

DIAGNÓSTICO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PELA PECUÁRIA PARAIBANA

Diagnosis of greenhouse gas emissions from livestock farming in Paraíba

Diana de Oliveira Santos

Graduada em Administração pelo Departamento de Ciências Aplicadas da UFPB, Campus III, Brasil

dianaoliveirasantos1@gmail.com

Patrícia Araújo Amarante

Doutora em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Professora Adjunta do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas da UFPB, Campus III, Brasil

patyamarante@yahoo.com.br

José Carlos Araújo Amarante

Doutor em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Professor Substituto no Departamento de Economia da UFRN, Brasil

carlos-amarante@hotmail.com

Recebido: 09.03.2023

Aceito: 14.08.2023

Resumo

Este artigo tem como objetivo realizar um diagnóstico das emissões de gases de efeito estufa pela pecuária nos municípios do estado da Paraíba. Para tanto, utilizou-se uma abordagem quantitativa e descritiva, utilizando dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) entre 2010 e 2018. Os resultados do presente estudo evidenciaram que, de maneira geral, constatou-se que, quanto às emissões por setor, a energia e agropecuária foram as maiores responsáveis pelas emissões durante o período analisado. No que se refere ao tipo de animal, o gado de corte e o gado de leite foram os responsáveis pelas maiores toneladas de emissões no período destacado na pesquisa. Esses resultados indicam que é necessária a formulação de políticas públicas locais voltadas ao desenvolvimento da pecuária, aliada à redução da emissão de gases de efeito estufa na produção animal.

Palavras-chave: Gases de efeito estufa, Pecuária, Emissões, Paraíba, Diagnóstico.

Abstract

This article aims to diagnose greenhouse gas emissions from livestock in the municipalities of the state of Paraíba. A quantitative and descriptive approach was used, using data from the Greenhouse Gas Emissions and Removal Estimates System (SEEG) between 2010 and 2018. The results of this study showed that, in general, it was found that, in terms of emissions by sector, energy and agriculture were the largest contributors to emissions during the analyzed period. Regarding the type of animal, beef cattle and dairy cattle were responsible for the highest tons of emissions in the highlighted period of the research. These results indicate the need to formulate local public policies aimed at the development of livestock, combined with the reduction of greenhouse gas emissions in animal production.

Keywords: Greenhouse gases, livestock. Emissions, Paraíba, Diagnosis.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, no âmbito interno, por questões socioeconômicas e geográficas, o setor agropecuário brasileiro destaca-se como fonte de renda primária para grande parte da população rural. Caracterizado por grande diversidade e atuando como base para muitas cadeias produtivas do chamado agronegócio, variações positivas na produtividade desse setor, por exemplo, podem gerar novas oportunidades de trabalho e renda local. No que se refere ao âmbito externo, o Brasil desponta como um dos principais países no comércio internacional de produtos agropecuários, tais como soja, café e carnes, contribuindo para o resultado da balança comercial.

Esse cenário também pode ser observado no contexto mundial. Tendo em vista que 78% dos indivíduos considerados pobres no mundo vivem na zona rural, em sua maioria dependendo da agricultura de subsistência, e considerando-se o atendimento ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 2, “acabar com a fome, conquistar a segurança alimentar e promover a agricultura sustentável”, relatório do Banco Mundial (2017, p.15) aponta que “aumentar a produtividade agrícola e a resiliência, reforçar os vínculos dos agricultores com os mercados e fornecer alimentos de forma economicamente viável são meios comprovados para erradicar a pobreza e impulsionar a prosperidade compartilhada”.

A concentração espacial na Agropecuária pode ser denominada de formação de aglomerados ou clusters, os quais podem abranger tanto as atividades inerentemente agrícolas ou pecuárias, como também unidades de processamento, beneficiamento e distribuição de produtos, podendo gerar, ainda, diversos fluxos de fornecimento e aquisição de insumos, máquinas, trabalhadores, matéria-prima e serviços com empresas do mesmo setor e/ou de outros setores econômicos. Ademais, no que se refere aos efeitos positivos das chamadas economias de aglomeração, essa reciprocidade entre setores tende a promover o compartilhamento de conhecimentos, informações e experiências, auxiliando o aprimoramento de processos e produtos. Esses argumentos acerca dos efeitos da interação entre setores geograficamente concentrados podem ser atribuídos à Marshall (1985), no que se refere às empresas de um mesmo setor, e a Jacobs (1969), quando a interação envolve diversidade de setores.

Por outro lado, apesar dos efeitos econômicos positivos que a Agropecuária pode acarretar, o seu processo produtivo passou a estar listado entre os principais responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa no Brasil. Segundo dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), a produção

agropecuária respondeu por cerca de 28% das emissões de gases de efeito estufa do Brasil em 2019, ocupando a segunda posição nacional nesse ranking, atrás apenas das mudanças de uso da terra, ou seja 72% dessas emissões tiveram relação com as atividades rurais. Além de acarretar impactos ambientais, tais como alterações nos regimes de chuva e vento e o avanço do mar nas cidades costeiras; as interferências antrópicas sobre a natureza podem resultar em alterações no desempenho econômico setorial, em decorrência, por exemplo, do deslocamento de áreas de cultivo alimentares, redução da fertilidade do solo, sazonalidade nos preços dos alimentos e matérias-primas e redução da produtividade.

Assim, se fazem necessários estudos mais aprofundados para melhor quantificar e analisar as emissões provocadas pelo setor pecuário em específico, no sentido de auxiliar as políticas públicas e orientar a cadeia produtiva envolvida na mitigação desse processo. Visto que o Brasil é um grande produtor pecuário e em paralelo há uma crescente emissão de GEE em decorrência das práticas provindas desse setor. Desse modo, compreendendo que há estudos na Paraíba mais voltados a agropecuária do que a pecuária em se tratando das emissões de GEE, o presente estudo faz-se relevante, pois servirá como fonte para outras futuras pesquisas quanto à temática no setor pecuário.

Portanto, cabe a presente pesquisa responder a seguinte questão problema: “Como ocorre a emissão de gases de efeito estufa na atividade pecuária dos municípios paraibanos?” e, a partir disso, entender que a apresentação da dinâmica econômica, social e ambiental desse setor na Paraíba torna-se uma oportunidade de enfatizar e promover a relação universidade-sociedade para, a partir dessa base, promover a discussão para o uso mais adequado e racional das potencialidades locais, no que se refere a criação de emprego e renda sustentáveis, podendo contribuir com políticas públicas voltadas ao desenvolvimento local e regional mais sustentáveis.

Tendo em vista esse contexto, o objetivo principal desse artigo é realizar um diagnóstico das emissões de gases de efeito estufa pela pecuária nos municípios do estado da Paraíba. Especificamente, pretende-se elaborar um panorama do setor pecuário nos municípios da Paraíba, em termos das emissões de gases de efeito estufa associadas a essa atividade econômica, bem como analisar as emissões por município, por subsetor, por tipo de uso e tipo animal dentro da atividade econômica pecuária.

Para atender aos anseios da temática em discussão, o artigo encontra-se estruturado da seguinte forma: Após essa introdução, a seção seguinte apresenta os pressupostos teóricos sobre as emissões de GEE pela pecuária. Em sequência, são apresentados os

procedimentos metodológicos. Na quarta seção, os resultados são apresentados. Por fim, as considerações finais são apresentadas.

2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS SOBRE AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PELA PECUÁRIA

Muito se tem discutido, ao longo dos anos, acerca das mudanças climáticas e aquecimento global. São debates de cunho nacional e internacional a fim de encontrar meios para diminuir a emissão das altas concentrações dos Gases de Efeito Estufa (GEEs). Conforme destacado por Brandão *et al.* (2012, p. 85): "essa redução de emissões de GEEs é uma das metas do Protocolo de Quioto, criado na década de 1990, que determina que os países de economia desenvolvida adotem medidas de redução das emissões...". É importante destacar que a ação humana tem sido fundamental nesse processo de mudança climática no planeta, pois o efeito estufa de origem antropogênica está relacionado com as práticas agrícolas e as mudanças do uso da terra devido ao desmatamento, pecuária intensiva, dentre outras ações.

Nesse cenário o Brasil tem sua parcela de contribuição nessas emissões, visto que é um potencial fornecedor mundial de alimentos e, como já é sabido, há uma ligação direta entre a mudança no uso da terra, à queima de combustíveis fósseis e às atividades industriais com a emissão dos gases de efeito estufa (BRANDÃO, 2012).

Desse modo, há uma relativa significância de emissões de GEEs nas áreas rurais brasileiras. Assim, mesmo o Brasil tendo no setor agropecuário uma pontuada fonte de renda, principalmente para a população rural, além de ser reconhecido no exterior como um dos principais exportadores no comércio internacional de produto agropecuários, são significantes as implicações negativas dessa atividade econômica para o meio ambiente, por ser um dos principais responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa no país.

As emissões podem ser atribuídas a uma variedade de fatores, que incluem tanto as atividades humanas quanto os processos naturais. Segundo Brandão (2012), os processos de queimadas, o preparo de solo com revolvimento e oxidação da matéria orgânica, a eructação por ruminantes, as áreas agrícolas inundadas, o uso intensivo de fontes nitrogenadas em solos pouco ventilados e a incorporação de material orgânico em áreas irrigadas são grandes emissores de GEEs. Segundo Silva (2018), as principais fontes antropogênicas de emissões são a queima de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, nos setores de transporte, indústria e geração de energia. Além disso, de acordo com Oliveira (2019), o desmatamento e a mudança no uso do solo também

contribuem significativamente para as emissões, liberando dióxido de carbono na atmosfera. Por outro lado, as fontes naturais de emissões incluem a atividade vulcânica e a decomposição orgânica (Santos, 2020). Tais fatores desempenham um papel crucial no aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, resultando no aquecimento global e nas mudanças climáticas em curso.

Dessa forma, juntamente com a agricultura, a pecuária tem parcela significativa na emissão de gases poluentes como o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) (BERNDT, 2010), mais especificamente o metano e óxido nitroso. Esse fato também é destacado por Oliveira (2015, p. 624) quando pontua que “a atividade pecuária produz gases de efeito estufa na forma de metano (CH₄), oriundo da fermentação entérica dos ruminantes, óxido nitroso (N₂O), devido ao uso de fertilizantes nitrogenados, e ambos os gases, a partir do manejo de dejetos e da deposição de dejetos sobre as pastagens” (OLIVEIRA, 2015, p. 624).

Em 2014, a agropecuária foi responsável pela liberação de 423,1 milhões de toneladas de CO₂, configurando 27,2% das emissões totais do país (DE FREITAS, 2016) e ainda em relação ao Nordeste, a pecuária “concentrava, em 2014, 91,6% e 57,5% da população brasileira de ovinos e caprinos, respectivamente, e 14,0% da bovinocultura” (IBGE, 2016 in DE FREITAS, 2016, p. 32), sendo que no mesmo ano o setor agropecuário nordestino emitiu 59,4 milhões de CO₂e (14,0% das emissões da agropecuária brasileira), dos quais 75,5% foram provenientes da pecuária e o restante, da agricultura (DE FREITAS, 2016). Bezerra (2019, p. 16) relata em sua pesquisa que “dados do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases mostram que, no Brasil, a maior quantidade de CO₂ lançado na atmosfera está relacionada à mudança no uso da terra, ou seja, ao desmatamento, enquanto a agropecuária se encontra em segundo lugar em relação a estas emissões contribuindo, junto a outros setores, para o aumento do efeito estufa” (BEZERRA, 2019, p. 16). Portanto, diante esse cenário, a pecuária brasileira vem sofrendo pressões das comunidades nacional e internacional em relação à contribuição para o aquecimento global.

Perante tal situação, os produtores e toda cadeia produtiva de corte que tomam consciência tem buscado alternativas para reduzir a emissão de GEE. Assim têm se aproximado dos órgãos de pesquisa, organizando-se para minimizar as emissões através de técnicas comprovadas cientificamente e que permitem uma saída sustentável diante do cenário que estamos a vivenciar com relação ao meio ambiente. Desse modo, o plano ABC, que é o Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura tem sido um

dos mais importantes instrumentos da atual política agropecuária no Brasil. Por meio desse plano, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) tem sido capaz de cumprir com seu papel na promoção de uma agricultura mais sustentável e com capacidade de reduzir as emissões de GEE (BRASIL, 2020), além de acompanhar trabalhos e estudos científicos que existem e vem sendo desenvolvidos através de Universidades e instituições de pesquisa no Brasil buscando estabelecer fatores de emissão pela agricultura e pecuária, assim como meios de mitigar essas emissões.

Dessa forma, as repressões sofridas pelo Brasil em relação às quantidades significativas de gases de efeito estufa tem levado a busca por sistemas de produção eficazes que amenizam a emissão dos gases por unidade de produto (BEZERRA, 2019). Portanto, conforme destacado por Bezerra (2019, p.26), "visando-se reduzir a emissão de CH₄, recomendam-se melhorias nas técnicas de manejo, reprodutivo, nutricional e sanitário, dessa forma é possível aumentar a produção reduzindo o número de animais no rebanho. Deste modo, a produção total de CH₄, quando expressa por unidade de produto produzido serão reduzidas". Santos (2020) também destaca a importância de melhorias nas técnicas de manejo, reprodutivo, nutricional e sanitário para reduzir a emissão de metano (CH₄) na produção de animais. De acordo com Santos (2020, p. 42), "ao implementar práticas sustentáveis, como a adoção de dietas balanceadas e o manejo adequado dos dejetos animais, é possível mitigar significativamente a emissão de gases de efeito estufa no setor agropecuário". Além disso, Oliveira *et al.* (2021) realizaram um estudo semelhante e concluíram que estratégias de manejo como o uso de técnicas de pastoreio rotativo, a melhoria na qualidade da alimentação dos animais e a adoção de sistemas integrados de produção agropecuária são eficazes na redução das emissões de gases de efeito estufa. Segundo Oliveira *et al.* (2021, p. 78), "essas práticas não apenas contribuem para a sustentabilidade ambiental, mas também podem aumentar a eficiência produtiva e a rentabilidade dos produtores". Sendo assim, as técnicas estão relacionadas à sistemas que minimizem as emissões, a nutrição animal (dieta alimentar), o manejo de pastagens e o tratamento de dejetos dos animais.

Nessa linha de investigação, o sistema integração lavoura-pecuária-floresta trata-se da utilização de diferentes sistemas produtivos, agrícolas, pecuários e florestais dentro de uma mesma área, buscando otimizar o uso da terra, empregando melhor os insumos (EMBRAPA, s/a). Por meio desse sistema a Embrapa juntamente com instituições privadas formaram a Associação Rede ILPF, desenvolvendo pesquisas com relação à temática, visando ampliar a adoção desse tipo de sistema no Brasil, principalmente como um meio

para pequenos, médios e grandes produtores colaborarem no processo de mitigação dos GEE. Conforme destaca Gontijo Neto (2018, p.6), as vantagens desse sistema se dão pela “intensificação sustentável do uso da terra, a diversificação da produção, a conservação do solo, o melhor uso dos recursos naturais e dos insumos, a redução da pressão pela abertura de novas áreas (efeito poupa-terra), o bem-estar animal, o sequestro de carbono, a mitigação das emissões de gases, entre outras” (GONTIJO NETO, 2018, p.6). Portanto, apesar da importância da pecuária enquanto setor econômico, as emissões de GEEs vêm estigmatizando a atividade como grande vilã do clima e o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta consiste em uma alternativa viável do ponto de vista ambiental para tornar a pecuária brasileira neutra quanto à emissão de GEE. (DE SOUZA, 2019).

Outro meio encontrado para minimizar as emissões oriundas da pecuária é através da dieta dos animais, ou seja, a mudança em sua nutrição, uma vez que “geralmente, alimentos que apresentam elevada digestibilidade levam a menor emissão de CH₄, do que dietas de baixa digestibilidade, mais fibrosas e com baixos teores de proteína bruta” (BRASIL, 2020). Assim, o consumo de pastagens de melhor qualidade pode aperfeiçoar o crescimento microbiano ruminal, o que afeta positivamente a eficiência da fermentação e diminui a produção de gás por unidade de carboidrato ingerido e fermentado.

O manejo das pastagens também é uma forma ação para mitigação dos GEE, já que a emissão de metano varia de acordo com a quantidade e a qualidade do alimento digerido pelos animais. Animais jovens ingerem mais matéria seca em porcentagem do peso vivo do que animais adultos (LUZIVON; ALMEIDA; DORIGON, 2020).

O tratamento de dejetos dos animais também é um meio de diminuir as emissões dos gases, pois, além do Metano entérico, as emissões da pecuária também contabilizam de forma direta o CH₄ decorrente da decomposição dos dejetos dos animais (fezes e urina) sob condições anaeróbicas, que variam conforme seu tratamento ou disposição, e o óxido nitroso (N₂O) advindos da deposição de dejetos diretamente no solo (BRASIL, 2020). Desse modo, ações estratégicas de como tratar adequadamente esses dejetos podem ajudar na mitigação de emissão de GEE.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente artigo adotou uma perspectiva metodológica de pesquisa com objetivo descritivo e quantitativo abrangendo a atividade econômica definida como Pecuária, conforme categorização do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

As emissões de gases de efeito estufa do setor pecuário são representadas pelas estimativas do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) e estão em toneladas (t). De acordo com o Assessment Report do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (AR-5 – IPCC), os gases de efeito estufa medidos em CO₂ equivalente são calculados seguindo a metodologia do *Global Warming Potential* (GWP) e abrangem o período de 2010 a 2018. É importante destacar que esse sistema proporciona a coleta de informações acerca das emissões em números, por setor, atividade e tipo de gás. As estimativas do SEEG têm como base a metodologia proposta pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) expostas no 3º e no 4º Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antropogênicas de Gases de Efeito Estufa, os quais se baseiam nas metodologias desenvolvidas pelo IPCC.

Especificamente para o setor pecuário, foco deste trabalho foi considerado os fatores de emissão de GEE do 4º Inventário Brasileiro ou Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (MCTI, 2010), para os seguintes processos pecuários: fermentação entérica; manejo de dejetos animais e; manejo de pastagens.

A fermentação entérica ocorre quando o animal se alimenta, pois o material vegetal ingerido é fermentado por micróbios no rúmen, num processo anaeróbio em que os carboidratos celulósicos são convertidos em ácidos graxos de cadeia curta, que viram fonte de energia para o animal. Esse processo gera H₂ que é utilizado pelas bactérias metanogênicas para reduzir CO₂, extraindo a energia que acaba resultando na formação de metano (CH₄), que é então expelido (eructado ou exalado) para a atmosfera (SEEG, 2021).

Por sua vez, o manejo de dejetos animais ocorre quando o material orgânico dos dejetos animais é decomposto sob condições anaeróbias, bactérias metanogênicas podem produzir quantidades relevantes de CH₄; e por possuírem nitrogênio, os dejetos também levam a emissões de N₂O durante seu manejo (SEEG, 2021).

Já o manejo de pastagens, é onde através dos processos ocorrem as emissões de óxido nitroso (N₂O) devido a aplicação de fertilizantes nitrogenados (tanto de origem sintética quanto animal), da deposição de dejetos de animais diretamente em pastagem (não submetidos a manejo) e dos resíduos agrícolas que passam por decomposição, como também são consideradas as emissões diretas e as indiretas por deposição atmosférica ou lixiviação desse gás (SEEG, 2021).

Para o tratamento e tabulação dos dados foi utilizado o software Stata MP 13. A análise dos dados se dá por uma estratégia descritiva e analítica das informações contidas no SEEG. Desse modo, a presente pesquisa foi desenvolvida conforme as etapas a seguir:

- a) No primeiro momento foram realizadas as coletas e tabulação dos dados do Sistema de Estimativas de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG);
- b) No segundo momento foi realizado um estudo descritivo das características gerais das emissões de gases de efeito estufa na Paraíba;
- c) No terceiro momento foi realizado um estudo descritivo das características das emissões de gases de efeito estufa na pecuária, nos municípios paraibanos.

O SEEG aloca as estimativas de emissões de GEE por unidades da Federação e o Distrito Federal. Tais estimativas foram agregadas aqui, para região geográfica da Paraíba, traçando o panorama histórico de 2010 a 2018, ou seja, do início do Plano ABC, a estimativa mais recente que se tem.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Nessa seção, são destacados os resultados obtidos durante a realização da pesquisa. Desse modo, são apresentadas os dados gerais e a evolução das emissões setoriais dos GEE e os dados específicos referentes a atividade econômica, neste caso a pecuária, no contexto paraibano.

4.1. Dados Gerais das Emissões Setoriais dos GEE na Paraíba

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o estado da Paraíba possui uma área de 56.467 km², com uma densidade demográfica de 66,7 hab./km². Situado no extremo leste da região Nordeste do Brasil, o estado possui quatro mesorregiões, 23 microrregiões e 223 municípios, com população estimada em 2021 de 4.059.905 habitantes (IBGE, 2020).

Dentro desse contexto, para o estado da Paraíba, são abordados, a seguir, os dados gerais correspondentes as emissões de gases de efeito estufa por setor, por subsetor, por tipo de uso, por tipo de cultura e por tipo de atividade econômica.

4.1.1. Emissões por Setor

Os dados coletados e aqui apresentados na Figura 1, a seguir, referem-se às emissões de gases de efeito estufa por CO₂e (t) (dióxido de carbono equivalente por tonelada) GWP-AR5 (Global Warming Potential –Fifth Assessment Report), por setor que envolve a agropecuária, energia, mudanças de uso da terra e floresta, processos industriais e resíduos. O dióxido de carbono equivalente por tonelada CO₂e (t) é uma medida métrica utilizada para comparar as emissões de vários gases de efeito estufa baseado no potencial de aquecimento global de cada um, resultado da multiplicação das toneladas emitidas de gases de efeito estufa pelo seu potencial de aquecimento global. Assim, é determinado pela abordagem GWP-AR5, a qual considera a influência dos gases na alteração do balanço energético da Terra.

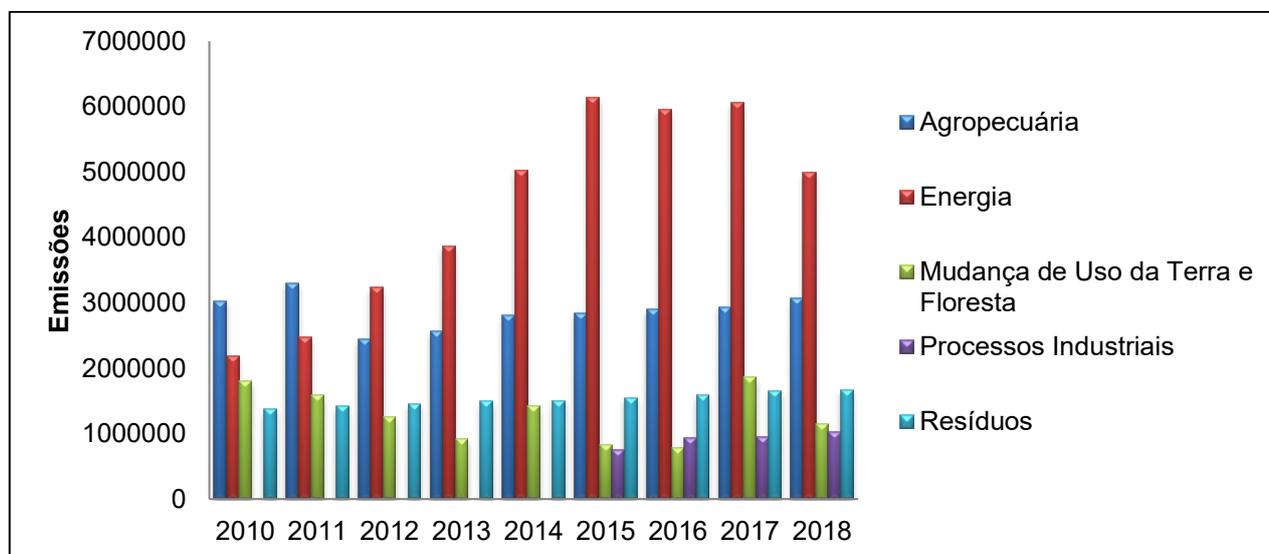


Figura 1 – Emissões de GEE por setor de emissão (CO₂e (t) GWP-AR5) no estado da Paraíba, 2010 – 2018. **Fonte:** Elaborada pelos autores a partir dos dados do SEEG (2021).

A distribuição por setor revela que a agropecuária, entre os anos de 2010 e 2011, era o setor responsável pelo maior nível de emissão de gases de efeito estufa no estado da Paraíba, seguido pelos setores de energia e mudança de uso da terra e floresta. Entretanto, a partir do ano de 2012 até 2018, último ano da série de dados, o setor de energia foi o que mais emitiu gases poluentes, com um crescimento significativo ao longo dos anos, enquanto a agropecuária ocupava o segundo lugar no volume de emissões, com evolução praticamente constante nesse período.

Analisando-se isoladamente o primeiro e o último da série de dados sobre emissões de gases de efeito estufa por setor, 2010 e 2018, respectivamente, na Figura 2, a seguir, é

possível observar, de maneira mais intensa, o grau de evolução das emissões por setor na Paraíba.

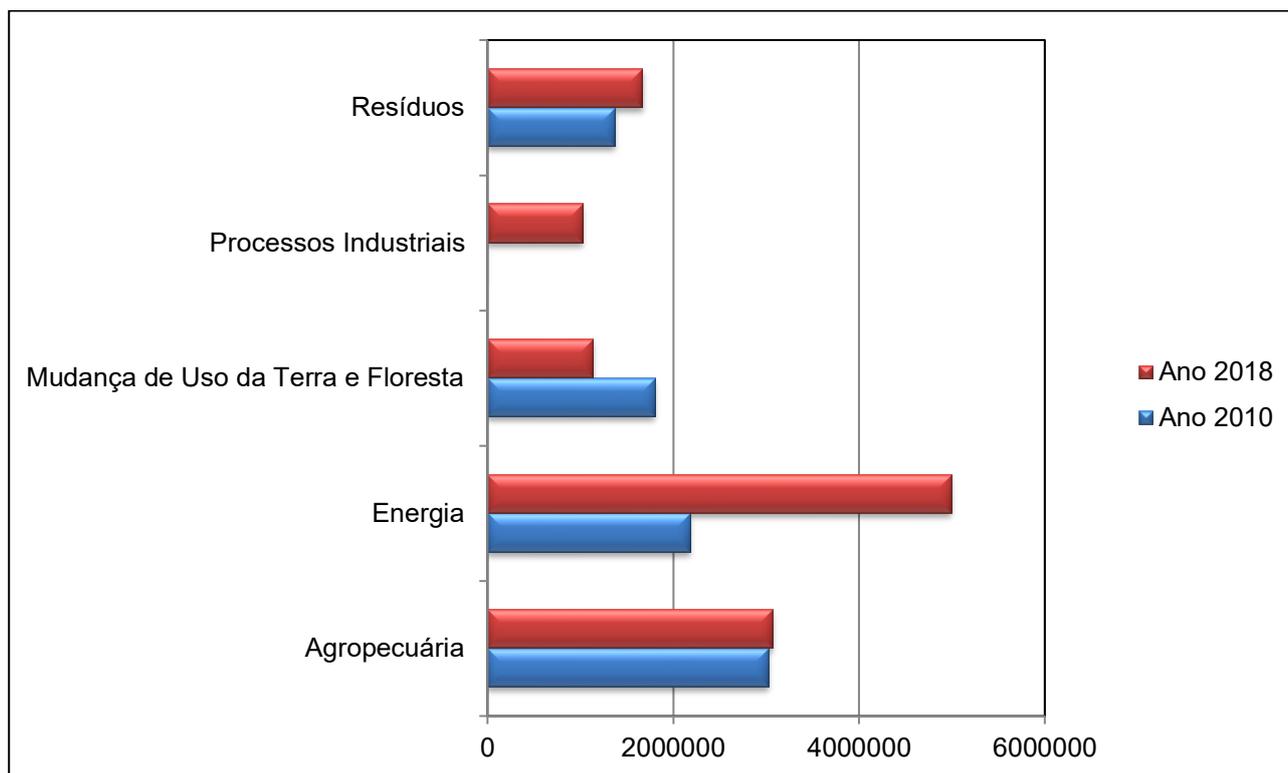


Figura 2 – Comparativo de Emissões de GEE por setor de emissão (CO₂e (t) GWP-AR5) no estado da Paraíba, 2010 e 2018. **Fonte:** Elaborada pelos autores a partir dos dados do SEEG (2021).

Destaca-se por meio da Figura 2 que houve uma evolução crescente das emissões de gases provindas dos setores de energia, com o maior aumento em relação aos demais setores analisados. Já no setor de mudança de uso da terra e floresta, percebe-se um declínio no volume de emissões entre 2010 e 2018, ao fazer esse comparativo. Nos demais setores, a evolução permaneceu relativamente constante nesse período.

Enquanto na Paraíba o setor que mais contribui para o volume total de emissões é o de energia, dentro do panorama geral das emissões brasileiras, a Figura 3, a seguir, ilustra que a quantidade de gases de efeito estufa lançada na atmosfera é maior no setor de mudança de uso da terra. Liderado pelo desmatamento, esse setor segue sendo o principal responsável pelas emissões de gases de efeito estufa no Brasil, com 40% do total em 2018 (SEEG 8, 2020).

De acordo com o Documento Analítico do SEEG (2020), as emissões diretas do setor, fortemente ligadas ao rebanho bovino, representaram 28% do total de gases de efeito estufa do Brasil. Desde a regulamentação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), em 2010, o setor de agropecuária viu um aumento de 7% nas suas emissões,

causado, sobretudo pela expansão do rebanho. Assim, a agropecuária em 2018 também na Paraíba atinge o segundo lugar nas emissões, seguida dos resíduos, uso da terra e processos industriais, como se pode observar na Figura 3.

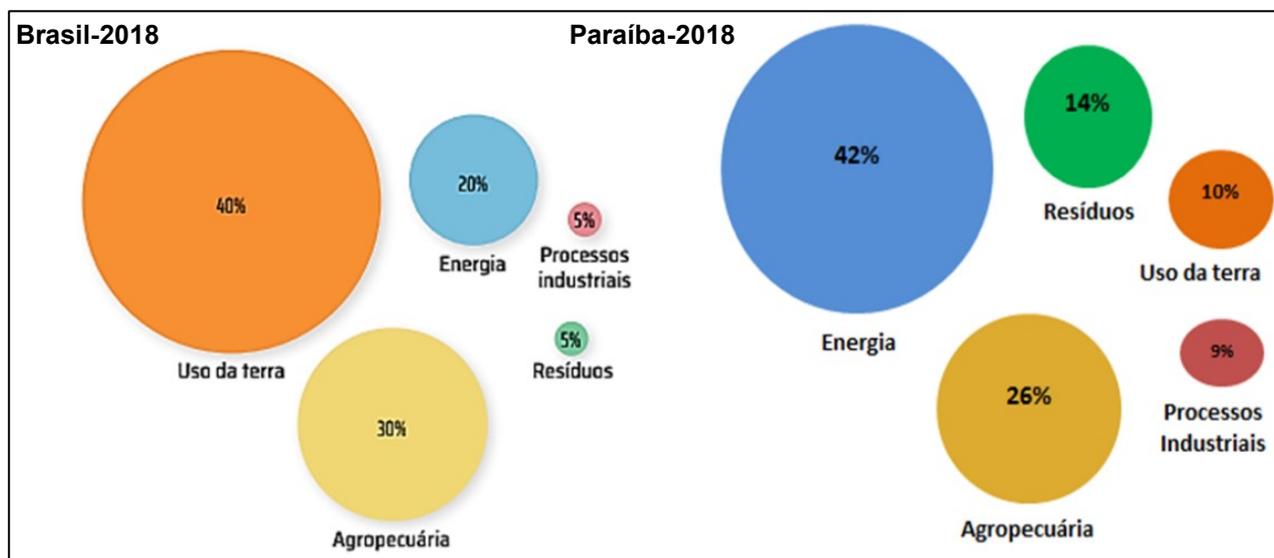


Figura 3: Comparativo participação dos setores no perfil das emissões brasileiras e paraibanas em 2018

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do SEEG (2021).

4.1.2. Emissões por Subsetor

As emissões por subsetor envolvem as alterações de uso do solo, cultivo de arroz, efluentes líquidos, emissões pela queima de combustíveis, fermentação entérica, manejo de dejetos animais, produtos minerais, queima de resíduos agrícolas, resíduos florestais, resíduos sólidos e solos manejados. Nesse sentido, a Figura 4, a seguir, destaca a evolução das emissões de gases de efeito estufa por subsetor, no período de 2010 a 2018.

Pode-se destacar, a partir do Figura 4, que, quanto as alterações de uso do solo, de 2010 a 2013 foi ocorrendo um declínio das emissões, passando de 21% para 10%, e alcançando 12% em 2014 e 9% em 2018, em relação aos outros subsetores. O cultivo do arroz em termos gerais praticamente não emitiu gases no período em análise, permanecendo com baixas emissões de 2010 a 2014, chegando-se a zero de 2015 a 2018. Os efluentes líquidos mantiveram uma homogeneidade nas emissões ao longo dos anos, permanecendo entre 4% e 7% das emissões. As emissões por queima de combustíveis foi o subsetor que mais emitiu gases ao longo desse período, chegando em 2015 a 51% das emissões em relação aos outros subsetores, havendo uma decrescente nos anos seguintes, mas ainda altas.

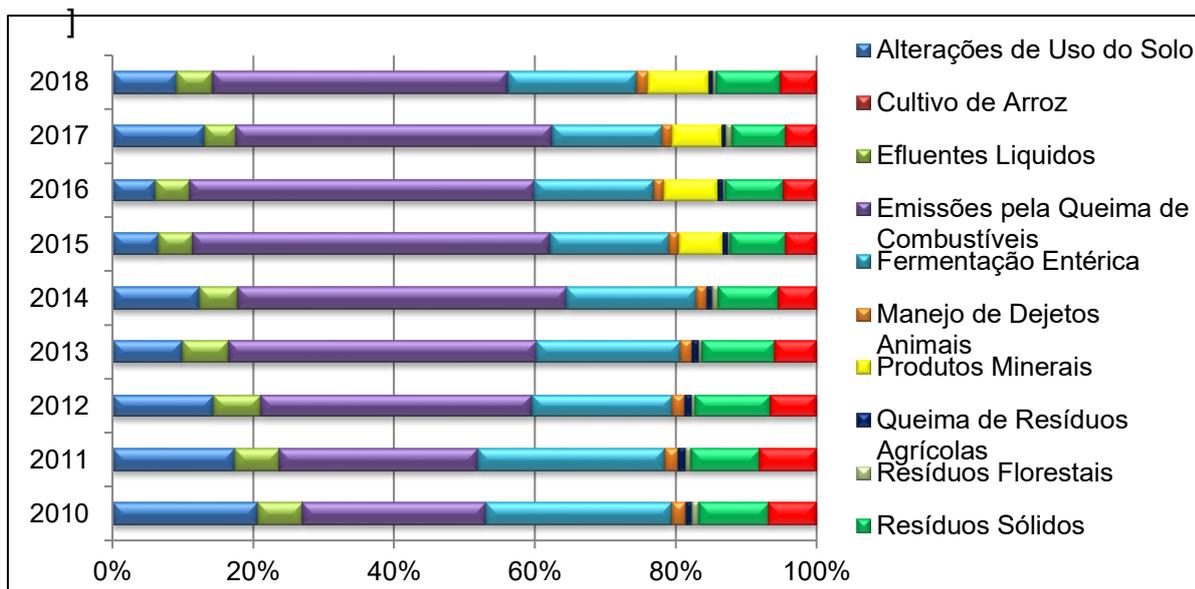


Figura 4 – Emissões de GEE por Subsetor de emissão (CO₂e (t) GWP-AR5) no estado da Paraíba, 2010 – 2018. **Fonte:** Elaborada pelos autores a partir dos dados do SEEG (2021).

No que se refere ao subsetor da fermentação entérica, apesar de, no decorrer dos anos, a sua participação nas emissões ter diminuindo, passando de 26% em 2010 para 18% em 2018, é o subsetor com o segundo maior nível de emissões de gases de efeito estufa na Paraíba. Esse fato, se correlaciona com o panorama do Brasil como um todo, visto que a fermentação entérica e os resíduos orgânicos das milhões de cabeças do rebanho brasileiro produzem metano, um dos gases do efeito estufa e outra metade das emissões originam-se nas práticas agrícolas, como, por exemplo, o cultivo de arroz, as queimadas para limpeza do terreno antes do plantio e do uso excessivo de fertilizantes nitrogenados que leva à produção de Óxido Nitroso (N₂O), outro gás responsável pelo efeito estufa (BRANDÃO *et al.*, 2012).

Já o manejo de dejetos animais manteve-se com os baixos níveis de emissões ao longo dos anos; assim como os produtos minerais, com emissões zero entre 2010 e 2014, passando a emitir entre 2015 e 2018, chegando a 9% das emissões. As queimas de resíduos agrícolas e os resíduos florestais permaneceram com baixas taxas de emissões e, de maneira homogênea, ao longo do período em estudo. Os resíduos sólidos, entre 2016 e 2018, tiveram uma alta na participação nas emissões totais, chegando na faixa dos a 9% em 2018. Quanto aos solos manejados, percebe-se uma homogeneidade na participação nas emissões totais, mas com um declínio chegando-se a 5% em 2018.

4.1.3. Emissões por Tipo de Uso

As emissões por tipo de uso competem aos usos de alimentos e bebidas, aplicação de resíduos orgânicos, aéreo, cerâmica, cimento, deposição atmosférica, deposição de dejetos em pastagem, ferro gusa e aço, ferroviário, fertilizantes sintéticos, hidrovial, incineração, lixiviação, mineração e pelletização, não ferrosos e outros da metalurgia, outras indústrias, papel e celulose, produção de carne avícola, produção de carne bovina, produção de carne suína, produção de celulose, produção de leite cru, produção de leite pasteurizado, queima de resíduos a céu aberto, química, resíduos agrícolas, resíduos sólidos urbanos, resíduos de serviços de saúde, rodoviário, têxtil, em área protegida e fora de área protegida.

Na Tabela 1, a seguir, tem-se o comparativo, para os anos 2010 e 2018, quanto aos onze tipos de uso que mais emitiram em cada ano, sendo responsáveis por mais de 70% das emissões de gases de efeito estufa.

Tabela 1: Emissões de GEE por Tipo de Uso (CO₂e (t) GWP-AR5) no estado da Paraíba, 2010 e 2018.

Tipos de uso	2010	Tipos de uso	2018
Outros	30,06%	Outros	21,21%
fora de Área Protegida	19,84%	Rodoviário	16,41%
Rodoviário	9,49%	Cimento	10,80%
Resíduos Sólidos Urbanos	8,75%	fora de Área Protegida	8,91%
Deposição de dejetos em pastagem	3,97%	Resíduos Sólidos Urbanos	8,26%
Queima de Resíduos a Céu Aberto	1,19%	Cerâmica	3,63%
Aéreo	0,78%	Deposição de dejetos em pastagem	2,77%
Deposição Atmosférica em Área Protegida	0,73%	Aéreo	1,00%
Resíduos Agrícolas	0,50%	Queima de Resíduos a Céu Aberto	0,73%
Aplicação de resíduos orgânicos	0,40%	Deposição Atmosférica	0,52%
		Resíduos Agrícolas	0,47%

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do SEEG (2021).

Destacam-se, na Tabela 1, que, excetuando-se a categoria “outros”, no ano de 2010 o tipo de usos fora de área protegida correspondeu 19,84% das emissões de gases de efeito estufa, seguido pelo tipo de uso rodoviário (9,49%) e Resíduos Sólidos Urbanos (8,75%). Já no ano de 2018, excetuando-se a categoria “outros”, o tipo de uso que mais contribuiu para o volume de emissões de gases foi o Rodoviário, com uma participação de 16,41%, seguido pelos tipos de usos Cimento (10,80%) e fora de Área Protegida (8,91%).

4.1.4. Emissões por Tipo de Cultura

As emissões por tipo de cultura envolvem: aeronaves, algodão, aplicação de ureia, arroz, asinino, aves, bubalino, cana-de-açúcar, caprino, centrais elétricas de serviço público, consumo final energético, embarcações, equino, feijão, fertilizantes sintéticos, floresta primária: uso agropecuário, área sem vegetação; floresta secundária: uso agropecuário, área sem vegetação; gado de corte, gado de leite, locomotivas, mandioca, milho, muar, ovino, silvicultura-uso agropecuário, soja, suínos, torta de filtro, trigo, uso agropecuário-florestal secundária, uso agropecuário-uso agropecuário, uso agropecuário-vegetação não florestal secundária, uso agropecuário-área sem vegetação, uso de calcário, vegetação não florestal primária-uso agropecuário, vegetação não florestal primária-área sem vegetação, vegetação não florestal secundária-uso agropecuário e vegetação não florestal secundária-área sem vegetação.

Na Tabela 2, a seguir, tem-se o comparativo, para os anos 2010 e 2018, quanto aos onze tipos de cultura que mais emitiram em cada ano, sendo responsáveis por mais de 90% das emissões de gases de efeito estufa.

Tabela 2 – Emissões de GEE por Tipo de Cultura (CO₂e (t) GWP-AR5) no estado da Paraíba, 2010 e 2018.

Tipos de cultura	2010	Tipos de cultura	2018
Outros	38,44%	Outros	39,48%
Gado de Corte	20,52%	Consumo Final Energético	18,58%
Floresta primária -- Uso agropecuário	8,80%	Gado de Corte	13,84%
Gado de Leite	8,14%	Centrais Elétricas de Serviço Público	5,97%
Uso agropecuário -- Vegetação não florestal secundária	4,43%	Gado de Leite	5,66%
Consumo Final Energético	4,11%	Floresta primária -- Uso agropecuário	3,45%
Floresta secundária -- Uso agropecuário	3,04%	Floresta secundária -- Uso agropecuário	1,76%
Uso agropecuário -- Área sem vegetação	2,20%	Uso agropecuário -- Área sem vegetação	1,33%
Caprino	1,46%	Uso agropecuário -- Vegetação não florestal secundária	1,15%
Cana-de-açúcar	1,18%	Suínos	1,14%
Suínos	1,03%	Caprino	1,13%

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do SEEG (2021).

Observa-se, na Tabela 2, que, em 2010, os tipos de cultura responsáveis pelos maiores níveis de emissões de gases de efeito estufa na Paraíba, excetuando-se a categoria “outros”, foram: Gado de Corte (20,52%), Floresta primária -- Uso agropecuário (8,80%) e Gado de Leite (8,14%). Em 2018, em relação a 2010, percebe-se um aumento

nos níveis de emissões de gases de efeito estufa por Consumo Final Energético, correspondendo a 18,58% das emissões, seguido pelo Gado de Corte com 13,84% e Centrais Elétricas de Serviço Público com 5,97%.

Em síntese dos **dados gerais** pode-se destacar que, quanto as emissões por setor, que a energia e a agropecuária foram as maiores responsáveis pelas emissões entre 2010 e 2018. Dentro dos subsetores pôde-se perceber que o cultivo do arroz alcançou emissões zero a partir de 2015 e os produtos minerais passaram de emissões zero até 2014 e começou a emitir a partir de 2015. Entretanto, os subsetores de queima de combustíveis e a fermentação entérica foram os que mais emitiram gases de efeito estufa nesse período de tempo estudado.

Dentro das emissões por tipo de uso percebeu-se que alguns itens antes não responsáveis por emissões em 2018 estavam a causar um quantitativo de emissões, dentre eles estão os alimentos e bebidas, cerâmica, cimento, ferroviário, hidroviário, mineração e pelletização, não ferrosos e outros da metalurgia, outras indústrias, papel e celulose, química e têxtil. E aqueles que tiveram aumento no quantitativo de emissões foram lixiviação, produção de carne suína, resíduos sólidos urbanos, rodoviário, aéreo, deposição atmosférica, de posição de dejetos em pastagem, fertilizantes sintéticos, incineração, lodo, produção de leite cru e os resíduos agrícolas.

Em relação às emissões por tipo de cultura, verifica-se o aumento, em 2018 em comparação a 2010, das emissões ligadas ao Consumo Final Energético e Centrais Elétricas de Serviço Público, ou seja, culturas relacionadas ao setor de Energia.

4.2. DADOS ESPECÍFICOS DAS EMISSÕES DOS GEE PELA PECUÁRIA NA PARAÍBA

Os dados específicos estão relacionados às emissões pelas atividades dentro da pecuária paraibana. Sendo uma atividade desenvolvida pelo ser humano há bastante tempo, a pecuária tem destaque no Brasil por ser uma das principais responsáveis pelas produções brasileiras. Em 2017, por exemplo, o país possuía o maior rebanho comercial bovino, com 171.858.168 milhões de cabeças (IBGE, 2018) e detinha, aproximadamente, 15,4% do mercado da carne, sendo o 4º maior produtor de leite (EMBRAPA, 2018). Sendo assim, serão destacadas nessa etapa as emissões correlacionadas a essa atividade por município, por subsetor, por tipo de uso e por tipo de animal entre 2010 a 2018.

4.2.1. Emissões por Município

As emissões por município envolvem os 223 municípios existentes no estado da Paraíba, mas para fins de especificidade optou-se por destacar os dez municípios que mais emitiram gases de efeito estufa pelo setor da pecuária. Dentre eles destacam-se, em 2010: Pombal, Sousa, Monteiro, Paulista, Queimadas, Piancó, Campina Grande, São José de Piranhas, Catolé do Rocha e Gurinhém. Dentro do panorama evolutivo de emissões, destacam-se, em 2018, os municípios de Pombal, Paulista, Monteiro, Sousa, Cajazeiras, Piancó, Queimadas, São José de Piranhas, Alagoa Grande e São José do Rio do Peixe, conforme o SEEG (2021). Na Tabela 3, a seguir, destaca-se os dez municípios paraibanos com maior volume emitido de gases de efeito estufa nos anos de 2010 e 2018.

Tabela 3: Os dez municípios com maior volume emitido de (CO₂e (t) GWP-AR5) no estado da Paraíba, 2010 e 2018.

Municípios		2010	%	Municípios		2018	%
1	Pombal	52.537	13%	Pombal	63.208	15%	
2	Sousa	46.522	11%	Paulista	46.637	11%	
3	Monteiro	46.467	11%	Monteiro	44.406	10%	
4	Paulista	45.732	11%	Sousa	44.099	10%	
5	Queimadas	37.994	9%	Cajazeiras	42.598	10%	
6	Piancó	37.698	9%	Piancó	40.970	10%	
7	Campina Grande	35.931	9%	Queimadas	37.769	9%	
8	São José de Piranhas	35.303	9%	São José de Piranhas	34.833	8%	
9	Católé do Rocha	33.448	8%	Alagoa Grande	34.780	8%	
10	Gurinhém	33.276	8%	São João do Rio do Peixe	34.417	8%	

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do SEEG (2021).

Conforme destacado na Tabela 3, observa-se que Pombal foi o município que mais emitiu em número de toneladas, com 13% das emissões totais do estado, como também apresentou crescimento nas emissões e atingiu o primeiro lugar em emissões pelo setor de atividade pecuária também em 2018. O município de Sousa, em 2010, seguiu em segundo lugar, com 11% das emissões, seguido de Monteiro e Paulista. Queimadas, Piancó, Campina Grande e São José de Piranhas seguiram com 9% das emissões; e Catolé do Rocha e Gurinhém com 8% das emissões. Ainda se destaca que, em 2018, nesse ranking dos 10 municípios que mais emitiram gases de efeito estufa na Paraíba, além de Pombal, os outros municípios que permaneceram na lista foram: Paulista (2º, 11%), Monteiro (3º, 10%), Sousa (4º, 10%), Piancó (6º, 10%), Queimadas (7º, 9%), São José de Piranhas (8º, 8%). Os municípios que entraram nessa lista em 2018 foram: Cajazeiras (5º, 10%), Alagoa Grande (9º, 8%) e São João do Rio do Peixe (10º, 8%).

É válido destacar que, de acordo com o documento do SEEG (2021), com relação as estimativas das emissões de GEE para o setor agropecuário, dos cinco municípios que mais emitiram do estado da Paraíba (PB) em 2018 (CO₂e – GWP-AR5) apontam-se Pombal (63,3), Pedras de Fogo (55,0), Paulista (46,8), Monteiro (45,2) e Sousa (44,6), mostrando, então, que esses municípios, tanto dentro da atividade da agropecuária quanto da pecuária, são os que estão a emitir mais gases de efeito estufa.

4.2.2. Emissões por Subsetor Pecuário

De acordo com Luzivon, Almeida e Dorigon (2020), o Brasil se destaca mundialmente por possuir o maior rebanho de bovinos comercial, são 214 milhões de cabeças (IBGE, 2019). Segundo o Relatório de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, elaborado pela SEEG (2018), os principais gases contribuintes para emissões no setor agropecuário são o metano (CH₄), emitido pela fermentação entérica na pecuária e o manejo de dejetos animais, e o óxido nitroso (N₂O), resultante do uso de fertilizantes nitrogenados, atividade que apresenta a maior taxa de crescimento (LUZIVON; ALMEIDA e DORIGON, 2020).

Sendo assim, na Tabela 4, a seguir, tem-se as emissões de gases de efeito estufa por subsetor pecuário, os quais competem a fermentação entérica, manejo de dejetos de animais e os solos manejados.

Destaca-se, na Tabela 4, que, nos anos de 2010 e 2018, as emissões de CO₂e pela pecuária foram maiores no subsetor pecuário da fermentação entérica, seguido pelo manejo de dejetos de animais. Destaca-se, ainda, que, juntos, esses subsetores foram responsáveis em 2010 por emitirem 2.783.050,50 toneladas de gases de efeito estufa, alcançando 2.793.756,87 toneladas em 2018.

Tabela 4: Emissões por subsetor pecuário (CO₂e (t) GWP-AR5) no estado da Paraíba, 2010-2018.

Subsetor	2010	2018
Fermentação Entérica	2.220.011,66	2.172.025,99
Manejo de Dejetos de Animais	165.184,36	204.662,12
Solos Manejados	397.854,48	417.068,76
Total Geral	2.783.050,50	2.793.756,87

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do SEEG (2021).

4.2.3. Emissões por Tipo de Uso Pecuário

As emissões por tipo de uso equivalem dentro da pecuária à aplicação de resíduos orgânicos, deposição atmosférica, deposição de dejetos em pastagem, lixiviação e outros, os quais são ilustrados na Tabela 5, abaixo.

Tabela 5: Emissões por tipo de uso pecuário (CO₂e (t) GWP-AR5) no estado da Paraíba, 2010-2018.

Tipo de Uso	2010	2018
Aplicação de resíduos orgânicos	12.538,05	13.553,11
Deposição Atmosférica	50.420,14	50.493,25
Deposição de dejetos em pastagem	333.402,70	329.893,78
Lixiviação	1.493,58	23.128,63
Outros	2.385.196,02	2.376.688,12
Total Geral	2.783.050,49	2.793.756,89

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do SEEG (2021).

Na Tabela 5, observa-se que as emissões pelo tipo de uso pecuário quanto as aplicações de resíduos orgânicos tiveram um crescente de emissões, passando de 12.538,05 toneladas em 2010 para 13.553,11 em 2018. O uso quanto à deposição atmosférica mostra uma homogeneidade nas emissões, estando em 50.420,14 toneladas em 2010 e 50.493,25 toneladas em 2018. O uso da deposição de dejetos em pastagem também teve uma homogeneidade, estando em 33.402,70 toneladas em 2010 e 329.893,78 toneladas em 2018. O uso quanto à lixiviação foi o que apresentou nesse período de tempo mais oscilações, saindo de 1.493,58 toneladas em 2010 para 23.128,63 toneladas em 2018. Já o item referente a outros tipos usos, o mais representativo da série, também obteve uma relativa homogeneidade nas emissões, como uma leve queda no volume de emissões, passando de 2.385.196,02 toneladas em 2010 para 2.376.688,12 toneladas em 2018.

Assim, dentro do panorama estudado, pode-se destacar que o tipo de uso que mais emitiu de 2010 a 2018 foi o item relacionado a outros tipos de uso (19.908.656,22 toneladas), seguido do tipo deposição de dejetos em pastagem (2.790.594,49 toneladas); em terceiro plano o tipo por deposição atmosférica (424.919,77 toneladas); seguida do tipo por lixiviação (117.322,99 toneladas) e a aplicação de resíduos orgânicos (115.303,03 toneladas).

4.2.4. Emissões por Tipo de Animal

As emissões por tipo de animal, dentro do setor de atividade da pecuária, envolvem os animais do grupo asinino, bubalino, caprino, equino, gado de corte, gado de leite, muar, ovino e suínos e são destacadas na Tabela 6, a seguir, para os anos de 2010 e 2018.

Tabela 6: Emissões por tipo de animal (CO₂e (t) GWP-AR5) no estado da Paraíba, 2010-2018.

Tipo de Animal	2010	2018
Asinino	18.481,95	10.450,30
Aves	25.863,03	27.474,62
Bubalino	1.416,00	2.032,59
Caprino	122.328,70	134.841,90
Equino	36.785,02	46.394,34
Gado de Corte	1.722.795,30	1.647.752,47
Gado de Leite	683.484,00	673.250,64
Muar	9.391,91	6.929,56
Ovino	76.112,54	108.551,46
Suínos	86.392,05	136.079,01
Total Geral	2.783.050,50	2.793.756,89

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do SEEG (2021).

Na Tabela 6, referente as emissões pecuárias por tipo de animal, verifica-se que, em 2010 e 2018, os animais responsáveis pelas maiores quantidades de emissões foram o do tipo gado de corte, com um total de 1.722.795,30 toneladas emitidas em 2010 e 1.647.752,47 toneladas emitidas em 2018; seguido do gado de leite, com 683.484,00 toneladas emitidas em 2010 e 673.250,64 toneladas emitidas em 2018. O do tipo caprino atingiu o terceiro lugar nesse patamar de emissões em 2010 com um total de 122.328,70 toneladas emitidas, sendo ultrapassado, em termos de volume emitido, no ano de 2018 pelos Suínos, com um total de 136.079,01 toneladas de gases de efeito estufa emitidas.

Em síntese, das emissões pela pecuária, os municípios de Pombal, Sousa, Paulista e Monteiro foram os maiores responsáveis pelas emissões de GEE na Paraíba; e, dentro dos subsetores pecuários, a fermentação entérica, que é responsável pela produção de metano (CH₄), foi a que mais emitiu em toneladas de gases ao longo do período em questão. Já quanto ao tipo de uso, a deposição de dejetos de pastagem atingiu números altos de emissões de gases, além de outros tipos de uso. Quanto ao tipo de animal, o gado de corte e o gado de leite foram os responsáveis pelas maiores toneladas de emissões nesse período destacado na pesquisa, indicando, então, o quanto a pecuária é responsável pelas emissões de GEE no estado.

Em termos globais, a pecuária é responsável por 8 a 10,8% da emissão de GEE. tendo como base a análise de ciclo de vida, a contribuição da pecuária está acima de 18% das emissões globais de GEE.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo de realizar um diagnóstico das emissões de gases de efeito estufa pela Pecuária no estado da Paraíba. O estudo foi desenvolvido com base em técnicas quantitativas e descritivas de análise dos dados e informações disponibilizadas no Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), entre os anos 2010 a 2018.

A análise, por meio da coleta e tabulação dos dados do SEEG, foi dividida em duas etapas, em que a primeira compreendeu a caracterização geral das emissões setoriais dos gases de efeito estufa e, a segunda, a análise dos dados específicos das emissões dos GEE pela pecuária, ambas na Paraíba.

Verificou-se, então, dentro dos dados gerais, que os setores a energia e agropecuária e os subsetores queima de combustíveis e a fermentação entérica foram as maiores responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa na Paraíba, entre 2010 a 2018.,

Ainda pôde-se verificar, em relação aos dados específicos das emissões dos GEE pela pecuária na Paraíba que, dentro do panorama estudado, os municípios de Pombal, Sousa, Paulista e Monteiro foram os maiores responsáveis pelas emissões de GEE no estado paraibano; além de que a fermentação entérica, a qual é responsável pela produção de metano (CH₄), foi a que mais emitiu, em toneladas de gases, ao longo do período em questão. Já quanto ao tipo de uso, a deposição de dejetos de pastagem atingiu números altos de emissões de gases, além de outros tipos de uso. Quanto ao tipo de animal, o gado de corte e o gado de leite foram os responsáveis pelas maiores toneladas de emissões nesse período destacado na pesquisa.

Assim, a partir desses resultados, pode-se, por exemplo, direcionar a formulação de políticas públicas locais voltadas ao desenvolvimento da pecuária, aliado à redução da emissão de gases de efeito estufa na produção animal. Como, por exemplo, com relação ao manejo produtivo de bovinos, tais como o balanceamento das rações (dietas) - ações que signifiquem melhoria no processo fermentativo reduzem a produção desse gás por quilo de alimento ingerido, tais como leveduras e ionóforos ou mesmo melhoria na qualidade do volumoso (silagem, feno ou pastagem); a adição de gordura também pode reduzir a produção de metano por restrição ao desempenho das bactérias celulolíticas, substituindo a fonte de energia disponível). Além disso, pode-se buscar sistemas de produção eficazes, que amenizam a emissão de gases de efeito estufa pela pecuária, em que cabe o melhor aproveitamento do alimento e a redução da idade de abate.

Como sugestão para trabalhos futuros propõe-se a verificação da existência de dependência espacial nas emissões de gases de efeito estufa, identificando possíveis concentrações geográficas análogas significativamente (*clusters*), regiões atípicas (*outliers*) e padrões de heterogeneidade espacial; como também a captura de possíveis efeitos de transbordamento ou de vizinhança que podem resultar da interação espacial entre municípios circunvizinhos.

REFERÊNCIAS

BERNDT, A. Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. 1., 2010, Viçosa, **Anais...** Viçosa: UFV, 2010. p. 121-147.

BEZERRA, F. V. S. **Influência da pecuária bovina na emissão dos principais gases do efeito estufa**. 2019. 47 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

BRANDÃO, F. S. *et al.* O papel do agronegócio brasileiro na redução de emissão de gases de efeito estufa (GEES). **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 1, p. 84-90, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Coletânea de fatores de emissão e remoção de gases de efeito estufa na pecuária brasileira**. Brasília: MAPA/SENAR, 2020. 165p.

DE FREITAS, S. *et al.* Contribuições Do Setor Agropecuário Para As Emissões De Gases De Efeito Estufa No Brasil, 2010-2014. **Informações Econômicas**, v. 46, n. 6, p. 1-17, 2016.

DE SOUZA, K. W. *et al.* **Integração lavoura-pecuária-floresta como estratégia para compensação das emissões de gases de efeito estufa**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2019. 12p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 01 mar. 2023.

GONTIJO NETO, M. M. *et al.* **Mitigação de gases de efeito estufa em sistema de Integração Pecuária-Floresta e potencial de produção de Carne Carbono Neutro: Fazenda Lagoa dos Currais, Curvelo-MG**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 17p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Confronto dos resultados dos dados estruturais dos Censos Agropecuários – Brasil**. 2010. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/censoagro/2006>. Acesso em: 01 mar. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/2020>. Acesso em: 01 mar. 2023.

LUVIZON, L.; ALMEIDA, S. M. Z.; DORIGON, E. B. Avaliação da Emissão de Metano (CH₄) pela Pecuária no Município de Anchieta, Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. 1., Vitória. **Anais...** Vitória: IBEAS, 2020.

MUNDIAL, Banco. **Relatório anual de 2016 do Banco Mundial**. 2017. Disponível em: <https://ipi.worldbank.org/international/global>. Acesso em: 27 abr. 2020.

OLIVEIRA, A. B. Mudanças climáticas e o papel das florestas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 5, p. 1884-1899, 2019.

OLIVEIRA, R. M. *et al.* Estratégias de mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agropecuária. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 8, n. 3, p. 72-82, 2021.

OLIVEIRA, P. P. A. Gases de efeito estufa em sistemas de produção animal brasileiros e a importância do balanço de carbono para a preservação ambiental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, p. 623-634, 2015.

SANTOS, C. M. **Atividades humanas e impactos ambientais**. São Paulo: Editora X, 2020.

SANTOS, J. C. Redução das emissões de metano na produção animal: uma revisão de literatura. **Revista de Sustentabilidade Agropecuária**, v. 5, n. 1, p. 38-46, 2020.

SEEG 8. **Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil 1970-2019**. Documento analítico, 2020. Disponível em: <http://seeg.eco.br>. Acesso em: 01 mar. 2023.

SILVA, J. R. **Emissões de gases de efeito estufa no setor de energia no Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

Recebido: 09.03.2023

Aceito: 14.08.2023