

PECUÁRIA BOVINA E MUDANÇA DO CLIMA NAS AMÉRICAS:

RUMO A MODELOS DE DESENVOLVIMENTO BAIXOS EM CARBONO

ERNESTO F. VIGLIZZO *





Os dilemas da pecuária nas Américas

A pecuária bovina nas Américas tem gravitação mundial muito alta, não apenas em termos produtivos, mas também pelo papel que desempenha no comércio internacional de carnes e na segurança alimentar global (Quadro 1).

	% da produção mundial		% das exportações mundiais de carne bovina (média 2017-2021)
	Carne Bovina	Leite bovino	
As Américas	31,2	24,9	25,62
América do Norte	15,1	13,3	15,22
América Latina e Caribe	16,1	11,55	10,4

Quadro 1. Participação percentual da produção de carne e leite bovinos nas Américas na produção mundial (esquerda) e nas exportações globais de carne bovina (direita). Fonte: FAOSTAT (2023).

Segundo as estatísticas da FAO (FAOSTAT, 2023), as Américas contribuem com mais de 30% para a produção mundial de carne e com quase 25% da produção mundial de leite. Aproximadamente, essas cifras se distribuem em proporções parecidas entre a América do Norte (EUA e Canadá) e o restante da América Latina e o Caribe. Em matéria de exportações de carne, pouco mais de 25% do total mundial exportado proveio das Américas como média no período 2017-2021. Os EUA e o Canadá contribuíram com pouco mais de 15% e a América Latina e o Caribe, com os restantes 10,4%.

Ao mesmo tempo em que se reconhece a importância da região como fornecedora global de proteína animal, enfrentam-se um dilema e uma preocupação crescente no tocante ao impacto global da pecuária bovina sobre o clima e o meio ambiente mundial. **Um trabalho recente divulgado pelo Our World in Data (Ritchie et al., 2022) mostra os resultados de uma pesquisa realizada por Grippa et al. (2021), na qual se demonstra que cerca de 34% das emissões globais de gases de efeito estufa (que aqui chamaremos simplesmente de carbono) são produzidos pelo sistema agroalimentar mundial.** Uma parte substancial dessas emissões é atribuída aos sistemas de produção de criação de gado (principalmente de produção bovina). Mudanças no uso da terra (como desmatamento), fertilização nitrogenada, metano produzido por digestão, óxido nitroso gerado por fezes e urina, manejo de pasto e pastagens, queimadas em terras de pastoreio e uso de combustíveis em trabalhos são considerados, entre outros, como fatores responsáveis pela emissão de carbono na produção bovina de carne e leite.

Alguns relatórios amplamente divulgados, como *La Larga Sombra del Ganado* (Stanfield et al., 2006) e *Abordando el Cambio Climático a través de la Ganadería* (Gerber et al., 2013), atribuíram à pecuária entre 14,5 e 18% das emissões globais de carbono. O que na realidade conseguiram foi instalar uma sombra de suspeita sobre a pecuária em geral e sobre o gado bovino em particular, por seus supostos impactos negativos sobre o meio ambiente e o clima. Com o objetivo de investigar mais a fundo essa questão, um estudo de grande alcance foi publicado por cientistas da Universidade de Oxford no Reino Unido (Poore e Nemecek, 2018). Envolveu 37.700 granjas, 40 produtos agropecuários, 1.600 indústrias processadoras, embaladoras e distribuidoras nos países da pesquisa. Utilizando diversos indicadores ambientais, seus resultados mostraram que a produção de carne bovina tem um custo de emissão de carbono entre 50 e 100 vezes maior do que o da produção de cereais, legumes, hortaliças,

frutas e outros produtos vegetais. Além disso, apoiados em uma ampla revisão da bibliografia científica, Clark et al. (2022) pesquisaram 57.000 alimentos diferentes e os classificaram de acordo com seus impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana. As carnes e os produtos lácteos apareceram como inócuos para a saúde, mas, em troca, foram os que apresentaram os maiores impactos negativos sobre o meio ambiente (por exemplo, sobre a emissão de gases estufa). Além disso, as carnes e os produtos lácteos processados foram apresentados como os de impacto mais negativo sobre a saúde humana e o meio ambiente.

Esses trabalhos influíram decisivamente em algumas tribos sociais, como as dos veganos e dos ambientalistas, que adotaram uma estratégia militante contra as carnes e os produtos lácteos bovinos. Promoveram um lobby intenso sobre as políticas da UE e sua pregação teve ampla influência sobre os meios de comunicação. Implementou-se, então, uma campanha de grande alcance para modificar o comportamento dos consumidores europeus e globais. Sua proposta, persistente no tempo, enfatiza a necessidade de se substituir massivamente os produtos animais por produtos vegetais.

Como essas ações afetam de forma direta os interesses pecuaristas das Américas, o IICA encabeçou uma agenda destinada a esclarecer problemas sensíveis, como a relação entre a pecuária e o meio ambiente. Sua ideia é aprofundar a análise e o debate em torno do impacto da pecuária bovina americana sobre o aquecimento terrestre e seus efeitos sobre a mudança do clima global. Nesse quadro conceitual, o objetivo específico deste relatório é trazer informações e dados que enriqueçam a análise da relação entre a pecuária bovina de carne nas Américas e a mudança do clima, como também de seus efeitos sobre o comércio internacional de carne.



O bovino é o vilão do clima e da saúde humana?

Uma das consequências dessa campanha que afeta os sistemas pecuaristas é que uma parte da opinião pública e da política europeia vem convertendo o gado bovino em um vilão do clima e da saúde humana. Essa visão não deve ser subestimada. Dada a liderança global que os europeus decidiram tomar em matéria ambiental, é imprescindível acordar estratégias inteligentes e comuns destinadas a preservar um recurso que é vital no sistema agroalimentar das Américas: a carne bovina.

Hoje, a UE lança ameaças de restrição e penalização comercial para os produtos dos países que se mostram permissivos em suas emissões de carbono. O Pacto Verde da UE (European Green Deal), sancionado pelo Parlamento Europeu (European Commission, 2019), expressa a decisão de comercialização somente com países exportadores que conseguem demonstrar, mediante evidências verificáveis, que seus produtos têm o crédito de uma “carga” de carbono tolerável para os padrões europeus.

As Américas compõem um conjunto heterogêneo de países que implementam sistemas igualmente heterogêneos de produção de carne bovina. Assim, encontramos variantes produtivas extremas que oscilam entre sistemas muito extensivos de pastoreio direto, com baixa emissão de carbono por hectare, e sistemas muito intensivos (tipo *feedlots*), com animais confinados que recebem seu alimento em currais e comedouros especificamente projetados, o que, por sua elevada densidade, gera emissão de carbono elevada por hectare. Estudos recentes sobre essas variantes agropecuárias (Viglizzo e Ricard, 2023) demonstram que seus balanços de carbono (diferença entre emissão e captura por fotossíntese) diferem substancialmente (Figura 1).

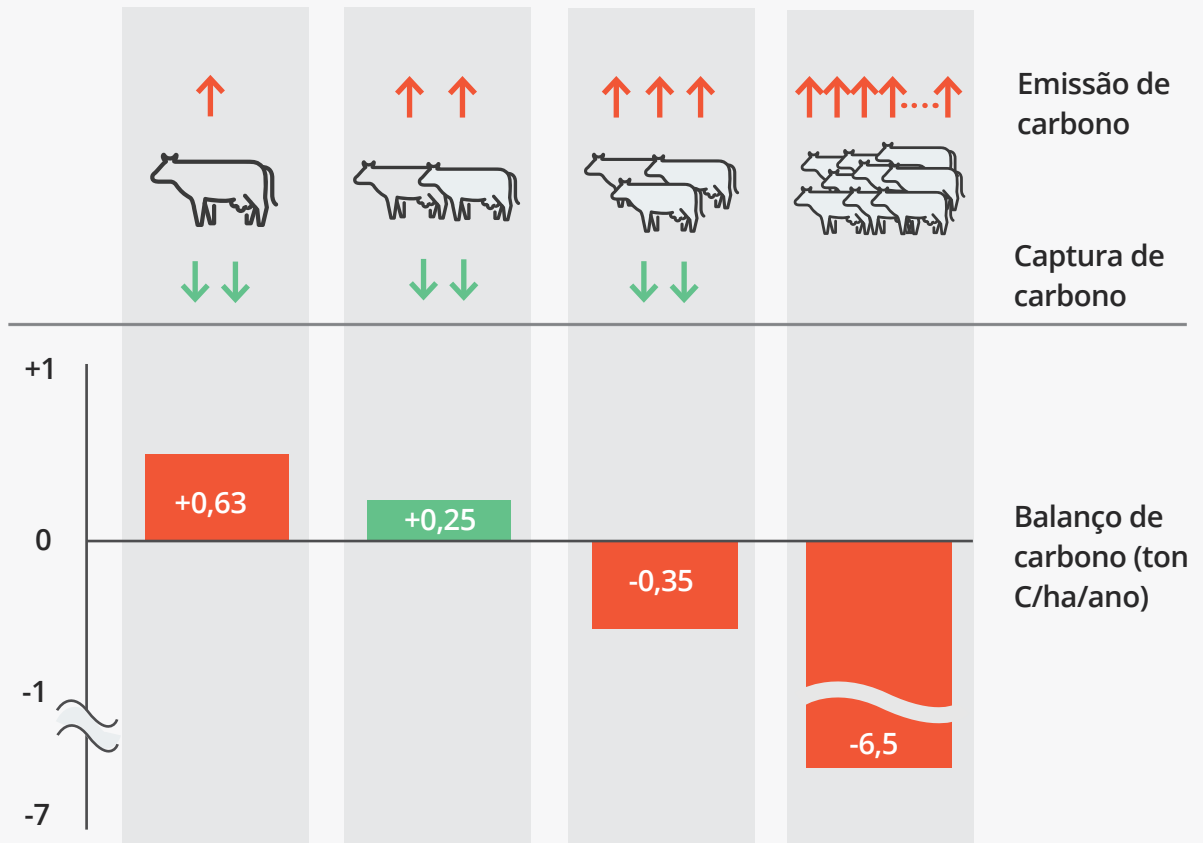


Figura 1. Relação entre o nível de intensificação (mais extensivo à esquerda e mais intensivo à direita) e o balanço de carbono do sistema pecuarista. Note-se que os sistemas intensivos confinados têm a maior emissão e carecem de captura de carbono e, portanto, apresentam maior balanço negativo (Fonte: *Viglizzo & Ricard, 2023*).

Na medida em que os sistemas se intensificam e a densidade de criação de gado por hectare aumenta, as emissões pesam mais que as capturas de carbono. Portanto, os balanços de carbono tendem a se tornar negativos crescentes nas opções mais intensivas. Mediante a fotossíntese, só os sistemas pastoris têm a possibilidade de compensar, total ou parcialmente, as emissões do carbono do gado. A captura de carbono desaparece nos sistemas confinados popularmente conhecidos como *feedlots*.

Essas diferentes características dos sistemas predominantes em cada país requerem uma análise diferenciada. Está claro que não é pertinente uma visão que unifique

todos os sistemas pecuaristas sob um critério uniforme no tocante à economia do carbono. As diferenças funcionais entre sistemas diversos devem ser levadas em conta no momento de se aplicar penalizações ou restrições comerciais a produtos de carne de exportação.

No caso da pecuária nas Américas, dois programas devem ser motivo de preocupação futura: um que aponta para a penalização do desmatamento de florestas nativas (Devida Diligência) e outro para a penalização das emissões de carbono na produção bovina (Ajuste de Carbono em Fronteira). Embora ainda não tenham entrado plenamente em vigor, isso certamente acontecerá em um futuro próximo.



Ciência, academia e omissão selectiva

Nos últimos 20 anos, numerosos meios acadêmicos e científicos do mundo se tornaram eco do impacto supostamente negativo da pecuária bovina sobre o meio ambiente, o clima e a saúde humana. Naturalmente, esta visão omite seletivamente a consideração de outros papéis e funções essenciais que os sistemas de produção bovina desempenham no meio ambiente e nos ecossistemas.

É comum atribuir-se à pecuária bovina o desmatamento de florestas nativas. De fato, existe uma correlação entre pecuária e desmatamento no Brasil, no Paraguai e na Colômbia. Mas o desmonte nos casos da Argentina e da Bolívia estão mais associados à produção de soja e a outros cultivos (Ricard et al., 2021).

Distintos sistemas de produção de criação de gado bovino – dos mais extensivos aos mais intensivos – estão representados nas Américas. Como se observou mais acima, maior a intensificação, maior será a emissão de carbono para a atmosfera e

maior será o impacto sobre o meio ambiente (Viglizzo & Ricard, 2023). Não obstante, é preciso conceber esses impactos como uma contraprestação inevitável à produção de nutrientes essenciais para a alimentação. Não se trata de inocentar a pecuária de seus efeitos negativos, mas de reconhecer que muitos outros setores sociais e mesmo econômicos geram impactos negativos de magnitude considerável sem oferecer uma contraprestação produtiva que os compense. A carne e os produtos lácteos são fundamentais para melhorar a renda dos pecuaristas em regiões pouco desenvolvidas e são uma fonte de divisas que estabiliza as economias dos países produtores e exportadores.

Boa parte das terras agropecuárias das Américas são semiáridas e áridas. Por escassez de água e por condições de solo, não é possível produzir ali grãos, hortaliças, árvores frutíferas e outros produtos primários. Tampouco é possível criar animais domésticos (porcos, aves etc.) que demandam alimentos concentrados que essas regiões não produzem. Somente pastos fibrosos de baixa qualidade são viáveis nessas regiões. E só os ruminantes podem converter essas forragens de qualidade muito baixa e sem valor como alimento humano em proteínas de alto valor biológico, em minerais e em vitaminas essenciais para a alimentação humana (Stritzler & Rabotnikof, 2019). Além disso, as terras de pastoreio são sumidouros potencialmente importantes de carbono, os quais ainda são pouco avaliados nas Américas (Viglizzo et al., 2019).

Em regiões muito pobres, em que os humanos devem suportar condições extremas, só os ruminantes podem se converter em um resseguro de vida. Não só contribuem para a alimentação (carne e leite), mas ainda diluem o risco biológico e econômico para a sobrevivência nessas condições. De fato, além da tração que fornecem, suas fezes são utilizadas como fertilizante, fonte de energia e material de construção, e a urina como desinfetante e repelente de pragas animais (Ørskov e Viglizzo, 1994). Representam uma “caixa de poupança” segura de que se pode lançar mão em caso de necessidade. O bovino costuma ser um fator de sobrevivência para além dos produtos alimentares que gera. Esses são aspectos de alta relevância social que muitas vezes os centros acadêmicos e científicos de países industrializados omitem seletivamente.

A métrica: rastro de carbono (RC) e balanço de carbono (BC)

O rastro de carbono da carne bovina

As duas publicações mencionadas anteriormente (Stanfield et al., 2006, e Gerber et al., 2013) calcularam as emissões de carbono da pecuária em escala global e estimaram que elas oscilavam entre 14,5% e 18% das emissões totais do planeta. Esses resultados se alinham a um enfoque mais específico denominado Análise de Ciclo de Vida (ACV) de um produto, que consiste em calcular as emissões ocorridas em cada elo da cadeia agroalimentar da carne ou de outros produtos, “do berço ao túmulo”.



Figura 2. Acumulação de carbono emitido pelos diversos elos que compõem a cadeia completa da carne bovina (Fonte: adaptado de Our World in Data, 2023).

A quantidade de carbono emitido se soma e acumula ao longo dos elos da cadeia e, no momento da distribuição, qualquer produto chega inevitavelmente à gôndola com uma carga de carbono muito elevada (Figura 2). Gera-se, assim, um rastro de carbono muito alto, que excede em muito as emissões ocorridas no processo de produção primária na fazenda. Na prática, isso significa que o produtor pecuarista perde identidade no rastro de carbono e seu produto acaba acumulando emissões deslocadas ou fora da propriedade rural, que provêm de outros setores da economia, como as que ocorrem no frigorífico, no transporte, na distribuição atacadista e varejista etc.

Dessa maneira, a conta de carbono da carne é sobrecarregada, a qual, depois de transposta a porteira da fazenda, atravessa diversos elos da cadeia produtiva e chega à gôndola do supermercado. E aí um rótulo numérico apresenta um rastro de carbono (RC) muito mais alto do que o gerado na fazenda. A pergunta inevitável é se é lícito atribuir ao produto emissões que provêm de setores não pecuários. O enfoque da ACV difere do método recomendado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, sigla do inglês) (1996/2006/2019). Os guias do IPCC imputam essas emissões fora da fazenda aos respectivos setores que consomem combustíveis fósseis. O RC é o instrumento que os países importadores de alimentos utilizarão para levantar barreiras comerciais aos produtos provenientes de terceiros países.

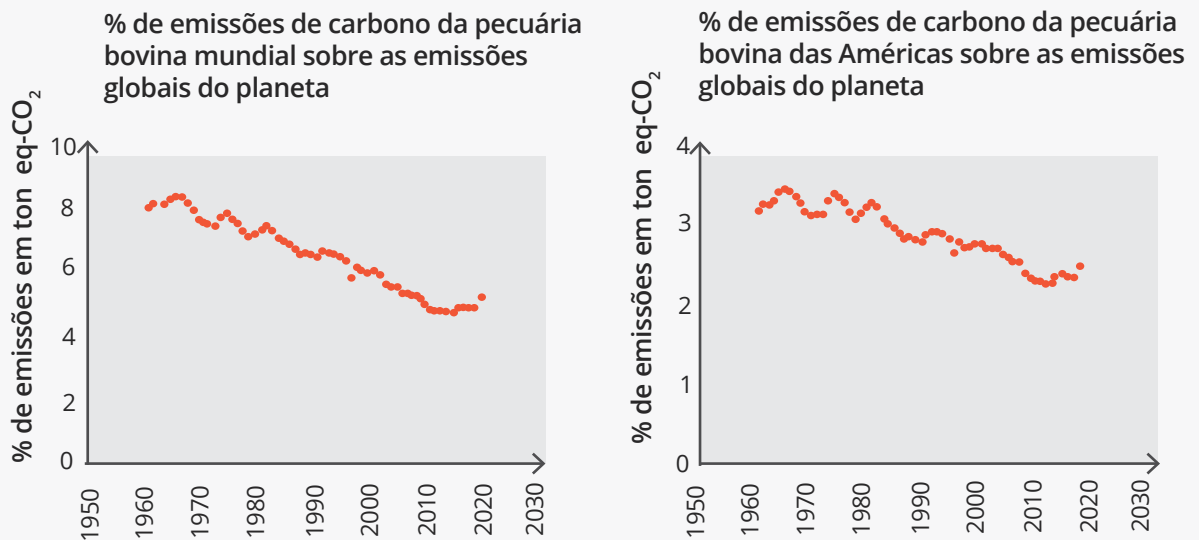


Figura 3. Incidência da pecuária bovina de carne no mundo e nas Américas sobre as emissões globais de carbono no planeta. Fontes: FAOSTATS (2023); Our World in Data (2023).

Sem dúvida, os números de emissão atribuídos à pecuária mediante a Análise do Ciclo de Vida são inevitavelmente altos. Mas se fossem imputadas ao gado bovino somente as suas emissões biogênicas (ou seja, o metano e o óxido nitroso que são produtos da fermentação entérica), seria facilmente comprovado que seu impacto no clima global é muito menor que o estimado por meio da ACV. Atualmente, esse valor não supera 5% das emissões globais e tende a diminuir percentualmente quando comparado com as emissões globais de carbono de todos os setores da economia e da sociedade (Figura 3 esquerda). Esse impacto global é menor quando se estimam as emissões biogênicas do gado de carne nas Américas (Figura 3 direita). Além disso, é necessário levar em conta um aspecto pouco analisado: a emissão de metano tem um tempo médio de residência na atmosfera de 11,8 anos, muito menos que o tempo de residência do dióxido de carbono, estimado em cerca de 1.000 anos (Lesschen, 2021). Isso acarreta uma dificuldade ainda não resolvida para as metodologias que estimam o potencial de aquecimento global dos diversos gases de efeito estufa.

Outro aspecto que é importante destacar, geralmente ignorado nas linhas argumentais dominantes, é que a incidência do gado bovino de carne nas emissões globais de carbono tem tendido a diminuir persistentemente nos últimos 60 anos. Simplesmente, isso significa que as emissões devidas à queima de combustíveis fósseis cresceram a uma taxa significativamente maior do que a taxa de aumento das emissões biogênicas do gado bovino.



O balanço de carbono do sistema pecuarista

O cálculo do balanço de carbono (BC) analisa a economia do carbono no sistema pecuário, e não por tonelada de carne produzida. O BC se apresenta como uma opção mais bem adaptada que a RC à pecuária extensiva de base pastoril. Seu cálculo implica estimar anualmente, não somente as emissões, mas também a captura e o armazenamento de carbono no sistema analisado (Figura 4).

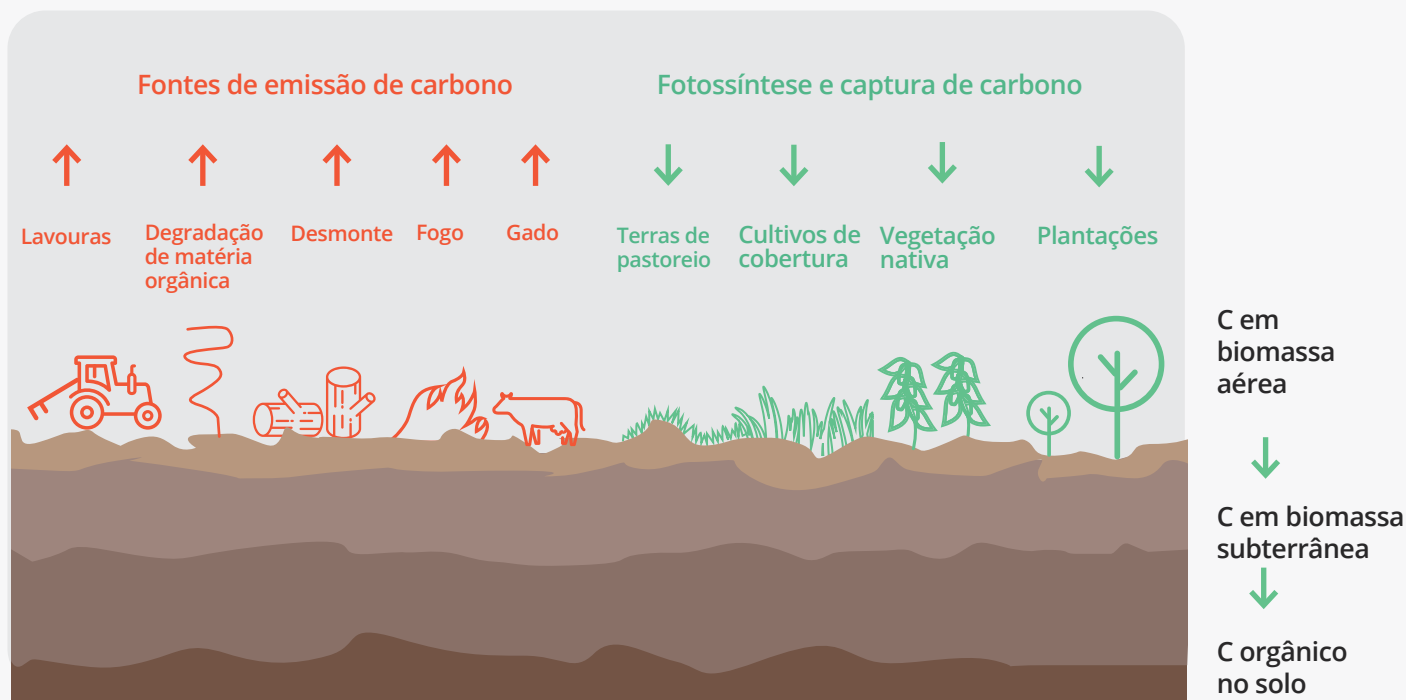


Figura 4. O balanço de carbono em uma propriedade rural implica a contabilização tanto das fontes de emissão de carbono (setas vermelhas) como dos sumidouros de captura e acumulação de carbono (setas verdes) devidos à fotossíntese vegetal.

A unidade de referência no BC não é o quilograma nem a tonelada de carne, como a ACV propõe, mas o hectare de terra. Grande parte dos países em desenvolvimento aplicam o método mais simples recomendado pelo IPCC (1996/2006/2019), ou seja, o nível 1 (ou *Ter 1*) para calcular o BC. Além das emissões, contempla a aplicação de fatores de sequestro de carbono por defeito (*default values*), mas só faz isso para as terras florestais. No entanto, o método omite a incorporação de grandes áreas de pastoreio, como pastagens, savanas, pastos implantados, *arbustales*, sistemas silvo-pastoris, regiões semidesérticas etc. Como a maior parte das terras produtivas das Américas não é apta para a criação de gado, é necessário valorizar o potencial de captura e acumulação de carbono nas terras de pastoreio (Viglizzo et al., 2019).

Nos estudos de BC, é possível discriminar o desempenho individual dos produtores, o que os torna, em última instância, alvos de prêmio ou penalização de acordo com o balanço de carbono gerado em seu sistema de produção.

A Figura 5 mostra uma análise de 40 propriedades pecuaristas nas quais se pode ver que existem produtores com capacidade para acreditar e certificar balanços positivos de suas fazendas (barras verdes da esquerda com sinal positivo). No extremo oposto, aparecem produtores com balanço de carbono negativo (barras vermelhas com sinal negativo), cujo mau desempenho pode ser explicado pelo desmonte de seus campos, pelo uso do fogo como prática habitual de gestão, ou por ambas as coisas.

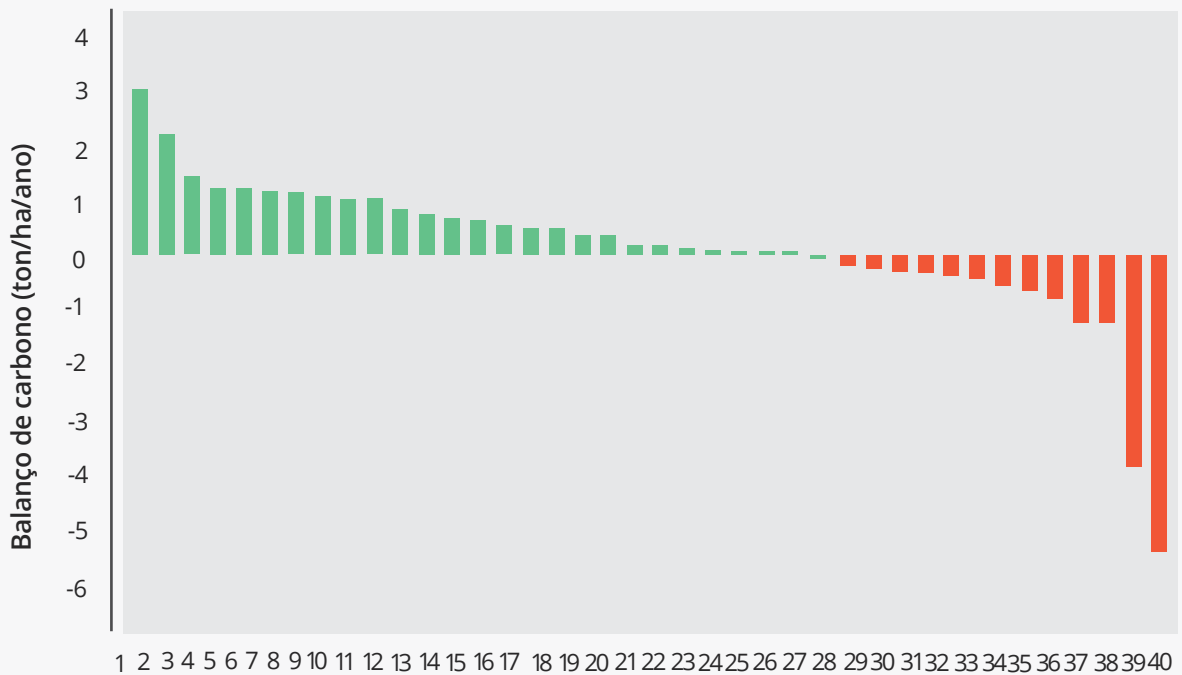


Figura 5. Estimativa do balanço de carbono por hectare (ton/ha/ano) a partir da diferença entre emissão e captura anual de carbono em 40 estabelecimentos pecuaristas da Argentina. Este tipo de análise permite discriminar propriedades e produtores individuais (Fonte: *Viglizzo & Ricard, 2023*).



Do rastro ao balanço de carbono: Contabilidade comparada

Uma pesquisa realizada recentemente na Argentina (Viglizzo e Ricard, 2023) mostra que a opção por um ou outro caminho (RC ou BC) leva a resultados que podem ser muito diferentes. O RC é um método rígido que não detecta variações entre sistemas de produção muito diferentes, como são os extensivos e os intensivos. Esta rigidez determina que a propriedade, como unidade produtiva, perca gravitação na análise. A ACV conduz sempre a resultados relativamente constantes quando se comparam produtos diversos. Por tonelada de produto, a carne bovina apresentará sempre níveis de emissão de carbono muito mais altos do que os grãos. Como essa diferença se produz invariavelmente tanto em sistemas extensivos como intensivos, o enfoque da ACV não permite a discriminação de produtores que diferem substancialmente nas emissões que geram. Já o BC permite. Dependendo do tipo de sistema de produção avaliado, a carne bovina pode aparecer com uma emissão anual por hectare que pode ser menor que a de um cultivo em uma zona de produção mista. A Figura 6, que com fins comparativos atribui à carne o valor 100 de referência, mostra que o RC da carne apresenta valores de emissão extremamente altos em relação aos três cultivos com que é comparado. E essa relação assimétrica se mantém tanto em sistemas extensivos como intensivos, impedindo a medição do desempenho de produtores que manejam o carbono em seus campos de maneira muito diferente. Em troca, o BC é muito sensível à configuração do sistema de produção. Em sistema misto com forte presença de soja, por exemplo, a emissão por hectare desse cultivo excede a emissão por hectare da carne e permite que se discrimine o desempenho de produtores que manejam plantios muito diversos.







		Emissões por produto (kg C/kg carne)	Emissões por hectare (kg C/ha/ano)
			
Carne		100	100
Milho		0,69	26,7
Soja		0,23	130,8
Trigo		0,93	82,4

Figura 6. Estimativas da emissão de carbono de quatro atividades medidas por tonelada de produto de acordo com o enfoque da ACV, ou por hectare de terra (hectare) de acordo com o enfoque do IPCC. Os valores apresentados correspondem a médias comparados de 70 estabelecimentos rurais (Fonte: *Viglizzo & Ricard, 2023*).



Conclusões

Numerosas publicações de organismos internacionais reportam que o sistema agroalimentar mundial contribui com 24-32% para as emissões globais de carbono. Em sincronia com a obra *La Larga Sombra del Ganado* e outras posteriores, atribui-se à pecuária, principalmente à bovina, entre 14,5 e 18% das emissões antropogênicas do planeta. Esta interpretação se desvia do foco do problema, uma vez que sobrecarrega a pecuária bovina com emissões fósseis deslocalizadas, que não lhe são atribuíveis por uma razão muito simples: provêm de outros setores da economia, como o industrial, o dos transportes, o residencial, o da distribuição, o do consumo doméstico etc. A rigor, só as emissões do setor primário ou rural deveriam ser imputadas às cadeias da carne. Um produtor pecuarista não pode carregar sobre seus ombros emissões que não dependem estritamente de suas atividades, mas são atribuíveis a outros setores que as geram.

É certo que existem razões éticas fundamentais para que os países e setores assumam compromissos e assinem acordos para reduzir as emissões de carbono que afetam ao planeta. Nossos sistemas de vida estão em emergência devido à crise climática global, e isso está acima dos interesses individuais, setoriais ou coletivos dos países. Alcançar a proclamada “neutralidade climática” está dentro dos objetivos originais do Acordo de Paris (COP21) de 2015, que foi assinado pelas partes para limitar o aquecimento do planeta bem abaixo dos 2°C em relação aos níveis pré-industriais (United Nations Climate Change, 2022). Até esta data, poucos cumprem o que foi pactuado, sendo muitos os que não conseguiram melhorar seu desempenho ou, pior ainda, o pioraram.

Mas, para além do imperativo moral de combater a mudança do clima, nos países produtores de alimentos existe também uma razão utilitária, pragmática, de natureza econômica e comercial: evitar sanções que afetem o acesso atual ou futuro aos mercados agropecuários (World Economic Forum, 2022). Em diversos países desenvolvidos, consolida-se a estratégia que aponta para a penalização da pecuária bovina como a responsável primária do aquecimento do planeta. Para isso, tenta-se a aplicação de duas ações concretas: de um lado, reduzir significativamente o consumo de carne (sobretudo a bovina) e, de outro, reduzir de fato o estoque de gado bovino. Dada a contribuição do setor para as economias nacionais, essas opções acarretam uma ameaça potencial à pecuária bovina das Américas.

Uma estratégia a ser abordada na região é focada na métrica para contabilizar as emissões, ou o rastro de carbono ou o balanço de carbono. Na pecuária intensiva, com animais confinados em espaços reduzidos, o rastro de carbono é útil para se avaliar a carga de carbono emitida por tonelada de carne. Nela têm alta incidência os insumos pecuários cuja manufa-

tura está associada a um uso elevado de combustíveis fósseis. O alto consumo de insumos dependentes de fósseis em espaços muito reduzidos desvincula a produção do uso da terra. No entanto, na maioria dos países de nossa região, a terra é um fator-chave na criação de gado. É óbvio que o balanço de carbono, como ferramenta para contabilizar carbono, tenda a se adaptar apropriadamente aos sistemas pastoris extensivos que têm o hectare como principal parâmetro. Em consequência, avaliar as emissões por hectare é uma referência inevitável. **Diferentemente do rastro de carbono, este indicador contabiliza tanto as emissões como os ganhos e as armazenagens de carbono. Gera-se, assim, um resultado líquido que pode ser positivo, negativo ou neutro e que permite premiar os produtores de desempenho superior. Em síntese, métricas distintas se adaptam melhor a certas tipologias produtivas que a outras.**

Além disso, o balanço de carbono pode ser associado a enfoques inovadores como o “cultivo de carbono” (carbon farming), em que esse elemento passa a ser uma commodity comercializável como diversas outras da agricultura (Australian Beef, 2022). Uma primeira referência nessa direção foi o Protocolo de Kyoto de 1997 (United Nations Climate Change, 2022), tratado internacional destinado a criar um mercado de compra e venda de créditos de carbono com o propósito de mitigar a mudança do clima por meio de opções orientadas para a neutralidade climática ou carbono líquido zero. A captura e o armazenamento de carbono na biomassa e no solo vão nessa direção. Um trabalho recente publicado em *Plos Climate* (Almaraz et al., 2023) mostra, mediante simulação matemática, que, em escalas rurais, é possível capturar dezenas de bilhões anuais de carbono e gerar balanços positivos que beneficiariam todas as cadeias agroalimentares. Esses pacotes de tecnologia climaticamente inteligentes incluem, entre outros: (i) o desenho de diversas configurações silvo-pastoris; (ii) o uso de emendas orgânicas; (iii) a meteorização de rochas (*rock weathering*) por meio da trituração de silicatos que produzem captura inorgânica de carbono atmosférico; (iv) a elaboração de fertilizantes por meio de energias renováveis; (v) o uso de aditivos redutores de metano em ruminantes; (vi) a redução de perdas e resíduos de alimentos; (vii) a aplicação de carbono vegetal por combustão de biomassa (*biochar*); e (viii) a produção de biofertilizantes e biogás a partir de fezes e urina.

O desafio da agricultura mundial atribui às Américas um papel estratégico no fornecimento de proteínas animais de alto valor biológico e na prevenção da mudança do clima. Hoje existem tecnologias e práticas que permitem harmonizar os dois objetivos: segurança alimentar e segurança climática global. Mas uma terceira ferramenta deve ser incorporada: o livre comércio de bens agropecuários. Com um critério puramente realista, isso implica abandonar as proclamadas políticas de produção local de alimentos em substituição aos fornecidos pelo livre comércio internacional. Em um artigo publicado em *Nature Climate Change* (Janssens et al., 2020), os autores estimaram que, diante de um aumento da temperatura média global de até 4°C, mais de 50 milhões de pessoas ficariam expostas a subnutrição grave em 2050 se tivessem que depender de modelos utópicos de produção local. A realidade indica que, inevitavelmente, a solução implicará a garantia da liberdade de comércio no mercado internacional de alimentos.



Referências

- Almaraz, M., Houlton, B.Z., Clark, M., Holzer, I., Zhou, Y., Rasmussen, L. et al. (2023). Model-based scenarios for achieving net negative emissions in the food system. *Plos Climate* 2(9): e0000181. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000181>
- Australian Beef (2022). Australian Beef Sustainability Framework: Annual Update 2022. 64 pp. <https://www.sustainableaustralianbeef.com.au/resources/annual-update2/#:~:text=2022%20Annual%20Update,and%20People%20and%20the%20Community.>
- Clark, M., Springmann, M., Rayner, M. et al. (2022). Estimating the environmental impacts of 57,000 food products. *PNAS* 119: 33e 2120584119. [https://doi.org/10.1073/pnas.2120584119.](https://doi.org/10.1073/pnas.2120584119)
- Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., & Leip, A. J. N. F. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2(3), 198-209.
- European Commission (2019). Farm to Fork Strategy: For a fair, healthy and environmentally friendly food system. [https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en.](https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en)
- FAOSTAT (2023). Alimentación y agricultura. [http://www.fao.org/faostat/es/#data.](http://www.fao.org/faostat/es/#data)
- Gerber PJ, Steinfeld H, Henderson B, Mottet A, Opio C, Dijkman J, et al. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma.
- IPCC (1996). IPCC. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories (J.T. Houghton et al, Eds.). IPCC/OECD/IEA, Paris, França, 1997
- IPCC (2006). IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (H. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe, Eds). Institute for Global Environmental Strategies. 2006, Japão.
- IPCC (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P., Federici, S., Eds.) IPCC, Genebra, Suíça.
- Janssens, C., Havlík, P., Krisztin, T. et al. (2020). Global hunger and climate change adaptation through international trade. *Nature Climate Change* 10: 829–835. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0847-4>

- Lesschen, J.P. (2021). Consequences of an alternative emission metric. *Nature Food* 2: 918–919. www.nature.com/natfood
- Our World in Data (2023). CO₂ and GHG emissions. <https://www.tilt.com/tilts/help-save-ourworldindataorg>
- Poore, J., Nemecek, T. (2018). Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360: 987–992.
- Ricard, M.F., Mayer, M.A., Viglizzo, E.F. (2021). The impact of beef and soybean protein demand on carbon emissions in Argentina during the first two decades of the twenty-first century. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16744-8>
- Ritchie, H., Rosado, P., Roser. M. (2022). Environmental Impacts of Food Production. Published online at Our World In Data.org. Disponível em: '<https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>' [recurso online]
- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, de Haan, C. (2006). *The Livestock’s Long Shadow*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2006 (FAO), Roma. 2.
- Stritzler, N.P., Rabortnikof, C.M. (2019). *Nutrición y Alimentación de Rumiantes en la Región Semiárida Central Argentina*. Primera Edición Compendiada. Editado pela Universidad Nacional de La Pampa (ISBN: 978-950-863-387-3), 158 pp.
- United Nations Climate Change (2022b) ¿Qué es el Protocolo de Kyoto? https://unfccc.int/es/kyoto_protocol
- Viglizzo, E.F., Ricard, M.F., Taboada, M.A., Vázquez-Amábile, G. (2019). Reassessing the role of grazing lands in carbon-balance estimations: Meta-analysis and Review. *Science of the Total Environment* 661: 531-542.
- Viglizzo, E.F., Ricard, M.F. (2023). Carbon accounting per unit of food and unit of land in food production systems of Argentina. *Universal Journal of Carbon Research*: 1-11. DOI. <https://doi.org/10.37256/ujcr.1220232202>
- World Economic Forum (2022). *The Global Risks Report 2022, 17th Edition*, Davos, Suíça 2022. <https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2022/>

* O autor é Doutor em Ciências pela Universidade Católica de Lovaina (Bélgica), pesquisador (aposentado) do CONICET e do INTA, professor da Universidade Austral e membro correspondente da Academia Nacional de Agronomia e Veterinária da Argentina.