. D.; Valentim, J. F.; Kamoi, M. Y. T.; Michetti, M.; Wruck, F. J.; Rodrigues-Filho, S.; Pimentel, P. E. O.; Smukler, S. (2021). Integrated crop-livestock systems: A sustainable land-use alternative for food production in the Brazilian Cerrado and Amazon. *Journal of Cleaner Production*, 283, 124580. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124580>
- Reis, J. C.; Kamoi, M. Y. T.; Michetti, M.; Wruck, F. J.; Rodrigues-Filho, S. (2020). Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta como estratégia de desenvolvimento sustentável no estado de Mato Grosso. *Repositório de casos sobre o Big Push para a Sustentabilidade no Brasil*. Santiago, Chile. 1 - 18.
- Resende, L. D. O.; Müller, M. D.; Kohmann, M. M.; Pinto, L. F. G.; Cullen Junior, L.; De Zen, S.; Rego, L. F. G. (2020). Silvopastoral management of beef cattle production for neutralizing the environmental impact of enteric methane emission. *Agroforest Syst*, 94(2), 893-903. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00460-x>
- Schembergue, A.; Cunha, D. A. D.; Carlos, S. D. M.; Pires, M. V.; Faria, R. M. (2017). Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil 2. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 55, 9-30. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550101>
- Silva, J. C.; Silva, A. R.; Veloso, C. A.; Dantas, E. F.; Do Sacramento, J. A. (2018). Agregação, carbono e nitrogênio total do solo em integração lavoura-pecuária-floresta na Amazônia Oriental. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(12), 837-842. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n12p837-842>
- Souza, D. C. D. (2021). Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta e a neutralização dos gases de efeito estufa. *Pontifícia Universidade Católica de Goiás*. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Zootecnia- Escola de Ciências Médicas e da Vida). 1 - 31.
- Vasconcelos, S.; Gonçalves, D. (2008). Sequestro de carbono VS aquecimento global. *Embrapa Amazônia Oriental*.
- Vasta, V. A.; Daghighi, M.; Cappucci, A.; Buccioni, A.; Serra, A.; Viti, C.; Mele, M. (2019). Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. *Journal of dairy science*, 102(5), 3781-3804. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14985>
- Vinholis, M. D.; Carrer, M. J.; De Souza Filho, H. M.; Bernardo, R.; Barioni Junior, W. (2018) Fatores determinantes da adoção dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no estado de São Paulo. In Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: *Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, Campinas, SP. Anais... Campinas, SP: SOBER.56.