
DINÂMICA DAS EMISSÕES MUNICIPAIS DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) NO PARÁ (2000 A 2019)

Municipal Greenhouse Gas Emissions dynamics in Pará, Brazil (2000–2019)

Fernando Nogueira

Economista. Mestre em Desenvolvimento Econômico pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia. Avenida João Naves de Ávila, 2121, CEP: 38408-100, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.
nogueirapa2007@hotmail.com

Daniel Caixeta Andrade

Economista. Doutor em Desenvolvimento Econômico. Professor da Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Economia e Relações Internacionais. Avenida João Naves de Ávila, 2121, CEP: 38408-100, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.
daniel.andrade@ufu.br

Resumo: Este artigo investiga a dinâmica das emissões de gases de efeito estufa (GEE) nos municípios do estado do Pará entre 2000 e 2019 com ênfase na relação entre o desmatamento e os arranjos institucionais de governança. A pesquisa adota abordagem descritiva, utilizando dados do SEEG, MapBiomass e Fapespa organizados por Regiões de Integração (RIs). Os resultados revelam elevada concentração de emissões de GEE nas RIs Araguaia, Tapajós e Xingú, por conta do processo de expansão agropecuária. Embora políticas de comando e controle tenham reduzido as emissões entre 2004 e 2012, o período posterior apresentou reversão da tendência. A análise institucional indica que, mesmo em contextos locais com maior capacidade de gestão, a descoordenação entre níveis de governo compromete a eficácia das políticas ambientais. O artigo adota o marco teórico da governança policêntrica, proposto por Elinor Ostrom, para discutir os limites e as potencialidades de arranjos descentralizados. Conclui-se que o enfrentamento do desmatamento exige maior articulação federativa e fortalecimento institucional dos municípios amazônicos.

Palavras-chave: emissões municipais de GEE, desmatamento, governança policêntrica.

Abstract: This article analyzes the dynamics of Greenhouse Gas (GHG) emissions evolution in each integration region (RI) of the state of Pará from 2000 a 2019. It highlights the intimate relationship between deforestation and emissions mitigation in the Legal Amazon and in the state of Pará. The results show a concentration of GHG emissions located in regions where agricultural and livestock frontiers are expanding. Over the analyzed period, the municipalities with the highest emissions in the state of Pará have a history of deforestation concentrated in regions that have maintained their economic activities linked to agriculture and livestock. Finally, the article also offers some reflections on environmental governance and the importance of a polycentric view, drawing attention to the fact that, even in municipalities with better environmental institutionalization, the lack of coordination among various levels of government greatly limits the potential for municipalities to combat deforestation.

Keywords: municipal GHG emissions, deforestation, polycentric governance.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são um fato real e emergente que se manifesta no desequilíbrio do clima em todo o planeta. Já há um consenso científico sobre as causas antrópicas desse fenômeno, a saber, a queima de combustíveis fósseis pela humanidade, o que vem gerando emissões de gases de efeito estufa (GEE). As emissões de GEE são fruto de atividades econômicas que se intensificaram a partir da Revolução Industrial em meados dos anos 1870, e seu acúmulo, de forma muito superior ao que o ecossistema pode absorver, tem provocado o aquecimento da temperatura do planeta. No Brasil, são esperados impactos regionais diferenciados, com possíveis resultados negativos sobre desmatamento e segurança alimentar nas regiões Norte e Nordeste (Tanure *et al.*, 2024).

O tema das mudanças climáticas se relaciona diretamente com o debate sobre desenvolvimento econômico e sustentável da Amazônia. Isso porque, de um lado, a floresta funciona como um grande regulador climático ao oferecer serviços ecossistêmicos de sequestro e armazenamento de carbono. De outro, as mudanças climáticas podem acelerar o processo de degradação da floresta, prologando períodos secos e aumentando a quantidade de queimadas, o que exacerbaria sobremaneira a probabilidade de a floresta ultrapassar seu ponto de não retorno, o que detonaria um processo de savanização da floresta.

Como se sabe, enquanto espaço econômico, o uso da Amazônia se deu por meio da apropriação da terra para a produção de *commodities*. O processo de ocupação se deu motivado por ciclos econômicos, estabelecidos pelos planos nacionais, que em última instância definiram a lógica de como o território deveria se organizar economicamente para atender às necessidades do mercado internacional. Os planos nacionais de integração (I e II PND 1972-1979) consolidaram na Amazônia a produção de soja, a criação de gado e a mineração. Essas atividades passaram a fazer parte do cenário amazônico, sobrepondo-se a qualquer tentativa de promover crescimento econômico por meio de uma perspectiva endógena, colocando o território amazônico sobre forte exploração do capital.

Diante da intrínseca relação entre mudanças climáticas e Amazônia, é importante destacar o protagonismo do estado do Pará enquanto maior contribuinte para o desmatamento da Amazônia Legal e, por conseguinte, uma das unidades da federação que mais emitem GEE. É nesse sentido que o problema de pesquisa é: quais fatores estruturais explicam a persistência das elevadas emissões de gases de efeito estufa (GEE) nos municípios do estado do Pará entre 2000 e 2020, e de que maneira a fragmentação institucional e a ausência de coordenação entre os diferentes níveis de governo comprometem a eficácia das políticas de combate ao desmatamento? Utilizou-se o marco teórico da governança policêntrica para explicitar a complexidade existente e as dificuldades de coordenação para implementação de políticas ambientais eficazes.

Além desta introdução e considerações finais, o artigo contém mais três seções. A próxima descreve sucintamente os procedimentos metodológicos e os dados utilizados. Em seguida, é apresentada a dinâmica das emissões de GEE no Pará e nos seus municípios agrupados por Regiões de Integração (RIs). Por fim, são discutidos aspectos de governança e as dificuldades de coordenação e articulação da gestão ambiental no estado.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada consiste na reunião de dados secundários estaduais e municipais de emissões de GEE, fornecidos pelo Sistema de Estimativas e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2023)¹, do Observatório do Clima (OC), sob forma de uma pesquisa descritiva. Os dados, expressos em dióxido de carbono equivalente (CO₂e)², foram manipulados de forma a contemplar as Regiões de In-

1 O SEEG considera todos os GEE contidos no inventário nacional, como CO₂, CH₄, N₂O e os HFCs, e os dados são apresentados em dióxido de carbono equivalente (CO₂e), tanto na métrica GWP (potencial de aquecimento global) como GTP (potencial de mudança de temperatura global), e segundo os fatores de conversão estabelecidos no 2º, 4º e 5º relatórios do IPCC (AR2, AR4 e AR5) em toneladas (t) de CO₂e.

2 O dióxido de carbono equivalente (CO₂e) é utilizado para expressar a quantidade de gases de efeito estufa (GEE) emitidos na atmosfera, levando em consideração o potencial de aquecimento global de cada gás em relação ao dióxido de carbono (CO₂). Isso permite comparar diferentes gases de efeito estufa em uma base comum, facilitando a análise e o desenvolvimento de políticas para reduzir as emissões. Ao calcular as emissões de diferentes gases, é comum convertê-las para sua quantidade equivalente de dióxido de carbono, usando seus fatores de equivalência. (IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change)).

tegração³ (RIs) do estado do Pará. Optou-se por essa divisão devido à facilidade de analisar a aplicação de políticas públicas ambientais estaduais. Embora haja dificuldades pela ausência de dados estatísticos, as plataformas do Observatório do Clima e do MapBiomass fornecem dados atuais sobre emissões e cobertura do solo de forma robusta e confiável. Ainda, a Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (Fapespa) disponibiliza dados socioeconômicos do estado do Pará. Os dados estaduais de emissões fornecidos pela plataforma SEEG compreendem o período 1990-2021, enquanto os dados municipais cobrem o período 2000-2019. O esforço proposto foi de compilar todas essas informações de maneira a relacionar os processos e dinâmicas que ocorrem na região amazônica, no estado do Pará e em seus municípios.

3 DINÂMICA DAS EMISSÕES DE GEE NO ESTADO DO PARÁ E EM SUAS REGIÕES DE INTEGRAÇÃO (RIs) NO PERÍODO 2000 A 2019

De acordo com a base de dados SEEG, no ano de 2021 foram emitidas 1,27 bilhão de toneladas de CO₂ e em todo o território da Amazônia Legal. Nesse mesmo ano, dentre todos os estados da região, o Pará foi o maior emissor, com 35,27% das emissões, seguido por Mato Grosso (21,18%). A menor emissão, por sua vez, ocorreu no Amapá, com 3,5% das emissões. No período entre 2001 e 2021, o Pará perdeu mais de 155.600 km² de floresta natural (Global Forest Watch, 2022). Esses números são alarmantes e refletem uma realidade complexa. A exploração do uso da terra, em grande parte maquiada sob o pretexto da expansão de atividades agropecuárias, tem sido uma das principais causas do desmatamento no estado do Pará.

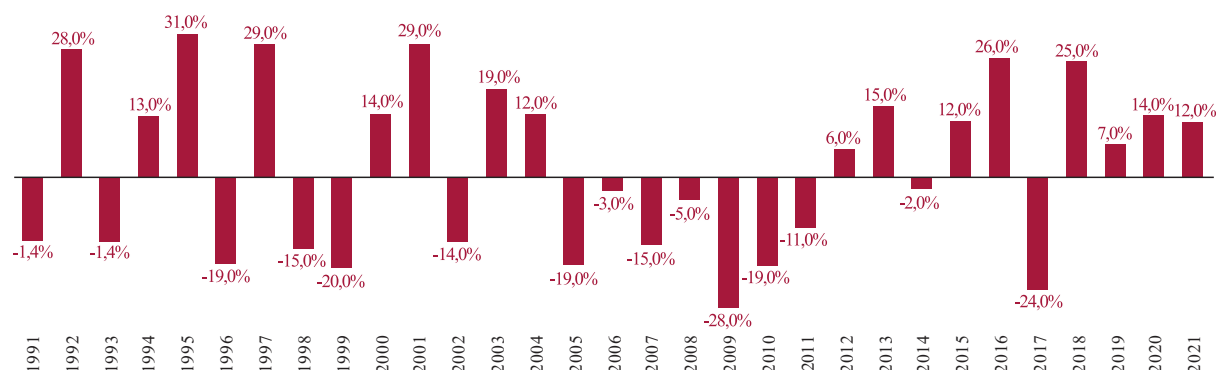
O Pará é um estado brasileiro que se localiza na Região Norte do Brasil. Suas fronteiras fazem divisa com dois países, Guiana e Suriname, e com seis estados brasileiros: Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Roraima e Tocantins. Com um território de 1.245.759,305 km², é o segundo maior estado do Brasil em termos de área, perdendo apenas para o Amazonas. Insere-se na Amazônia Legal na sua totalidade territorial e é constituído por 144 municípios, que possuem área média de 8.664,50 km², sendo o maior deles Altamira, com 159.696 km², e o menor Marituba, com 103,28 km². Abriga uma grande quantidade de terras indígenas (TIs) e Unidades de Conservação (UCs), que ocupam 42,7% do território, sendo a maioria das áreas formada por floresta primária (IBGE, 2020; Fapespa, 2019). A população do estado é de aproximadamente 8,1 milhões de habitantes com uma densidade demográfica de 6,51 hab./km², sendo uma das menores do País. A população paraense é relativamente jovem, com uma idade média de 32,4 anos, enquanto a expectativa de vida ao nascer é de 74,9 anos. A renda por domicílio é de R\$ 1.061,00 (IBGE, 2022).

O potencial paraense nos setores de mineração, energia e agropecuária é reconhecido tanto no cenário nacional quanto internacional. Na mineração, a grande capacidade do estado pode ser comprovada pelo fato de que abriga 7 das 33 principais regiões produtoras de minerais no Brasil: Carajás (PA), Aurífera Gurupi (PA e MA), Rio Capim (PA), Paragominas (PA), Capanema (PA), Aurífera Tapajós (AM e PA) e Baixo Paru/Jari (PA) (ADIMB, 2007). No setor de energia, produz 9,4% da energia do território brasileiro, sendo o 3º maior produtor de energia do País, atrás apenas do Paraná e de São Paulo. Com aproximadamente 58,62 GWh em 2021, 97,6% do potencial energético do estado é produzido nas hidrelétricas de Tucuruí (UHT) e Altamira/São Félix do Xingú (UH Belo Monte), com 51.025 Megawatts (MW) (EPE, 2020). Na agroindústria, o Pará desponta como grande produtor de grãos, com uma produção de 2,2 milhões de toneladas de soja em 2020. O estado é o maior produtor de óleo de palma do País, com uma produção anual de 1,5 milhão de toneladas, o que corresponde a 98% da produção nacional. Na pecuária, possui o 2º maior rebanho bovino do País, com 26 milhões de cabeças, e o município brasileiro com maior rebanho individual, São Félix do Xingú, com 2,3 milhões de cabeças (CODEC, 2021; PAM, 2021; PPM, 2021).

³ A constituição das RIs é fruto de uma iniciativa conjunta entre as autoridades públicas estaduais e municipais com o objetivo de aprimorar a eficácia das políticas públicas para essas áreas, que são compostas por municípios com dinâmicas similares. Essa medida parte da premissa de que o reconhecimento das peculiaridades locais e regionais é fundamental para o sucesso das ações governamentais, considerando as diferentes demandas e necessidades das populações e dos territórios. Com isso, busca-se promover um desenvolvimento mais equilibrado e sustentável em todo o estado do Pará (Governo do Pará, 2008).

Os grandes volumes de emissões na Amazônia Legal explicam, em parte, porque os municípios paraenses que têm na sua base econômica a agropecuária apresentam crescimento econômico com degradação ambiental, combinados com baixo desenvolvimento econômico e pobreza, fato que também ocorre nos resultados do índice de Progresso Social⁴ aplicado aos municípios da Amazônia Legal. O IPS Amazônia 2023 atingiu uma nota igual a 54,32. Essa pontuação geral da Amazônia em 2023 está abaixo da média geral do IPS Brasil (67,94) (Oliveira, 1998; Alencar, 2017; Santos *et al.*, 2023).

Figura 1 – Taxa de Crescimento Anual das Emissões de GEE do Estado do Pará - (1991-2021)



Fonte: SEEG, 2021. Elaborado pelo autor.

A Figura 1 demonstra uma tendência de alta nas emissões a partir de 2015 até 2021, exceto em relação a 2017, que obteve uma queda nas emissões de 24% em relação a 2016, apontando uma reversão das ações de combate ao desmatamento orientadas pelo PPCDAm (Programa de Combate ao Desmatamento da Amazônia) entre 2004 e 2012. Essa escalada fez com que em 2021 o Pará retornasse a patamares de emissão de GEE semelhantes a 2006, ou seja, acima dos 400 milhões de toneladas de CO₂e. No período de 1991 a 2021, a taxa de crescimento médio das emissões é da ordem de 10,3% a.a., incentivada principalmente pelo abandono das políticas de fiscalização e combate ao desmatamento do governo federal no período pós-2015.

Gomes Júnior (2015) afirma que a Região Norte internaliza as frentes de ocupação da agropecuária no Brasil. E que o sudeste paraense (Regiões de Integração Araguaia, Xingú, Carajás) está inserido em zonas de acumulação por meio da expansão da fronteira agropecuária. Esse fenômeno sugere que a região ainda se caracteriza como área de avanço da fronteira agropecuária no País para que este se mantenha competitivo no mercado externo.

A Tabela 1 apresenta a soma das participações percentuais dos setores mudança do uso da terra e agropecuária nas emissões do Brasil, Amazônia Legal e Pará no período de 1990 e 2021.

Tabela 1 – Participação (%) dos setores de mudança do uso da terra e agropecuária nas emissões de CO₂ e do estado do Pará, da Amazônia Legal e do Brasil, nos anos de 1990 e 2021

Território	Mudanças no uso da terra	Agropecuária	Total
Pará (1990)	94	5	99
Pará (2021)	85	11	96
AMZ Legal 1990*	89	10	99
AMZ Legal 2021*	82	16	98
Brasil (1990)	67	19	86
Brasil (2021)	49	25	74

Fonte: SEEG (2020). Elaborado pelo Autor.

Nota: * Amazônia Legal exceto Pará.

4 O Índice de Progresso Social (IPS) mede de forma holística e robusta a performance social e ambiental de territórios (países, estados, municípios etc.). Esse índice foi elaborado por acadêmicos de grandes centros de pesquisa do mundo e, desde 2013, está sendo adotado globalmente com a liderança da Social Progress Imperative (SPI). Mais informações sobre o IPS Global 2023 estão disponíveis em: <https://www.socialprogress.org>.

Pela Tabela 1, vê-se que o estado do Pará ao longo desse período conseguiu reduzir sua participação de emissões de GEE no setor de Mudanças do Uso da Terra de 94% para 85%. No entanto, ampliou sua participação no setor Agropecuária de 5% para 11%. Isso sugere que a exploração de novas áreas está diretamente ligada à ampliação da atividade pecuária na região. A participação da Amazônia Legal corrobora com a situação do estado do Pará, evidenciando a atuação do modelo econômico definido para a Amazônia Legal, que também reduziu sua participação no setor de Mudanças do Uso da Terra (89% para 82%) e no setor agropecuário passou de 10% para 16%. Esses dados mostram que a pecuária na Amazônia Legal ampliou sua participação nas emissões de GEE em 6 vezes no período de 2000 a 2020.

Em relação ao Brasil, a situação é similar ao estado do Pará: uma redução no setor de Mudanças de Uso da Terra de 67% para 49% e um aumento no setor agropecuário evidenciando a escolha do País em produzir *commodities*, principalmente permitindo a ampliação das áreas de plantio e pastagens no Mato Grosso e Pará.

A Tabela 2 mostra as taxas de crescimento das emissões de GEE para o estado do Pará, Amazônia Legal e Brasil em diferentes períodos.

Tabela 2 – Taxas médias de crescimento (%) das emissões totais de GEE do estado do Pará, da Amazônia Legal e do Brasil, no período de 1990 e 2021

Períodos	Emissões totais do Pará	Emissões totais da Amazônia Legal**	Emissões totais do Brasil
1991-2021	2,23	2,27	0,56
1991-2000	3,31	5,07	0,38
2001-2010	-4,35	-5,00	-1,07
2011-2021	7,23	6,32	2,20

Fonte: SEEG (2020). Elaborado pelo Autor.

Nota: ** Com Exceção do Pará. Fonte: SEEG. Elaborado pelo Autor.

As taxas médias demonstram que mesmo com as ações de combate ao desmatamento ocorridas no período de 2003 a 2012, o Pará e a Amazônia Legal continuam numa trajetória de emissão de GEE alta (taxa média acima dos 2% em todo o período analisado, enquanto no Brasil essa taxa média é inferior à unidade). Para o Brasil, a interrupção do processo de mitigação das emissões se dá na última década, ou seja, de 2011 a 2021. Observa-se que nesta última década as emissões paraenses crescem a um ritmo mais acelerado do que as emissões brasileiras e da Amazônia Legal. Na década anterior – 2001 a 2010 –, as emissões paraenses caem menos que as emissões regionais (Amazônia Legal), mas em ritmo superior às emissões nacionais.

A composição das emissões paraenses em 2021 foi de 85,1% em Mudanças do Uso da Terra, 11,4% Agropecuária, 2,6% Energia, 0,2% Processos Industriais e 0,7% Resíduos, dos quais esses patamares se mantiveram ao longo desses 30 anos. Conforme apontado pelo Observatório do Clima (O.C., 2020), o estado é o maior emissor de GEE do País. O processo de queima da floresta derrubada para a formação de novas áreas ou no uso do fogo para a manutenção de pastagens degradadas é prática ultrapassada que agrava as emissões de GEE e compromete o setor produtivo de carne e soja comprometido com a sustentabilidade (SEEG, 2020).

Tabela 3 – Taxas médias de crescimento (%) das emissões totais de GEE do estado do Pará, por setor de origem no período de 1991-2021

Períodos	Agropecuária	Mudanças no uso da terra	Energia	Processos industriais
1991-2021	3,91	2,38	3,49	0,92
1991-2000	4,21	3,37	5,65	2,31
2001-2010	4,98	-5,52	2,41	2,66
2011-2021	2,67	8,66	2,51	-1,93

Fonte: SEEG (2020). Elaborado pelo Autor.

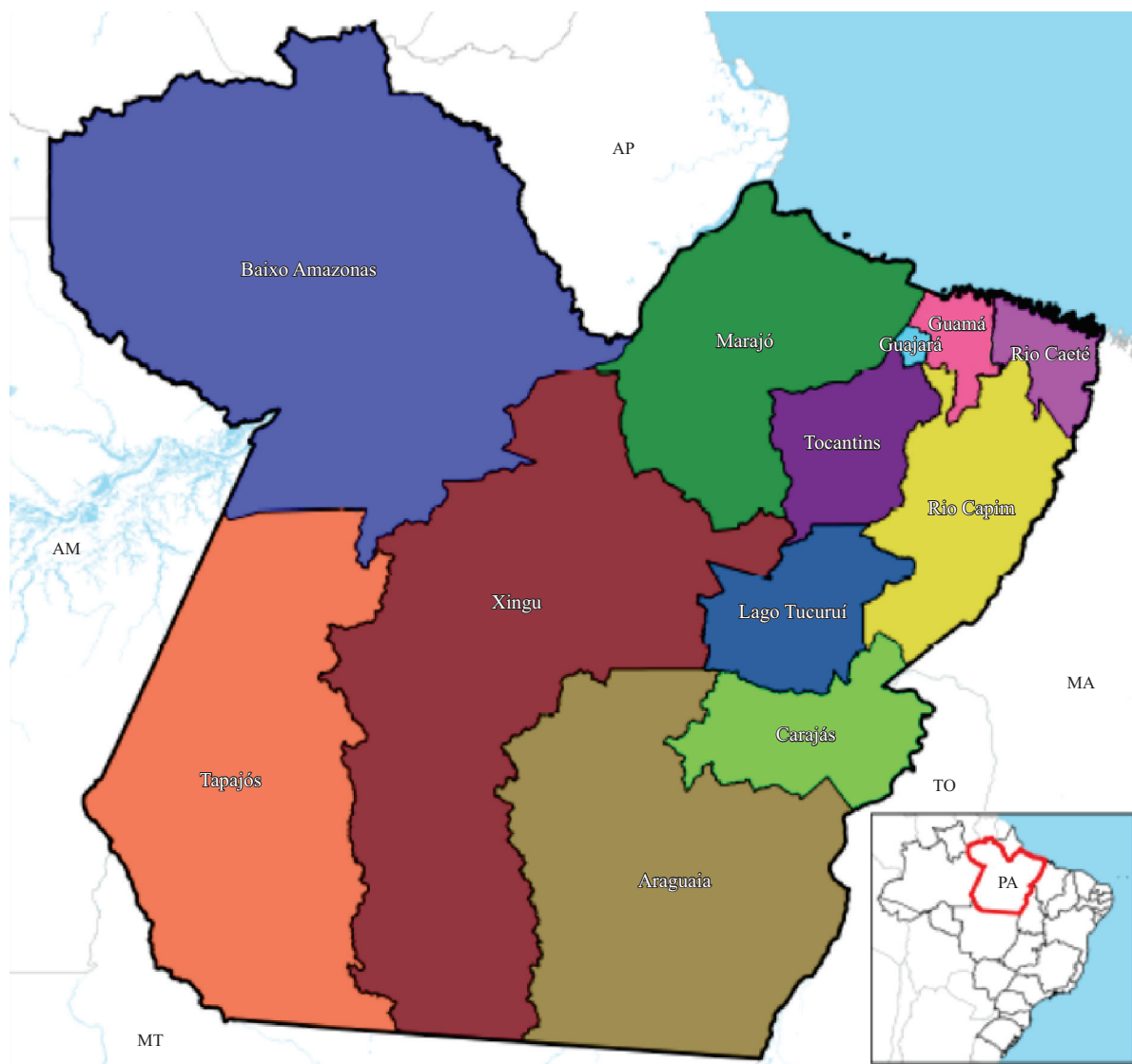
As taxas de crescimento das emissões de GEE por setor no estado do Pará evidenciam o impacto da atividade pecuária no setor de mudanças do uso da terra. Ao longo do período de 1991 a 2021, as emissões de GEE ligadas à Agropecuária alcançaram um crescimento médio de 3,91% ao ano, enquanto no setor de Mudanças do Uso da Terra tiveram um crescimento médio de 2,38% a.a., impulsionado principalmente pela necessidade de novas áreas para a atividade pecuária. O período de 1991 a 2000 apresenta expansão em ambos os setores com uma taxa média de crescimento 4,21% para o setor da Agropecuária e 3,37% para o setor de Mudanças do Uso da Terra. No período de 2001 a 2010, o setor da Agropecuária continua a escalada com uma taxa média de 4,98% a.a. de aumento nas emissões do setor, enquanto o setor de Mudanças do Uso da Terra apresentou uma redução de -5,52% a.a., o que evidencia que as ações de combate ao desmatamento ocorridas nesse período foram fundamentais para reduzir as emissões de GEE nesse setor.

No período de 2011 a 2021, o setor ligado à Agropecuária alcançou uma taxa de crescimento médio de 2,67% a.a., quase que a metade da taxa média do período anterior, evidenciando a redução das emissões no setor. Por outro lado, o setor de Mudanças do Uso da Terra alcançou uma taxa de 8,66%, evidenciando o avanço do desmatamento sobre novas áreas de florestas nessa última década, confirmando o relaxamento sobre as medidas que frearam esse avanço no período anterior.

A grande extensão territorial dos municípios paraenses é um obstáculo permanente à efetiva fiscalização ambiental. O estado do Pará apresenta uma divisão territorial em 6 mesorregiões, 22 microrregiões e 12 Regiões de Integração (RIs). As mesorregiões são Baixo Amazonas, Marajó, Metropolitana de Belém, Nordeste Paraense, Sudeste Paraense e Sudoeste Paraense, cada uma com características próprias que refletem a complexidade do território amazônico, conforme aponta Becker (2015) ao se referir às diversas “Amazônias” que compõem a região, muito embora o governo federal tenha tradicionalmente considerado todo esse território de maneira uniforme.

A análise das políticas públicas estaduais tem se concentrado em RIs, que agrupam municípios com características semelhantes. As RIs são: Araguaia, Baixo Amazonas, Carajás, Guajará, Guamá, Lago Tucuruí, Marajó, Rio Capim, Rio Caeté, Tapajós, Tocantins e Xingu. Essa regionalização permite uma análise mais precisa das necessidades de cada área e a implementação de políticas públicas mais eficazes. A Figura 2 abaixo apresenta o mapa das RIs do estado do Pará e sua localização geográfica.

Figura 2 – Mapa do estado do Pará com suas Regiões de Integração (RIs)



Fonte: FASEPA 2016
Elaboração: FASEPA 2016

Entre 2000 e 2019, As RIs com maior participação nas emissões do estado são: Araguaia (24%), Xingú (19%), Lago Tucuruí e Rio Capim (10% cada), Tapajós (9%), Carajás e Baixo Amazonas (7% cada) e Tocantins (6%). As outras 4 RIs (Guamá, Guajará, Rio Caeté e Marajó) somam pouco mais de 8% de participação. Ao longo desse período, a trajetória dessas participações não se alterou significativamente.

Em termos municipais, segundo dados do SEEG, em 2019 o município que mais emitiu no Brasil foi Altamira, localizado na RI Xingú, com 35,2 milhões de toneladas brutas de . Desse total, as mudanças de uso da terra, em sua maior parte provenientes do desmatamento, respondem por 33,4 milhões de toneladas, o que representa 21% do total emitido pelo estado em 2019. O município possui a maior extensão territorial do País com 159.696 km², e sua área desmatada até 2021 era de 9.581,47 km², o que no acumulado desde o ano 2000 corresponde a 6% de seu território, fazendo com que o município tenha um potencial de remoções próximo dos 26 milhões de toneladas brutas de (PRODES, 2020).

Como segundo maior emissor está o município de São Félix do Xingu (PA), localizado na RI Araguaia, com 28,8 milhões de toneladas brutas de . Desse total, no setor de mudanças de uso da terra, em sua maior parte provenientes do desmatamento, responde por 24,3 milhões de toneladas, o que representa 7,5% do total emitido pelo estado em 2019, seguidas pela agropecuária, com 4,22 milhões de toneladas de , com 2% de participação das emissões estaduais, emitidas principalmente pela digestão do rebanho bovino, já que o município tem o maior rebanho bovino do País, estimado em 2,3 milhões de cabeças, conforme censo agropecuário (IBGE, 2020). O município

possui 84.213 km², e sua área desmatada em 2020 é de 13.727 km², o que corresponde a 16,3% da sua área total (PRODES, 2021).

O destaque, como já citado, é a RI Xingú com 4 municípios: Altamira, Pacajá, Anapú e Uruará, que apresentam juntos volumes acumulados de emissões de GEE críticos, com emissões *per capita* entre 100 e 300 t CO₂e/hab. (SEEG, 2022).

Em 2019, a RI Araguaia aparece com uma concentração ainda mais evidente, pois o segundo maior emissor do estado e do Brasil, São Félix do Xingú, representa 7% das emissões do estado e 54% das emissões da RI Araguaia. Essa RI é composta por outros 13 municípios que, somadas suas emissões, não atingem os mesmos níveis de município de São Félix do Xingú. Isso sugere que há uma concentração das atividades ligadas ao desmatamento e uso do solo nesse município, que possui os atributos necessários para deslocar a pecuária da RI Araguaia, ou seja, grande extensão territorial com terras “baratas” e grandes áreas de florestas.

A Tabela 4 apresenta a média das emissões de GEE *per capita* e taxas médias de crescimento das emissões de GEE das RIs do estado do Pará no período de 2001 a 2019, evidenciando a persistência das emissões de GEE em algumas RIs do estado ao longo desse período.

Tabela 4 – Emissões de GEE *per capita* média e taxa média de crescimento das emissões de GEE, nas Regiões de Integração do estado do Pará, no período de 2001 a 2019

Regiões de Integração	Emissões de GEE <i>per capita</i> média (tonelada/habitante)	Taxa média de crescimento de GEE (%)
Araguaia	324,90	-3,0
Baixo Amazonas	46,32	3,6
Carajás	73,31	-2,8
Guajará	2,91	0,12
Guamá	15,28	-2,1
Lago Tucuruí	109,39	0,67
Marajó	13,48	13,0
Rio Caeté	23,43	-0,11
Rio Capim	57,53	1,1
Tapajós	175,80	8,1
Tocantins	31,76	22,9
Xingú	231,13	4,8

Fonte: SEEG, 2022. Elaborado pelo Autor.

As RIs do estado do Pará passaram por mudanças significativas durante o período analisado. Entre 2006 e 2014, houve redução das emissões de GEE no estado do Pará da ordem de 70%. A partir de 2015, houve um processo de reversão das emissões com a intensificação das emissões de GEE em toda a Amazônia (SEEG, 2020).

A análise das médias de emissões de GEE *per capita* juntamente com as taxas médias de crescimento das emissões de GEE das RIs do estado do Pará sugere que 4 das RIs (Araguaia, Carajás, Guamá e Rio Caeté) apresentam uma média de emissão *per capita* alta e uma taxa média de crescimento negativa, indicando que no período de 2001 a 2019 essas RIs vêm reduzindo suas emissões de GEE. No entanto, ainda apresentam uma média de emissão *per capita* alta, caso da RI Araguaia e da RI Carajás, com uma emissão de GEE *per capita* média de 324,90 e 73,31 ton./hab. A RI Araguaia figura como uma das grandes regiões emissoras de GEE, em função do município de São Félix do Xingú, que possui volumes de emissões próximos dos 35 milhões de toneladas de CO₂e. A pecuária é intensa nesse município, que possui o maior rebanho bovino do Brasil e terra ainda barata, o que concentra cada vez mais a pecuária da RI Araguaia em São Félix do Xingú. A pressão por novas áreas recai muita das vezes sobre as UCs e TIs, que passam a sofrer com o desmatamento, emissões de CO₂ e todo tipo de exploração.

A RI Carajás também concentra níveis de emissões de GEE *per capita* médio alto, 73,31 ton./hab. No entanto, é a que apresenta a segunda maior taxa média negativa (-2,8%), evidenciando que ao longo desse período houve redução das emissões de GEE em alguns de seus municípios, mas que ainda sofrem

com o desmatamento. A RI Guamá, por sua vez, apresenta uma emissão de GEE *per capita* média de 15,28 ton./hab. E uma taxa média de crescimento de -2,1%, indicando uma trajetória de queda numa região em que as emissões são pouco expressivas *vis-à-vis* as emissões estaduais.

Outras 4 RIs (Baixo Amazonas, Lago de Tucuruí, Tapajós Xingú) apresentaram um nível de emissões *per capita* alto e taxas de crescimento médio positivas, o que sugere que nessas RIs o processo de desmatamento e os níveis de emissões de GEE continuam acumulando estoques de emissões significativos, o que certamente demanda atenção das instâncias de governo no que se refere ao combate ao desmatamento e fiscalização. Essas RIs apresentaram uma emissão média *per capita* acima de 100 ton./hab.

As taxas médias de crescimento positivas mostram que as atividades ligadas ao uso do solo estão em franco avanço, e as ações que porventura foram aplicadas para deter esse avanço não foram suficientes para reverter o processo de desmatamento e queima para ampliação de novas áreas para exploração agropastoril. Nessas RIs, as emissões estão em níveis significativos e preocupantes, uma vez que são protagonistas do desmatamento, dos conflitos agrários e do mercado especulativo de terras.

A RI Marajó apresenta um crescimento médio de 13%, e um nível de emissão *per capita* médio de 13,48 ton./hab. A extração de madeira e as atividades mineradoras são as principais responsáveis pelas emissões de GEE, nessa RI, juntamente com desmatamento e as queimadas. A RI Xingú e a RI Tapajós apresentam emissões de GEE *per capita* média de 231,13 e 175,80 ton./hab., e taxas médias de 4,8% e 8,1% respectivamente. Essas RIs são de fato as que mais apresentam problemas estruturais no combate ao desmatamento. Possuem dificuldade de acesso, grandes áreas territoriais e muitas UCs que sofrem pressão de atividades ilegais, como a mineração e a expansão da pecuária de baixa produtividade. O município de Altamira está localizado na região Xingú e, como citado, é o maior emissor de GEE do Brasil.

A RI Guajará concentra o polo industrial do estado e é uma das mais populosas, apresentando uma emissão de GEE *per capita* média de 2,91 ton./hab., e uma taxa de crescimento médio de 0,12% nesse período. A RI Tocantins apresenta uma taxa média de crescimento das emissões positiva alta (22,9%) e uma emissão *per capita* média de 31,76 ton./hab., sendo uma das RI que aparecem como novo polo de concentração do desmatamento pós-2015. Trata-se de uma RI tradicionalmente extrativista, que tem na sua base econômica a cadeia produtiva do açaí e da mandioca.

4 GOVERNANÇA E POLÍTICAS AMBIENTAIS: A IMPORTÂNCIA DA ATUAÇÃO DO ESTADO E DE UMA VISÃO POLICÊNTRICA

A seção anterior mostrou que o desafio de se mitigar as emissões no estado do Pará está relacionado à redução do desmatamento. Por sua vez, a história recente brasileira mostra que o sucesso no controle do desflorestamento nos biomas brasileiros, principalmente na Amazônia, está diretamente relacionado ao estabelecimento de uma boa governança ambiental e às medidas de fiscalização e controle. Nunes *et al.* (2024) mostram a importância da continuidade do compromisso do Estado com o *enforcement* ambiental, o que corrobora o argumento de que a atuação estatal firme é condição *sine qua non* para a construção de uma governança ambiental que seja funcional para a região Amazônia.

Na governança ambiental, as questões político-institucionais relacionadas à tomada de decisão, às modalidades de diálogo entre o Estado e os grupos organizados da sociedade dizem respeito ao processo de formulação, acompanhamento e implementação de políticas públicas. Esse conceito engloba aspectos relativos à articulação e colaboração entre atores sociais e políticos, estruturas institucionais que coordenem e regulamentem transações dentro e através das fronteiras do sistema político, bem como os mecanismos tradicionais de agregação de interesses, como partidos políticos e grupos de pressão, além de redes sociais e associações de diversas naturezas (Moura *et al.*, 2016). Nesse modelo, as políticas públicas ambientais formuladas quase sempre desconsideram as populações que deveriam fazer parte do processo, muitas vezes devido a pressões de grupos organizados com forte poder econômico, sistematicamente articulados, que pautam políticas de acordo com interesses muito particulares.

As medidas de combate ao desmatamento que surtiram algum resultado no passado no Brasil são provenientes de ações de comando e controle, que tiveram e têm sua importância para a preservação da floresta e fazem parte do arcabouço de políticas do governo federal. Nessa próxima década, no entanto, surge a necessidade de ir além, não somente no que diz respeito à preservação da biodiversidade, mas também de geri-la de forma sustentável, o que inclui as áreas de florestas existentes e já exploradas, principalmente no estado do Pará e na Amazônia Legal, dada a complexidade do território amazônico (IPCC, 2020, 2021).

O desafio relacionado à gestão das florestas, e como exemplo da Floresta Amazônica, é típico de um problema global devido às implicações no clima global, biodiversidade e ecossistemas. No entanto, as ações necessárias para lidar com esses desafios ocorrem em níveis locais e regionais, envolvendo comunidades indígenas, governos municipais, estaduais e nacionais, bem como empresas e organizações internacionais. Particularmente no caso das florestas, estas são caracterizadas como recursos comuns (CPR), o que implica em um grau de complexidade ainda maior para a aplicação de políticas. Do conceito fundamental da governança dos recursos comuns, surge um sistema alternativo de governança proposto por E. Ostrom, que enfatiza a ideia de *policentricidade*, que abraça a ação coordenada em múltiplos níveis e instâncias de governança como um instrumento analítico para gerar mudanças em escala global.

O conceito de policentrismo se configura como a administração de atividades sociais por meio de múltiplas unidades interconectadas. Essas unidades, inicialmente estabelecidas como centros individuais, orquestram suas ações e relações de maneira a alcançar objetivos compartilhados. A escolha de incorporar unidades de governança em escalas pequenas e médias, juntamente com suas redes de informação e mecanismos de monitoramento intensivo das ações coletivas, mostrou-se mais eficaz na gestão dessas ações e suas variáveis. Consequentemente, essa abordagem também é mais bem-sucedida no tratamento de problemas globais, como a mudança climática (Ostrom, 2010).

A abordagem policêntrica implica na descentralização das autoridades de governança em diversos níveis em contraposição à concentração em uma única entidade centralizada. Nesse arranjo, cada entidade opera dentro de jurisdições interligadas, detendo considerável autonomia, e promulga normas e regulamentos dentro de um âmbito específico, que pode abranger desde a esfera familiar, passando por empresas, governos locais, redes de governança local, e até mesmo em âmbitos estaduais, provinciais, regionais, nacionais e internacionais.

O propósito da abordagem policêntrica, além de buscar o pluralismo, está em trilhar um caminho que equilibre os potenciais custos associados à inclusão de múltiplos e frequentemente interligados domínios de governança, com as vantagens inerentes de experimentação, aprendizado, construção de confiança e consideração de um contexto sensível.

O ponto de vista policêntrico está na convergência das ações entre diferentes unidades de poder, especialmente no âmbito das comunidades locais (o que engloba sua autonomia para estabelecer regras e sua capacidade de monitorar e se comunicar diretamente com os cidadãos). Tal convergência é um fator determinante para avaliar o êxito ou fracasso na governança de interesses públicos. Isso se deve ao fato de que essas instituições, guiadas por um conjunto completo de regras, têm o potencial de maximizar a orientação do comportamento social em prol da realização de tarefas colaborativas e da resolução adequada de potenciais conflitos.

A perspectiva policêntrica encoraja esforços experimentais em diversas escalas de interesse, oferecendo análises comparativas das descobertas em contextos específicos. Isso, por sua vez, auxilia na estimativa dos custos e benefícios das estratégias e reforça a confiança mútua no cumprimento de ações colaborativas (Ostrom, 2010). Ela nos fornece um amplo quadro para experimentação, escolha e aprendizado dentro das estruturas sociais. Isso impulsiona a inovação, adaptação, confiabilidade e cooperação entre os atores envolvidos, buscando resultados mais vantajosos, justos e sustentáveis em diversas escalas de interesse.

Quando se olha o caso do Brasil e do Pará, os dados analisados na seção anterior mostram que entre os anos de 2004 e 2012 houve uma redução das emissões brasileiras nos setores de Mudanças do Uso da Terra e Agropecuária da ordem de 69,78%. No Pará, a aplicação das medidas do PPCDAm resultou em uma redução das emissões de GEE em 64% nesse período em relação aos níveis de 2005 (EPE, 2020; MME, 2020).

A respeito da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), esta estabeleceu o Zoneamento Ambiental com o intuito de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental, bem como promover o desenvolvimento socioeconômico, a segurança nacional e a proteção da vida humana. Daí, surge o conceito de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), buscando utilizar o ordenamento territorial e políticas públicas para um melhor aproveitamento dos espaços (Governo do Pará, 2020). Nesse sentido, uma das primeiras iniciativas do estado do Pará foi implementar políticas e programas voltados à mitigação de problemas de ordenamento territorial, nesse caso o ZEE.

O ZEE do estado do Pará dividiu a área territorial em quatro zonas: Terras Indígenas (no mínimo 28% do estado), Unidades de Conservação de Uso Sustentável, existentes e a serem criadas (pelo menos 27% do estado), Unidades de Conservação de Proteção Integral, existentes e propostas (no mínimo 10% do estado) e uma zona para consolidação de atividades produtivas de até 35% do território estadual, que, em síntese, definiu que: 65% da área do estado são destinados à conservação e uso florestal, enquanto 35% são destinados à consolidação de atividades produtivas, principalmente a agropecuária. Dos 14 polígonos florestais identificados, 10, ou seja, 77% da área total, estão situados na zona destinada às Unidades de Conservação de Uso Sustentável, enquanto os outros quatro estão totalmente localizados em zonas destinadas à consolidação do desenvolvimento de atividades produtivas, somando 23% da área (Imazon, 2020).

No âmbito estadual, o Programa Estadual Amazônia Agora (PEAA) tinha o objetivo de diminuir as desigualdades regionais no estado do Pará por meio da aplicação de políticas nas 12 RIs em uma regionalização implementada em 2008. O PEAA identificou a necessidade de ações prioritárias em três delas: Araguaia, Tapajós e Xingú, devido ao grande impacto do desmatamento. Essas três RIs somam uma extensão territorial de 578.047 km² e são responsáveis por cerca de 70% do desmatamento, 48% dos casos de conflitos fundiários e 68% dos casos de trabalho análogo ao escravo no estado do Pará. Portanto, priorizá-las é uma medida importante para combater esses problemas e promover a sustentabilidade nessas áreas (Governo do Estado do Pará, 2020).

Na escala municipal, o Programa Municípios Verdes (PMV), criado em 2011 pelo Decreto Lei nº54/2011, tinha como objetivo principal combater o desmatamento e fortalecer a produção rural sustentável, tendo como inspiração o município de Paragominas, primeiro município a sair da lista dos maiores desmatadores da Amazônia já em 2010, reduzindo suas taxas de desmatamento e degradação ambiental em quase 90% (MMA, 2010). No entanto, é importante destacar que o efeito do programa foi relativamente pequeno, representando uma diminuição de apenas 2% na proporção de área desmatada por município (Alvin, 2023).

A característica principal na constituição do PMV era seu alinhamento com o PPCDAm e com o Plano de Prevenção, Controle e Alternativas ao Desmatamento do Estado do Pará (PPCAD), que por sua vez norteiam praticamente todo o arcabouço institucional para os municípios no combate ao desmatamento (Neves, 2013).

Nesse sentido, a primeira versão do PPCDAm funcionou como o programa operativo de combate ao desmatamento do governo federal em parceria com os estados e está organizado em três eixos: ordenamento territorial e fundiário, monitoramento e controle ambiental e fomento a atividades produtivas sustentáveis. Por atuar no plano tático e operacional, tem estreita proximidade com as ações previstas no PMV, tanto assim que os eixos de ação previstos no PPCDAm e no PMV são praticamente os mesmos, com a diferença de que o programa estadual contém um eixo específico para a Gestão Ambiental Compartilhada, já que prioriza a descentralização da gestão para os municípios (Pará, 2020).

Para os municípios paraenses, não há dúvida de que o desafio de enfrentar o desmatamento passa por ações que envolvam outros atores sociais e um maior repasse de recursos financeiros. Desse modo, os municípios poderiam atuar em ações concretas contra o desmatamento e as emissões de GEE no estado. De acordo com Neves (2023), o PMV resultou em uma redução significativa na proporção de área desmatada nos municípios participantes em comparação com os não participantes. Contudo, é essencial ressaltar que o impacto do programa foi relativamente modesto, registrando uma diminuição de apenas 2% na proporção de área desmatada por município. Esses resultados indicam que o programa exerce um impacto positivo, porém limitado, na redução do desmatamento no estado do Pará.

Costa e Fleury (2015) destacam que no PMV a relação entre política ambiental e territorial é estabelecida por meio do Cadastro Ambiental Rural (CAR) como instrumento de articulação entre as três esferas de governança (Federal, Estadual e Municipal) na implantação das políticas de comando e controle em relação ao desmatamento. A transformação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) em uma das principais exigências para a regularização da propriedade, dispensando a apresentação da cadeia dominial como prova de aquisição lícita da terra, pode ser vista como uma decisão controversa e que pode trazer graves consequências para a segurança jurídica e ambiental (Fearnside, 2023)

Ao dispensar a apresentação da cadeia dominial como comprovação da origem legal da propriedade, o poder público pode assumir um papel de avalista das terras griladas, ou seja, de propriedades que foram adquiridas de forma ilegal. Isso pode colocar em risco os direitos dos povos tradicionais e indígenas, além de incentivar o desmatamento e outras atividades ilegais (Gomes Junior, 2015; Michelloti, 2020; Malheiro, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dinâmica econômica do estado do Pará ainda está inserida no processo de expansão de um modelo econômico iniciado anos 1970, que está diretamente ligado à exploração da floresta e ao uso do solo. Atividades como a mineração e a pecuária de baixa produtividade continuam sendo a opção que considera a abundância de recursos naturais, nesse caso, minérios e terra disponível, descartando outras possibilidades de recursos, como biodiversidade, potencial turístico e de sequestro de carbono, por exemplo.

A análise das emissões de GEE nos municípios paraenses revela que as forças que promovem o desmatamento, historicamente, concentram-se em municípios específicos das RIs Araguaia, Tapajós e Xingú, que mantêm suas atividades econômicas atreladas a altos níveis de emissões, exploração da floresta de forma indiscriminada e ao uso do solo. Essas 3 regiões são responsáveis por 63,7% de todas as emissões do estado nos setores de Mudanças do Uso da Terra e no setor da Agropecuária.

Dos 10 municípios que mais emitem no Brasil, quatro deles estão na RI Xingú. Destaca-se Altamira, que em 2021 foi o município que mais emitiu GEE, seguido por Pacajá, Placas e Anapú. São Felix do Xingú como o segundo maior emissor, na RI Araguaia, apresenta níveis de emissões de GEE maior do que muitos países da Europa. Só Altamira e São Felix do Xingú foram responsáveis por 14% de todas as emissões do estado do Pará em 2021.

De acordo com o conceito de policentricidade na análise das políticas ambientais da Amazônia e do estado do Pará, é possível perceber que as RIs paraenses e seus municípios apresentam alguns fatores que contemplam a gestão ambiental. No entanto, carecem de articulação com os demais atores sociais e níveis de governança e integram programas que mantem o *status quo* da política ambiental centralizada que necessita de ações por parte do governo federal para obter resultados. Nas ações contra o desmatamento, existe a barreira do ordenamento territorial, já que 65% do território paraense é de responsabilidade do governo federal, o que se impõe como barreira a ações de outras instâncias de governo.

Destaca-se que as ações de combate ao desmatamento desempenharam um papel crucial no comportamento das emissões provenientes das mudanças de uso da terra no período de 2006 a 2014. Tais medidas fizeram com que as emissões paraenses diminuíssem aproximadamente 64% em relação ao ano de 2005, exercendo uma influência significativa nas emissões nacionais. Diante dessa conjuntura, fica

evidente a relevância das políticas públicas implementadas, com destaque para o PPCDAm, visando conter efetivamente a degradação das áreas florestais na região amazônica. Essa abordagem tem o potencial de resultar na diminuição das emissões associadas a esse processo, com repercussões positivas em termos de redução das emissões de GEE nos municípios paraenses. No entanto, como foi visto ao longo do artigo e atestado pelos dados, caso tais políticas sejam abandonadas – ou mesmo diante de um relaxamento do comprometimento do Estado com o *enforcement* ambiental –, os níveis de emissão retornam devido à não aplicação de mecanismo de gestão das florestas.

A falta de coordenação entre as várias esferas de governo no que diz respeito à constituição de políticas públicas ambientais para a Amazônia evidencia a complexidade que envolve a gestão do território amazônico, inserido em um contexto de pressão de grupos econômicos e do capital internacional, que despreza o papel crucial da Amazônia no equilíbrio do clima do planeta.

REFERÊNCIAS

BECKER, B. K.; STENNER, C. **Um Futuro para a Amazônia**. v. 1. Rio de Janeiro: Oficina de Textos, 2008. 150 p.

CARVALHO, A. C. **Expansão da fronteira agropecuária e a dinâmica do desmatamento florestal na Amazônia paraense**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – Universidade de Campinas, Campinas, SP, 2012.

COSTA, J. M.; FLEURY, M. F. O Programa “Municípios Verdes”: estratégias de revalorização do espaço em municípios paraenses. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 61-76, 2015.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional 2020**: Ano base 2019. Rio de Janeiro: EPE, 2020.

EVANS, S. Analysis: **Which countries are historically responsible for climate change?** Carbon Brief, 2021. Disponível em: <<https://www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change/>>. Acesso em: 05 fev. 2023.

FEARNSIDE, P. M.; BARBOSA, R. I. Avoided deforestation in Amazonia as a global warming mitigation measure: The case of Mato Grosso. **World Resource Review**, v. 15, n. 3, p. 352-361, 2003.

GOMES JUNIOR, E. Aspectos da agricultura subdesenvolvida como crítica à tese da última fronteira: estudo sobre o Matopiba. **Revista Política e Planejamento Regional**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, julho/dezembro 2015, p. 351-371.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9662-censo-demografico-2020>.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>.

IMAZON - INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZONIA. <https://amazon.org.br/>.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2021: Sixth Assessment Report**. Genebra: IPCC, 2020.

MALHEIRO, B.; PORTO-GONÇALVES, C. W.; MICHELOTTI, F. **Horizontes amazônicos: para repensar o Brasil e o mundo**. 1. ed. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo; Expressão Popular, 2021

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade** - caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

MICHELOTTI, F.; MALHEIRO, B. Questão agrária e acumulação por espoliação na Amazônia. **Revista da ANPEGE**, v. 16, n. 29, p. 641-680, 2020. <https://doi.org/10.5418/ra2020.v16i29.12495>.

MOURA, A. M. M. de (Org.). **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas**. Brasília: Ipea, 2016.

NUNES, F. S. M.; SOARES-FILHO, B. S.; OLIVEIRA, A. R. *et al.* Lessons from the historical dynamics of environmental law enforcement in the Brazilian Amazon. **Scientific Reports** **14**, 1828, 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52180-7>.

OC-OBSERVATÓRIO DO CLIMA - **Sistema de emissões e remoções de gases do efeito estufa** - SEEG. Municípios - Catálogo 87 Soluções Para Redução dos Gases de Efeito Estufa nos Municípios Brasileiros. Agosto 2021 <https://plataforma.seeg.eco.br/solutions/#>.

OSTROM, E. **Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action**. Cambridge University Press, 1990. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807763>.

_____. Beyond Markets and States: Polycentric Governance of Complex Economic Systems. **American Economic Review**, v. 100, n. 3, p. 641-672, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1257/aer.100.3.641>.

SANTOS, D.; LIMA, M.; WILM, M.; SEIFER, P.; VERÍSSIMO, B. **Índice de Progresso Social na Amazônia Brasileira – IPS Amazônia 2023**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), 2023.

SANTOS, I. A. **Economia ecológica e políticas públicas: um olhar sobre o Cerrado brasileiro**. 2018. 98 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018. DOI <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.523>

SOUZA, J. S. A. de. **O programa de zoneamento-ecológico-econômico para a Amazônia legal e a sustentabilidade: aspirações e realidades**. 2008. 409 f., il. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

TANURE, T.; CAMPOS, R. F. A.; REIS, J. C. dos; et al. Farmers' perceptions of climate change affect their adoption of sustainable agricultural technologies in the Brazilian Amazon and Atlantic Forest biomes. **Climatic Change**, v. 177, p. 8, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10584-023-03657-3>. Acesso em: 17.01.2023.