
SHUTTERSTOCK

QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE NO SETOR AGROPECUÁRIO

CAMILA GENARO ESTEVAM, EDUARDO DE MORAIS PAVÃO, EDUARDO DELGADO ASSAD
Pesquisadores do OCBio/FGV

À MEDIDA que se intensifica a discussão internacional sobre as mudanças climáticas e o papel do setor agropecuário e de florestas na emissão de gases do efeito estufa (GEE), desafios cruciais apresentam-se diante do Brasil. Frequentemente, percebe-se, nesse debate, uma falta de entendimento dos conceitos-chave relacionados ao carbono e à sua dinâmica na natureza. Além disso, adotam-se métricas e metodologias de contabilização dessas emissões desenvolvidas internacionalmente que não consideram as especificidades do País.

A ausência de uma "régua brasileira" para a contabilização dessas emissões, que leve em conta as particularidades do clima e as práticas de manejo e de plantio de cada região brasileira, pode prejudicar o cálculo da contribuição desses setores para o aquecimento global. E isso irá dificultar a adoção de políticas públicas eficazes de mitigação.

Tal afirmação justifica-se pelo fato de a atividade agropecuária e as florestas serem os únicos setores produtivos capazes de remover carbono da atmosfera. Qualquer esforço abrangente de monitoramento de GEE e de definição de políticas para combater o aquecimento global no Brasil precisa considerar as emissões e as remoções desses setores.

Para colaborar com esse debate, o Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia da Fundação Getulio Vargas (OCBio/FGV) elaborou o estudo "Quantificação das emissões de GEE no setor agropecuário: fatores de emissão, métricas e metodologias"[a], que tem como objetivos esclarecer termos importantes relacionados ao carbono no setor

agropecuário, mostrar o desafio de calcular adequadamente as emissões dos principais setores produtivos levando-se em conta a realidade brasileira e propor caminhos para a criação de uma "régua brasileira" de cálculo.

A contabilização atual das emissões segue uma abordagem científica baseada nas diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, na sigla em inglês). Mesmo com certo nível de detalhamento ou variação regional, essas diretrizes não são suficientes para captar as particularidades da agricultura tropical brasileira.

O último relatório do IPCC estimou que os setores da agropecuária e da mudança de uso do solo são responsáveis por aproximadamente 22% das emissões globais de GEE. No Brasil, dados do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE) de 2020 apontam que os dois setores foram responsáveis por 66,55% das emissões totais. No entanto, o Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) registrou, para o mesmo período, um aumento da participação desses setores, que responderam por 73,00% das emissões totais, principalmente pelo avanço do desmatamento. A diferença entre os números apresentados indica que o Brasil possui uma dinâmica de emissões diferente da dinâmica global. Além disso, mesmo entre as duas medições nacionais, identificamos o impacto das divergências de metodologias e dos níveis de informação existentes na quantificação das emissões.

O desafio ganha ainda mais importância com a discussão sobre a adoção de leis para regulamentar o mercado de créditos de carbono e, também, com o cumprimento de metas nacionais de redução de emissões. O Brasil comprometeu-se a reduzir, até 2025, as suas emissões de GEE em 37% abaixo dos níveis de 2005 – e, até 2030, em 50%. A depender da métrica utilizada, pode-se aumentar ou reduzir a diferença esperada.

PRINCIPAIS CONCEITOS SOBRE A MENSURAÇÃO

A agropecuária e o manejo e uso da terra influenciam uma variedade de processos que afetam o fluxo de GEE. Há fotossíntese, respiração, decomposição, nitrificação/desnitrificação, fermentação entérica e combustão. As atividades relacionadas ao uso da terra, como gestão de áreas agrícolas, florestas, pastagens e mudanças no uso e cobertura da terra, têm um impacto adicional sobre esses fluxos naturais.

Quando se trata das atividades agropecuárias e de mudança de uso da terra, os principais GEE que interessam ao debate são o dióxido de carbono (CO_2), o óxido nitroso (N_2O) e o metano (CH_4).

Os fluxos de GEE podem ser estimados como mudanças no estoque de carbono ao longo do tempo, ou seja, alterações na quantidade desse elemento armazenada em locais como o solo, as plantas ou os oceanos. Os fluxos também podem ser estimados como uma taxa de troca de gás entre a superfície da terra e a atmosfera. Desta forma, se o estoque total de carbono cresce ao longo do tempo, pode-se equiparar a uma remoção de CO_2 da atmosfera, e vice-versa.

O presente estudo baseia-se em três pilares teóricos para mensuração das emissões: fatores de emissão, métricas de conversão e metodologias de cálculo. O fator de emissão é a medida que indica quanto de GEE é liberado na atmosfera para cada unidade de uma determinada atividade ou produção.

O cálculo das emissões de GEE baseado nas diretrizes do IPCC pode ser aplicado de maneira genérica a qualquer país do mundo. Foi elaborado com o objetivo de democratizar internacionalmente a quantificação de emissões. Contudo, é possível considerar a adoção de fatores de emissão que levam em conta níveis de informação mais detalhados conforme as condições e as tecnologias específicas de cada nação, localidade ou setor.

Os fatores de emissão podem ser atualizados ao longo do tempo, à medida que novos estudos e pesquisas avançam, sendo fundamental consultar os relatórios de referência setoriais e inventários mais recentes, como o último relatório do IPCC ou o mais recente Inventário Nacional de GEE.

Após quantificar as emissões, as remoções e o estoque de carbono, é necessário parametrizar os gases, ou seja, medir e comparar diferentes compostos que contribuem para o efeito estufa. Isso porque cada gás tem um impacto diferente sobre o aquecimento global, a exemplo do gás CH_4, que possui uma dinâmica na natureza distinta da do CO_2.

Portanto, é necessário adotar métricas para transformar todas as emissões em uma unidade comum. Foi com esse objetivo que se criou o dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq.). Essas métricas, conhecidas como métricas de parametrização, têm por objetivo equiparar diferentes GEE em um único gás de referência.

Em 1990, o IPCC divulgou a primeira métrica oficial de conversão, o **Global Warming Potential (GWP)**, formulado com base no potencial que um gás tem de absorver calor e aquecer o Planeta. Desde então, o IPCC reporta valores de GWP buscando traduzir o impacto no período de vinte anos e de cem anos. Em 2005, foi proposta uma métrica alternativa, chamada **Global Temperature Change Potential (GTP)**, calculada com base na mudança da temperatura média global da superfície em um determinado período.

Embora as duas métricas tenham muitas diferenças, principalmente nos gases considerados de vida curta (*short-lived climate pollutants*), como o CH_4, a diferença entre os gases de vida curta e de vida longa (*long-lived climate pollutants*) impacta diretamente a forma como as suas emissões irão afetar o clima terrestre. A concentração atmosférica dos gases de vida longa pode causar

aquecimento por gerações. Já os de vida curta exercem impactos em menor tempo. Estudos recentes mostram que, nos casos de gases de vida curta, como o CH_4, a métrica GWP100 não reflete adequadamente o efeito real desse gás sobre a temperatura atmosférica.

Visando superar as dificuldades apresentadas, uma métrica alternativa, denominada **Global Warming Potential Star (GWP*)**, foi desenvolvida para GEE de curta duração. Essa métrica não é baseada na emissão anual, mas sim na sua variação ao longo do tempo, e tem grandes implicações sobre a trajetória das emissões da pecuária, que são formadas, predominantemente, do gás CH_4, o que também implica desafios de padronização.

Já as metodologias de mensuração de emissões de carbono são um conjunto de procedimentos, técnicas e ferramentas utilizados para quantificar e avaliar as emissões de GEE. Possuir metodologias estabelecidas é essencial para o desenvolvimento de inventários de GEE, a definição de metas de redução de emissões, o monitoramento do desempenho ambiental e ações de mitigação. Quando se trata das metodologias, existem abordagens distintas para a avaliação e a quantificação das emissões de GEE e seus impactos ambientais.

O **GHG Protocol** tem se destacado como a metodologia mais utilizada para a quantificação das emissões de GEE. Essa metodologia está dividida em escopos. São chamados Escopo 1 e Escopo 2 os que abrangem as emissões diretas e indiretas resultantes das atividades de uma organização e Escopo 3 o que inclui as emissões indiretas provenientes de fontes fora do controle direto da organização, mas relacionadas às suas atividades. A partir do GHG Protocol, foram desenvolvidas diversas calculadoras.

O Brasil desenvolveu o **GHG Protocol Brasil**, uma adaptação do GHG Protocol para atender as especificidades do País. Essa metodologia adaptada considera particularidades regionais, setoriais e regulatórias, garantindo uma abordagem consistente e confiável para a quantificação das emissões de GEE no Brasil. No entanto, ainda precisa ser ampliada para abranger todos os setores produtivos.

DESAFIOS PARA MEDIR GEE NO SETOR AGRO BRASILEIRO

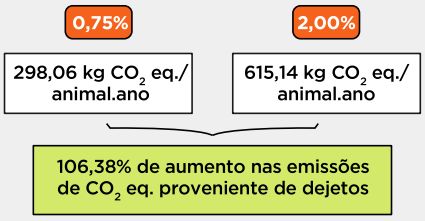
Os conceitos descritos de forma resumida nos parágrafos anteriores podem ser aplicados a diferentes sistemas produtivos. No caso da **produção animal**, especialmente de ruminantes, há uma significativa contribuição para as emissões de GEE. Entre as fontes de emissões da atividade, destaca-se o processo de fermentação entérica, que ocorre no trato digestivo dos animais e resulta na produção e na liberação de gás CH_4. Os sistemas de manejo e o armazenamento de dejetos animais também afetam as emissões geradas. As emissões provenientes da pecuária representam 24,8% do total nacional e 68,3% do total do setor agropecuário.

Para discutir as emissões da atividade, contudo, é importante considerar o sistema como um todo, com as suas práticas de manejo, e não somente os animais individualmente.

Dados de 2022 indicam que 93% do rebanho nacional é manejado em pastagens, sendo que 30% dele tem a sua terminação (engorda) em ambiente confinado, diferentemente dos sistemas produtivos de outros países, onde os animais são manejados majoritariamente em ambiente confinado durante todo seu ciclo de vida.

Além disso, o clima das regiões tropicais proporciona particularidades em relação às emissões que têm origem nos processos de manejo de dejetos, uso de recursos naturais e práticas agrícolas. Quando o sistema produtivo é adequadamente gerenciado, é possível neutralizar as emissões e, até mesmo, remover carbono atmosférico a taxas superiores às das emissões geradas pelos

FIGURA 1 – COMPARAÇÃO ENTRE EMISSÕES DE GEE PROVENIENTES DE DEJETOS BOVINOS CONSIDERANDO 0,75% E 2,00% DE FATOR DE EMISSÃO PARA EMISSÃO DIRETA



Fonte: elaboração pelos autores

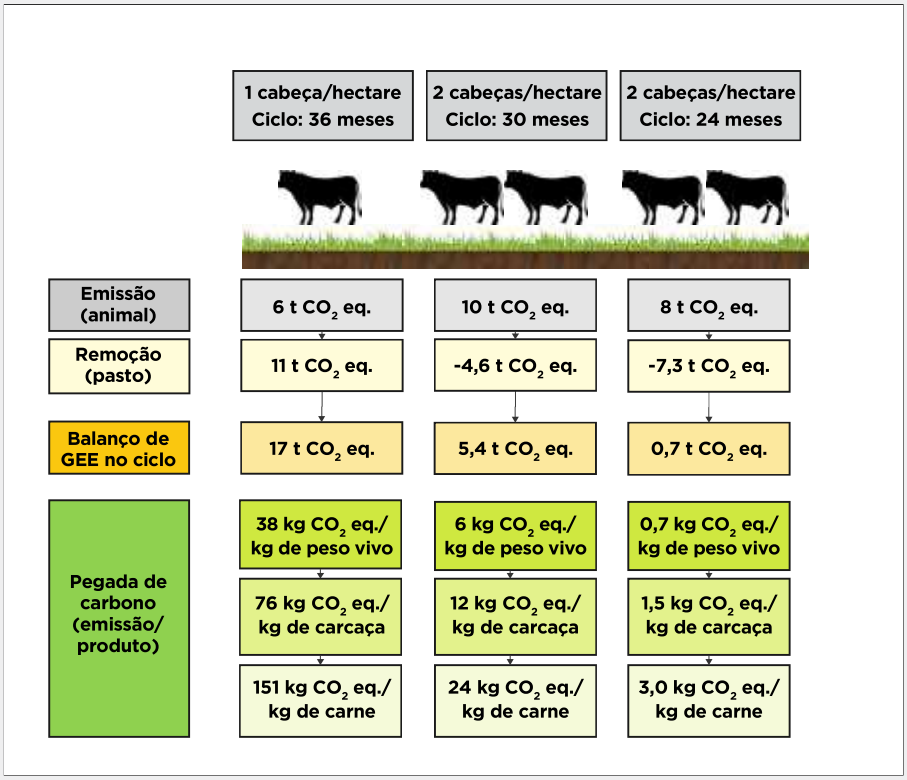
animais. Assim, cabe ressaltar que um manejo eficiente e sustentável dos rebanhos pode desempenhar um papel fundamental na redução das emissões da atividade pecuária, tornando-a ambientalmente equilibrada.

Logo, para que o cálculo das emissões de GEE da atividade reflita corretamente o contexto tropical do Brasil, é importante considerar as particularidades dos sistemas de produção, como as categorias dos animais, a idade, a condição de manejo, a finalidade da produção e as taxas de digestibilidade.

O Brasil tem à disposição fatores de emissão específicos para o cálculo das emissões originadas na **fermentação entérica** da bovinocultura (processo que ocorre em uma das etapas de digestão dos animais herbívoros ruminantes e que resulta na geração de gás CH_4). Os valores que foram utilizados na contabilização divulgada no Inventário Nacional de GEE foram obtidos por meio de pesquisas científicas realizadas no País e, desta forma, são mais adequados para a realidade brasileira.

Ao comparar os valores-padrão dos fatores de emissão do IPCC com os obtidos nacionalmente, é possível observar diferenças significativas. Por exemplo, usando dados de 2016 para bovinos de corte (touros), de acordo com o Inventário Nacional, o fator de emissão é de 71 quilos de CH_4 por animal ao ano. Já para bovinos de corte

FIGURA 2 – COMPARAÇÃO ENTRE CÁLCULOS DE PEGADA DE CARBONO PARA SISTEMA DE PECUÁRIA



Fonte: elaboração pelos autores

– machos mais velhos do que dois anos – não confinados, os valores variam de 63 a 72 quilos, a depender da Unidade da Federação. No entanto, valores obtidos a partir das diretrizes do IPCC consideram apenas um valor médio para as classes de idade de bovinos de corte, de 56 a 58 quilos de CH_4 por animal ao ano. Essa diferença reflete as variações existentes pelo uso de valores generalizados e que podem não refletir a realidade no campo e desconsiderar fatores como idade e categoria animal.

Na pecuária, deve-se considerar, também, as emissões provenientes dos **dejetos**, ou seja, da gestão de resíduos animais. Essas emissões podem variar significativamente entre bovinos criados no pasto e confinados. Em sistemas de confinamento, o acúmulo de dejetos em áreas restritas favorece a decomposição anaeróbica, resultando em maiores emissões de óxido nitroso (N_2O) quando em comparação aos bovinos mantidos a pasto. Essas diferenças nas emissões de N_2O destacam a importância de considerar as práticas de manejo e os sistemas de produção na avaliação das emissões de GEE dos dejetos na pecuária.

Ao comparar a proporção de nitrogênio dos dejetos emitida na forma de N_2O para a atmosfera, os Guidelines de 2006 do IPCC indicavam uma proporção de 2,00%. Estudos desenvolvidos no Brasil indicam que, para a realidade brasileira, o fator seria de 0,75%.

A alteração do fator de emissão de 2,00% para 0,75% resulta em uma redução de 106,4% das emissões totais dos dejetos a pasto considerando as emissões de nitrogênio provenientes do manejo de dejetos.

Em 2019, o IPCC atualizou o fator de emissão para dejetos depositados em pastagens – que, anteriormente, era de 2,00% – para 0,40% em média. Ajustando os valores, obtém-se uma emissão próxima ao observado com o fator nacional de 0,75%, mas ainda com diferenças. Como as características dos diferentes sistemas de tratamento de dejetos influenciam nas taxas de emissão, o manejo caracteriza-se como uma estratégia de redução de emissões no País.

Outra métrica de análise é quantificar as emissões por meio da pegada de carbono, ou seja, medir a quantidade de emissões de GEE que um produto ou um serviço demanda para ser produzido ou prestado. A **pegada de carbono na pecuária** pode ser medida em, entre outras unidades, quilos de dióxido de carbono equivalente (kg CO_2 eq.) emitidos por kg de peso vivo animal, carcaça equivalente produzida, ou por quilo de carne. O exemplo da Figura 2 evidencia diferenças de quantificação a partir de três cenários. O primeiro considera uma taxa de lotação de um animal por hectare e ciclo (tempo de vida do animal) de 36 meses. O segundo considera uma intensificação do manejo, com redução do tempo de abate para 30 meses e aumento da taxa de lotação para 2 cabeças por hectare. O terceiro considera uma pastagem de alta qualidade e alta intensificação, com um ciclo de 24 meses para o abate.

Ao analisar apenas as emissões, o segundo sistema é o que produz mais emissões, com 10 toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO_2 eq.) no ciclo. No entanto, quando analisada a remoção de carbono pelas pastagens bem manejadas, o primeiro sistema se torna o maior emissor líquido. Além disso, ao analisar a pegada de carbono, o terceiro sistema apresenta um potencial de produzir 1 quilo de carne com emissão de apenas 3 kg CO_2 eq. por kg de carne, destacando-se em relação aos demais.

Como, no Brasil, o sistema predominante é o da pecuária extensiva, essa atividade tem como característica o potencial de remoção de carbono atmosférico por meio do manejo adequado das pastagens, reforçando a importância de considerar o sistema

como um todo, e não restringindo a análise somente às emissões.

Além da pecuária, outro sistema produtivo relevante para a presente análise é o da agricultura. Quando se consideram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), a agricultura brasileira é um fator essencial para fortalecer a resiliência e a capacidade de adaptação do País aos riscos associados às mudanças climáticas, principalmente por meio da adoção de boas práticas agrícolas. No entanto, para avançarmos, o primeiro passo é buscar a mensuração adequada das emissões de GEE da atividade e o cálculo do balanço de carbono do sistema.

O setor agrícola engloba diversas atividades, como o cultivo de culturas, o manejo de solos e a utilização de fertilizantes nitrogenados. De acordo com dados do SEEG, o setor agrícola foi responsável, em 2020, por cerca de 8% das emissões totais de GEE no Brasil.

Assim como na pecuária, o IPCC também fornece valores-padrão para as categorias de produtos nitrogenados utilizados na agricultura, assim como o relatório de referência setorial da comunicação nacional brasileira.

Os níveis de incerteza desses valores-padrão variam significativamente, uma vez que os fatores de emissão se relacionam a questões como tecnologia do produto, modo de aplicação, características do solo, condição do solo no momento da aplicação e clima.

No caso das emissões da soja, um estudo realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) indica que, calculando-se as emissões da cultura utilizando valores *default* do IPCC, obtém-se resultados três vezes maiores do que considerando práticas da realidade brasileira.

Isso se deve ao fato de a soja brasileira ser cultivada majoritariamente sob manejo de plantio direto (PD), ou seja, plantio sob a palha e com o uso de microrganismos responsáveis pela fixação biológica de nitrogênio (FBN). O uso desta reduz significativamente (quando não elimina) o uso de adubos nitrogenados, o que, além de ser mais barato, contribui para a sustentabilidade do sistema agrícola, pois não causa contaminação de águas por lixiviação de nitrogênio presente nos adubos ou emissões de GEE.

Além da prática de PD, foi desenvolvido o Sistema Plantio Direto (SPD), que adiciona a rotação de culturas ao longo do ano, com plantio de gramíneas e leguminosas para formação de palha. A palhada no SPD, quando mantida na superfície, contribui para a manutenção e/ou o aumento da matéria orgânica – e, consequentemente, do carbono – no solo, reduzindo consideravelmente as emissões de GEE pelo

SHUTTERSTOCK



solo. Atualmente, estima-se que 10% da área de soja esteja sob SPD no País.

As principais fontes de emissão na produção de soja são a queima de combustíveis das operações mecanizadas e os resíduos da cultura e da adubação nitrogenada. No caso do Brasil, a maioria da soja utiliza a tecnologia de FBN via sementes tratadas. Assim, não são aplicados adubos nitrogenados na produção de soja brasileira.

Por isso, a soja brasileira pode ser considerada uma cultura de baixo carbono devido ao seu manejo. Essa cultura tem potencial de se tornar um sumidouro de carbono quando consorciada com um componente florestal e pastagens bem manejadas, passando a ter capacidade de, além de neutralizar as emissões, remover carbono da atmosfera.

A prática de integração de sistemas possui uma alta capacidade de mitigação e remoção de carbono da atmosfera, uma vez que os **sistemas integrados de produção** otimizam o uso dos recursos naturais e elevam o nível de sustentabilidade da atividade agropecuária. Esses sistemas combinam atividades distintas em uma mesma área, podendo ser agropastoril (interação entre lavoura e pecuária em uma mesma área, em um mesmo ano agrícola ou em múltiplos anos, sendo implantado por meio de rotação, consórcio ou sucessão, isto é, a integração Lavoura-Pecuária – iLP); silvipastoril (interação por consórcio entre pecuária e floresta, isto é, a integração Pecuária-Floresta – iPF); silviagrícola (implantação em consórcio entre lavoura e floresta, pela utilização de espécies arbóreas junto a cultivos agrícolas anuais ou perenes, isto é, a integração Lavoura-Floresta – iLF); agrossilvipastoril (união de componentes agrícola, pecuário e florestal em um único sistema, podendo ser feito de forma rotacionada, em consórcio ou em sucessão, isto é, a integração Lavoura-Pecuária-Floresta – iLPF); e agrofloresta (forma de uso e ocupação do solo em que árvores são plantadas ou manejadas em associação com culturas agrícolas ou forrageiras, isto é, o sistema agroflorestal – SAF).

Outro exemplo da necessidade de desenvolvimento de metodologias e métricas que reflitam a realidade brasileira ocorre na questão da biomassa vegetal, principal compartimento para a remoção e o estoque de carbono na atmosfera. De acordo com o IPCC, a biomassa vegetal refere-se à quantidade de carbono acumulada nas partes aéreas e subterrâneas das plantas – acima e abaixo do solo.

O IPCC divulga valores-padrão de volume de biomassa vegetal, porcentagem de carbono na madeira e estimativas de incremento anual de biomassa para cálculo de fluxos e estoques de carbono, segmentados por regiões. A partir de estimativas, fornece valores médios de estoque de carbono em vegetação nativa florestal.

No caso do Brasil, segundo o IPCC, consideram-se três tipos de vegetação (floresta tropical úmida, floresta tropical seca e floresta tropical caducifólia úmida). Para cada classe, é apresentado o valor do estoque médio de biomassa acima do solo, assim como uma relação para a porcentagem de biomassa a ser contabilizada abaixo do solo.

O Brasil possui seis biomas: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal, com elevadas taxas de diversidade. No que diz respeito aos estoques de carbono, essa diversidade deve ser considerada no cálculo dos estoques e dos fluxos de carbono.

No Relatório de Referência da 4ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, na sigla em inglês), o Brasil reportou valores médios distintos de biomassa e estoques de carbono para os 69 diferentes tipos de vegetação presentes no território brasileiro, a partir de pesquisas realizadas nacionalmente.

Comparando-se os valores de carbono obtidos no IPCC e na Comunicação Nacional, uma propriedade de 1 hectare de floresta nativa localizada em determinado local da Amazônia brasileira contaria com um estoque de 300 t CO_2 eq. estocadas na biomassa acima do solo, segundo o IPCC. A região amazônica brasileira conta com diversos tipos de vegetação, com seus respectivos estoques médios de biomassa e estoques de carbono variando de 19 a 825 t CO_2 eq. por hectare, em média, para biomassa acima do solo. Essa diferença reforça novamente a importância de se considerar valores ajustados para as diferentes realidades encontradas no Brasil.

Por sua vez, o solo é o maior compartimento de armazenamento de carbono dos ecossistemas terrestres, contando com o dobro da quantidade de carbono da atmosfera e até três vezes mais do que o carbono da vegetação.

Os estoques de carbono estão diretamente relacionados aos fluxos de entrada e saída desse elemento no solo, que dependem da dinâmica do seu uso e ocupação e, em casos de solos agrícolas, das práticas de manejo.

A mensuração do carbono no solo em áreas agrícolas enfrenta diversos desafios, devido à complexidade e à heterogeneidade desses ambientes. Para obter resultados precisos e confiáveis, é essencial o uso de métricas e metodologias padronizadas e adaptadas às condições tropicais, levando em conta dados e fontes adequadas que considerem as especificidades locais.

A profundidade de amostragem do carbono no perfil do solo, por exemplo, é um ponto importante a ser considerado, existindo amostragens na profundidade de 0 a 30 centímetros e de 0 a 100 centímetros. O IPCC recomenda a estimativa do estoque de carbono na camada arável, ou seja, 0 a 30 centímetros de profundidade, apesar das pastagens tropicais possuírem capacidade de sequestrar e acumular carbono em profundidade.

PRÓXIMOS PASSOS E DESAFIOS

Uma importante **conclusão** que se pode tirar é que, ao analisarmos as emissões de GEE da atividade agropecuária e do setor de florestas, devemos ter em mente que esses são os únicos setores produtivos capazes de remover carbono da atmosfera. Portanto, precisamos contabilizar o balanço das emissões dessas atividades, e não somente emissões brutas, para não penalizar operações produtivas que removem carbono em algum componente do sistema ou que tenham emissão reduzida, como, por exemplo, a produção de soja, a pecuária extensiva a pasto, a crescente implementação de sistemas integrados de produção e a ampla adoção de práticas conservacionistas, incluindo o PD.

Essas particularidades da produção agropecuária tropical passam frequentemente despercebidas nas medições, nas avaliações e nas comparações climáticas internacionais, que tendem a privilegiar critérios estabelecidos baseados em características dos sistemas produtivos do hemisfério Norte. Essa desigualdade climática pode ser agravada pelas disparidades na capacidade de medir e relatar as emissões de GEE. Os países do hemisfério Norte, devido a sua vantagem tecnológica e econômica, têm, muitas vezes, sistemas de coleta de dados mais avançados e precisos. Em contrapartida, nações em desenvolvimento podem enfrentar desafios na obtenção de dados precisos, devido a sua extensão territorial, limitação de recursos, infraestrutura e capacidades técnicas reduzidas.

Como a agenda climática tornou-se um tema global, os países estão entrando em uma corrida pelo aperfeiçoamento contínuo das métricas e das metodologias de mensuração de emissões. Isso se dá a partir de um reconhecimento de que precisão e consistência nas avaliações de emissões são fundamentais para orientar políticas eficazes de redução de carbono e monitorar o progresso em direção às metas estabelecidas. Desta forma, conclui-se que se torna crucial para o Brasil assumir uma posição de referência no debate climático.

Para isso, o País precisa dar os seus **próximos passos** seguindo dois caminhos. Um deles passa por pressionar os órgãos internacionais a reconhecerem a importância de que métricas e práticas sejam adaptadas à realidade tropical. O outro exige que o País se posicione como um líder da agricultura sustentável e apresente um conjunto de critérios e métricas a ser avaliado que leve em conta as particularidades dos seus sistemas produtivos. Esses dois caminhos, contudo, trazem **desafios**, que podem ser resumidos em três conjuntos distintos.

Em um primeiro plano, estão os **desafios institucionais**, que, essencialmente, se concentram na questão da governança. A falta de coordenação efetiva, a necessidade de estabelecer um fórum permanente de discussão, o desenvolvimento de metodologias e diretrizes nacionais e a promoção de certificações e validações que abranjam os diferentes interesses e realidades contribuem para uma descentralização que dificulta a adoção de uma abordagem coesa e sustentável sobre o tema.

Uma solução seria a criação de um conselho nacional ou fórum permanente para discussões e tomadas de decisão relacionadas às métricas e às metodologias de mensuração de emissões na agropecuária, com o objetivo de garantir uma curadoria constante de políticas públicas, discussões e avaliações de temas técnicos. A existência de um órgão permanente pode proporcionar a estabilidade e a continuidade do trabalho.

Também é necessário garantir que as metodologias sejam cientificamente robustas e, ao mesmo tempo, flexíveis o suficiente para acomodar as variações regionais e setoriais. Para isso, será preciso uma abordagem colaborativa que envolva especialistas, representantes do setor e formuladores de políticas para criar diretrizes que reflitam a realidade e possam ser implementadas na prática.

Organizações internacionais já estão apresentando metodologias, certificações, valores-padrão, calculadoras e outras ferramentas que estão rapidamente ganhando aceitação. Esse cenário tem levado a uma adesão considerável de abordagens internacionais no mercado brasileiro e ocasionado distorções nas informações.

Será fundamental promover a cooperação entre os estados brasileiros e incentivar o compartilhamento de experiências bem-sucedidas de agricultura e pecuária sustentáveis, para gerar sinergias positivas e acelerar a adoção de técnicas e tecnologias inovadoras em todo o País.

Desenhar e estruturar uma metodologia clara e de fácil compreensão é urgente. A criação de entidades certificadoras com processos claros de verificação desempenha um papel crucial para os avanços no tema. Essas instâncias permitem que os produtores "certifiquem" suas práticas e apresentem dados confiáveis e padronizados, o que pode contribuir para a transparência, a justiça e a aceitação geral das medições de emissões no contexto agropecuário.

O segundo conjunto diz respeito aos **desafios técnicos**, que envolvem a complexidade e a heterogeneidade dos sistemas agrícolas brasileiros. É necessário o estabelecimento de fatores de emissão e remoção de sistemas produtivos e diferentes usos do solo baseados em regionalizações e tipificações de características do solo presentes no País.

Especificamente no caso da pecuária, deve-se ter como um dos focos o estabelecimento de fatores de emissão para as diferentes raças de animais, principalmente bovinos, devido à relevância da atividade no País. Fatores relacionados ao rendimento produtivo também devem ser considerados em cálculos de intensidade de emissões

ou pegada de carbono do produto. Além disso, estudos que quantificam fatores relacionados às variáveis como taxa de volatilização e lixiviação devem ser intensificados, de forma a dar mais consistência aos cálculos.

Os arranjos produtivos dos sistemas integrados de produção possuem uma grande variabilidade, devido às características das cadeias produtivas regionais e à aptidão das diversas culturas e sistemas pecuários presentes no País. É imprescindível que sejam intensificadas as pesquisas para mensuração de fatores de emissão e remoção de GEE dos diferentes sistemas.

Além das demandas técnicas necessárias para o avanço da agenda climática nacional, o Brasil precisa intensificar a sua representatividade nas discussões políticas e estratégicas relacionadas ao tema em âmbito global, incentivando e ampliando a sua produção científica. É fundamental intensificar a produção de estudos de alta qualidade, especialmente em relação às mudanças climáticas. A compilação e o aproveitamento das informações e dos dados já disponíveis no Brasil desempenham um papel fundamental no aprimoramento das métricas de mensuração de emissões no setor agropecuário.

O terceiro conjunto enfatiza os **desafios de comunicação**, ressaltando a importância da colaboração internacional na promoção da "régua brasileira", na ampliação do debate internacional e na tomada de decisão, por exemplo, com o IPCC. Além disso, é essencial atuar na elaboração de sistemas de informação que auxiliem na compilação e na divulgação de dados.

Primeiramente, é necessário estabelecer um diálogo transparente com outros países e organizações internacionais, a fim de apresentar as abordagens adotadas pelo Brasil. Comunicar a "régua brasileira" envolve, também, enfrentar desafios ligados à compatibilização dos dados. É essencial buscar padrões globais e diretrizes de mensuração que possam servir como referência para comparações internacionais.

Para que outros países aceitem e adotem as métricas e as metodologias nacionais, é preciso garantir que elas sejam cientificamente robustas, transparentes e imparciais. Isso requer a participação ativa em fóruns internacionais de discussão, apresentações de resultados em publicações científicas e conferências internacionais, além do compartilhamento de estudos de validação que comprovem a eficácia das abordagens adotadas.



SHUTTERSTOCK

A comunicação também contribui para a construção de uma reputação sólida no cenário global. Ao liderar a busca por soluções sustentáveis, o Brasil reforça a sua posição como um parceiro global engajado no combate às mudanças climáticas. Isso pode influenciar positivamente negociações internacionais, acordos comerciais e parcerias bilaterais. Uma das formas de participação no debate internacional é contar com o envolvimento de mais pesquisadores brasileiros na construção dos relatórios e das diretrizes do IPCC. Há uma necessidade evidente do País aumentar o contingente de pesquisadores brasileiros na comitiva do IPCC, especialmente no que diz respeito à representação da realidade da agricultura nacional. A complexidade dos desafios agrícolas do Brasil demanda uma abordagem alinhada e contínua para promover ações climáticas eficazes.

A criação de sistemas de informação que auxiliem na compilação e na divulgação de dados é essencial para dar continuidade ao processo de mensuração e garantir a eficácia das metodologias desenvolvidas. Uma solução é a criação de bases de dados públicas acessíveis a todos os interessados.

Os desafios institucionais, técnicos e de comunicação não podem ser considerados isoladamente, mas sim em uma abordagem conjunta e integrada. O estabelecimento de lideranças e estruturas permanentes para discussões, juntamente do contínuo desenvolvimento científico, é crucial para fundamentar a gestão de dados complexos e aprimorar métodos de estimativa. Simultaneamente, a comunicação é vital para garantir a validade, a transparência e a compreensão dos resultados, bem como para assegurar a colaboração internacional. ■

[a]A integra do estudo está disponível em: https://agro.fgv.br/publicacao/ocbio-quantificacao-das-emissoes-de-gee-no-setor-agropecuario-fatores-de-emissao