

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ADAPTAÇÃO DA PRODUÇÃO LEITEIRA

CLIMATE CHANGE AND ADAPTATION IN DAIRY PRODUCTION

Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas • 31/07/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/785276353](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/785276353)

Daniela Arruda de Vargas¹

Thiago Machado Budó²

Elaine Marisa Andriolli³

Gabriel Nunes De Oliveira⁴

Ione Maria Pereira Haygert Velho⁵

Nelson Guilherme Machado Pinto⁶

Joaquim Luiz Tontini⁷

Ellen Silveira dos Santos⁸

Gabrieli de Souza Lima⁹

RESUMO

O objetivo é analisar as estratégias de adaptação implementadas por quatro dos maiores produtores mundiais de leite: Brasil, Índia e Estados Unidos, utilizando abordagem qualitativa e comparativa para identificar políticas e ações relevantes. Os resultados mostram que o Brasil, marcado por propriedades de menor escala, apresenta avanços em políticas indiretas ligadas à assistência técnica, crédito e qualidade, mas carece de diretrizes climáticas específicas. A Índia destaca-se pela integração entre produtividade e sustentabilidade, com foco em genética, biodigestores e uso de resíduos. Os Estados Unidos adotam um modelo consolidado, apoiado em inovação tecnológica e metas de mitigação. Já a China combina modernização tecnológica, incentivos ambientais e reciclagem de resíduos, com vínculos diretos e indiretos à agenda climática. Conclui-se que experiências internacionais oferecem subsídios para fortalecer a resiliência climática da cadeia leiteira brasileira.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Produção Leiteira; Sustentabilidade; Políticas Públicas; Estratégias.

ABSTRACT

The objective is to analyze the adaptation strategies implemented by four of the world's largest milk producers: Brazil, India and the United States, using a qualitative and comparative approach to identify relevant policies and actions. The results show that Brazil, marked by smaller-scale properties, presents advances in indirect policies linked to technical assistance, credit and quality, but lacks specific climate guidelines. India stands out for its integration between productivity and sustainability, with a focus on genetics, biodigesters and the use of waste. The United States adopts a consolidated model, supported by technological innovation and mitigation targets. China combines technological modernization,

environmental incentives and waste recycling, with direct and indirect links to the climate agenda. It is concluded that international experiences offer subsidies to strengthen the climate resilience of the Brazilian dairy chain.

Keywords: Climate Change; Dairy Production; Sustainability; Public Policies; Strategies.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas referem-se a alterações no clima que podem ser atribuídas, direta ou indiretamente, às atividades humanas que modificam a composição da atmosfera global, somando-se à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis. Essas mudanças podem resultar de dinâmicas internas do sistema climático, das interações entre seus componentes, de influências externas de origem natural (Blank, 2015). Nesse sentido elas representam uma das maiores ameaças ambientais, econômicas e sociais do século XXI, com efeitos cada vez mais visíveis em todo o planeta. A intensificação de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, enchentes, ondas de calor e instabilidade das estações, compromete significativamente os sistemas agropecuários, especialmente aqueles mais sensíveis à variabilidade ambiental (Menezes *et al.*, 2023). No Brasil, esse cenário tem sido particularmente desafiador para o setor leiteiro, cuja produção depende fortemente da estabilidade climática para garantir o bem-estar dos animais e a disponibilidade de água e pastagens.

Congruente a isso, estudos indicam que variações extremas de temperatura, estiagens prolongadas e eventos climáticos intensos têm impacto direto sobre o desempenho reprodutivo e produtivo

dos rebanhos, além de comprometer práticas tradicionais ligadas à produção artesanal de leite e derivados. A necessidade de estratégias de adaptação torna-se urgente para preservar a viabilidade econômica e cultural dessas atividades no país (Machado *et al.*, 2024). Adicionalmente, estudos realizados em mesorregiões produtoras de leite em Pernambuco demonstram que o aumento do estresse térmico, tem causado redução significativa no consumo alimentar e na produção de leite, especialmente entre vacas de alta produtividade. O impacto é ainda mais acentuado em regiões que já enfrentam calor extremo, como o sertão e o litoral do estado, evidenciando a urgência de ações voltadas à adaptação do sistema produtivo às novas condições climáticas (Silva, 2009).

Nesse contexto, os impactos já observados em eventos recentes, como as enchentes de maio de 2024 no Rio Grande do Sul, evidenciam a profunda vulnerabilidade da produção leiteira e do turismo gastronômico frente às alterações climáticas, afetando desde a produtividade animal até a comercialização de produtos tradicionais como o queijo colonial. A perda de rebanhos, destruição de pastagens, queda na qualidade do leite e cancelamento de eventos culturais reforçam a urgência de políticas públicas voltadas à adaptação, recuperação de infraestrutura e valorização das práticas produtivas e identitárias regionais (Machado *et al.*, 2024).

Diante do exposto, torna-se essencial compreender quais medidas estão sendo adotadas pela legislação brasileira para mitigar os impactos das mudanças climáticas sobre a produção leiteira. Para ampliar essa análise, foi realizada uma comparação com os cinco maiores países produtores de leite do mundo, com o presente estudo tem como objetivo analisar as estratégias de adaptação implementadas por quatro dos maiores produtores mundiais de

leite: Brasil, Índia e Estados Unidos. Essa abordagem permite avaliar o grau de alinhamento do Brasil com as políticas globais de adaptação e mitigação, bem como apontar possíveis caminhos para o fortalecimento da resiliência da pecuária leiteira nacional.

Além disso, os resultados deste estudo podem oferecer implicações práticas relevantes para gestores públicos, produtores rurais e formuladores de políticas, ao fornecer subsídios para decisões mais embasadas sobre investimentos em estratégias de adaptação e inovação tecnológica no setor leiteiro. Tais decisões são fundamentais para promover a resiliência da cadeia produtiva diante das mudanças climáticas, contribuindo não apenas para a sustentabilidade ambiental, mas também para o fortalecimento da economia e a geração de empregos no campo. Para atingir esse objetivo, o trabalho foi estruturado em quatro seções: referencial teórico, metodologia, análise comparativa das estratégias adotadas pelos principais países produtores de leite, e considerações finais, com destaque para as contribuições do estudo, suas implicações e sugestões para pesquisas futuras.

2. METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório e comparativo, com o objetivo de analisar as estratégias de adaptação implementadas pelos quatro maiores produtores mundiais de leite: Brasil, Índia e Estados Unidos. Além disso, busca-se avaliar o grau de alinhamento do Brasil em relação a essas políticas e indicar possíveis caminhos para o fortalecimento da resiliência climática do setor.

A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa documental, com recorte temporal entre os meses de abril e junho de 2025. Foram analisadas fontes secundárias, como relatórios técnicos, publicações institucionais, artigos científicos e documentos de organizações internacionais, especialmente da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO).

Os países selecionados para análise comparativa foram os maiores produtores de leite do mundo segundo dados da FAO: Índia, Estados Unidos e China. A escolha desses países permitiu a identificação de diferentes estratégias de adaptação e mitigação climática em contextos produtivos, econômicos e ambientais distintos, favorecendo uma análise mais abrangente e representativa.

Conforme orientam Marconi e Lakatos (2022), a pesquisa qualitativa requer a definição clara dos objetivos, a seleção criteriosa das informações relevantes, a delimitação do campo de investigação e, quando necessário, a formulação de hipóteses explicativas para os fenômenos observados.

A análise dos dados foi conduzida com base na técnica de análise de conteúdo, seguindo os procedimentos metodológicos propostos por Bardin (2011). Essa abordagem permitiu a categorização das informações, facilitando a identificação de padrões, práticas recorrentes e possíveis lacunas no enfrentamento dos desafios climáticos na pecuária leiteira, tanto em nível internacional quanto no contexto brasileiro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Contexto das Mudanças Climáticas na Cadeia Produtiva do Leite

A cadeia produtiva do leite é considerada uma das mais complexas e importantes dentro do agronegócio brasileiro, tanto pela sua estrutura diversificada quanto pela sua capilaridade territorial. Ela envolve diversas etapas, desde a produção primária nas propriedades rurais até o processamento industrial e a distribuição dos derivados lácteos.

Segundo Pedra, Pigatto e Santini (2008), o Brasil se destaca como um dos maiores produtores mundiais de leite, tendo evoluído de importador para exportador de produtos lácteos a partir de 2004. Essa transformação foi impulsionada por melhorias tecnológicas e pela maior articulação entre os elos da cadeia, especialmente no setor de processamento.

A competitividade da cadeia produtiva está diretamente ligada à adoção de tecnologias, à gestão eficiente nas propriedades e ao fortalecimento das cooperativas. Contudo, a estrutura de mercado em determinadas regiões ainda apresenta fragilidades. No Rio Grande do Sul, por exemplo, observou-se uma mudança de monopsonismo para maior concorrência entre processadoras, o que alterou os padrões de governança e aumentou os custos de transação entre produtores e laticínios (Breitenbach, 2008).

No contexto da agricultura familiar, a atividade leiteira enfrenta diversos desafios. No Pará, por exemplo, a cadeia é marcada por incertezas logísticas, pouca confiança nos laticínios e baixo investimento dos produtores, o que compromete a sustentabilidade da atividade (Carvalho, Tourrand; Pocard-Chapuis, 2012).

Apesar das dificuldades, estudos recentes apontam uma certa resiliência da pecuária leiteira. Durante a pandemia de COVID-19, o

setor conseguiu manter níveis estáveis de produção e valor econômico, demonstrando sua capacidade de adaptação mesmo diante de crises externas (Pizzio *et al.*, 2023). A reestruturação produtiva do agronegócio tem causado impactos significativos na sustentabilidade dos pequenos módulos rurais, especialmente na cadeia produtiva do leite. A imposição de normativas sanitárias e técnicas, muitas vezes inatingíveis para os pequenos produtores, os torna vulneráveis à perda de autonomia e à exclusão do mercado formal. Nesse contexto, o cooperativismo rural surge como alternativa viável de resistência, organização e fortalecimento social e econômico, conforme demonstrado em estudo sobre a cadeia leiteira de São Francisco do Brejão, onde foram identificados elementos de cooperação e potencial para o resgate de práticas organizacionais coletivas capazes de enfrentar o avanço da concentração do setor (Sousa; Leher, 2021).

3.2. Políticas Públicas para o Leite nos Principais Países Produtores: Brasil, Índia e Estados Unidos e China

A cadeia produtiva do leite e derivados representa um setor de expressiva importância econômica e social para o Brasil. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores de leite do mundo, com mais de 34 bilhões de litros anuais, produção presente em 98% dos municípios brasileiros e predominância de pequenas e médias propriedades. Estima-se que o setor empregue cerca de 4 milhões de pessoas. O país conta com mais de 1 milhão de propriedades produtoras e, conforme as projeções da Secretaria de Política Agrícola, para 2030, permanecerão no setor os produtores mais eficientes, adaptados à adoção de tecnologias, melhorias na gestão e ganhos de eficiência técnica e econômica (BRASIL, 2025).

A Índia é atualmente o maior produtor mundial de leite, respondendo por aproximadamente 22% da produção global, seguida pelos Estados Unidos, segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2024).

O debate sobre a intersecção entre políticas agropecuárias e mudanças climáticas tem se intensificado nos últimos anos, especialmente com a ampliação dos compromissos internacionais assumidos no âmbito do Acordo de Paris. Os setores da agricultura e da pecuária historicamente associados à emissão de gases de efeito estufa (GEE), têm buscado formas de mitigar seus impactos ambientais sem comprometer a segurança alimentar e o desenvolvimento rural (IPCC, 2022).

Nesse contexto, os governos de Brasil, China, Índia e Estados Unidos vêm adotando diferentes políticas públicas voltadas à produção leiteira, muitas das quais apresentam algum grau de relação com a agenda climática. Essas relações podem se manifestar de forma direta, quando há metas explícitas de mitigação ou adaptação, ou indireta por meio da promoção de práticas que, embora não tenham o clima como foco central, contribuem para a sustentabilidade do sistema produtivo (MAPA, 2023; USDA, 2023; NDDDB, 2022).

O Brasil, por exemplo, vem incorporando gradualmente aspectos climáticos em seus programas voltados à agricultura familiar, à qualidade do leite e à recuperação de pastagens. A Índia, por sua vez, tem ampliado o foco em tecnologias de baixo custo e na valorização de sistemas produtivos adaptados às condições locais. Já os Estados Unidos têm investido fortemente em inovação tecnológica, eficiência energética e créditos de carbono, dentro de uma lógica de mercado e regulação ambiental mais robusta.

A diversidade de instrumentos adotados reflete não apenas as prioridades internas de cada país, mas também as formas pelas quais as políticas públicas vêm respondendo aos desafios globais do clima e da sustentabilidade. Enquanto alguns programas têm como objetivo central a redução das emissões de GEE ou a adaptação dos sistemas produtivos aos eventos extremos, outros atuam de maneira indireta ao promover melhorias na gestão, na infraestrutura ou na assistência técnica ao produtor (OECD, 2023).

Nesse sentido, torna-se pertinente sistematizar e comparar as principais políticas públicas voltadas ao setor leiteiro implementadas no Brasil, na Índia e nos Estados Unidos, de forma a compreender suas características centrais, seus objetivos e o grau de conexão com a agenda climática. Essa análise permite identificar sinergias, lacunas e boas práticas que podem ser adaptadas e replicadas em diferentes contextos nacionais.

A seguir, são apresentadas quatro tabelas que sintetizam o conjunto de políticas públicas adotadas pelos países em relação ao setor leiteiro. As tabelas foram organizadas com base em informações oficiais e fontes secundárias, e incluem dados como o ano de criação dos programas, os órgãos responsáveis, os objetivos principais e a natureza da relação com as mudanças climáticas (direta ou indireta).

A distinção entre políticas com relação direta e indireta às mudanças climáticas permite compreender melhor os graus de comprometimento institucional com a sustentabilidade climática. Com base nessa categorização, será possível, nos próximos tópicos, aprofundar a análise sobre o papel dessas políticas na promoção de práticas sustentáveis, na mitigação das emissões de GEE e na adaptação do setor leiteiro aos novos padrões climáticos.

Tabela 1. Políticas públicas para o setor leiteiro no Brasil e sua relação com as mudanças climáticas

Política Pública	Ano de Criação	Órgão Responsável	Objetivo Principal	Relação com Mudanças Climáticas
Programa Nacional de Apoio à Pecuária Leiteira	2023	MAPA	Garantir remuneração justa, apoiar custos e estabilizar preços regionais do leite	Indiretamente relacionada, ao incentivar gestão eficiente e sustentável
Programa Mais Leite Saudável (PMLS)	2015	MAPA	Conceder incentivos fiscais a laticínios que capacitam produtores e melhoram a produção	Possível contribuição via capacitação técnica e boas práticas
Decreto nº 11.732/2023	2023	MAPA e Receita Federal	Regulamenta incentivos fiscais ao leite e combate importações prejudiciais	Conexão indireta por proteger mercado nacional e estimular produção local
Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) – Leite	2022	MAPA / MDS	Comprar leite da agricultura familiar para programas sociais	Apoia sistemas produtivos locais mais resilientes
Programa Nacional de	2017	MAPA	Garantir padrões de	Indiretamente

Qualidade do Leite (PNQL)			qualidade e segurança do leite	relacionada, ao qualificar sistemas produtivos sustentáveis
Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)	2009	MMA, MAPA	Estabelecer metas de redução de emissões de GEE em vários setores, incluindo agropecuária	Política central para mitigação/adaptação no agro
Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono)	2010	MAPA	Incentivar tecnologias sustentáveis como iLPF, recuperação de pastagens, manejo de dejetos	Direta: redução de GEE na agropecuária e adaptação climática
Plano ABC+	2020	MAPA	Reforça o ABC até 2030 com novos eixos de sustentabilidade	Direta: incorpora medidas adaptativas e mitigadoras para sistemas leiteiros
Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA)	2016	MMA, MAPA	Apoiar setores vulneráveis (como a agropecuária) na adaptação climática	Direta: define diretrizes e medidas para enfrentar impactos das mudanças
Coletânea de Fatores de Emissão da	2024 (atualizado)	MAPA	Fornecer base técnica para inventário de emissões e apoio à	Direta: ferramenta de apoio à mitigação e

Agropecuária (MAPA)			gestão de carbono no campo	monitoramento
---------------------	--	--	----------------------------	---------------

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do MAPA (2023), MMA (2023) e legislações correlatas (Decretos nº 8.533/2015 e nº 11.732/2023, Lei nº 12.187/2009).

A análise das políticas públicas brasileiras voltadas ao setor leiteiro, conforme apresentado na Tabela 1, evidencia um conjunto de iniciativas que, embora nem sempre tenham como foco principal as mudanças climáticas, contribuem de maneira direta ou indireta para o enfrentamento desse desafio no contexto da pecuária leiteira. Entre os programas com impacto mais direto, destacam-se o Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono), criado em 2010, e sua versão atualizada, o Plano ABC+, lançado em 2020. Ambos incentivam o uso de tecnologias sustentáveis, como a integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), a recuperação de pastagens degradadas e o manejo adequado de dejetos, promovendo a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e a adaptação dos sistemas produtivos aos impactos climáticos.

Outro marco relevante é o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), instituído em 2016, que estabelece diretrizes específicas para setores vulneráveis, como a agropecuária, e oferece subsídios para a construção de estratégias adaptativas. Complementando esse arcabouço, a Coletânea de Fatores de Emissão da Agropecuária, atualizada em 2024 pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), fornece uma base técnica fundamental para a elaboração de inventários de emissões e o desenvolvimento de políticas baseadas em evidências científicas. A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), de 2009, embora

mais abrangente, desempenha papel central ao estabelecer metas de redução de GEE no país, incluindo o setor agropecuário.

Além dessas iniciativas diretamente relacionadas ao enfrentamento das mudanças climáticas, existem políticas que exercem influência indireta, mas ainda assim relevantes. O Programa Nacional de Apoio à Pecuária Leiteira, criado em 2023, tem como foco principal a estabilização de preços e o apoio econômico aos produtores, mas ao incentivar práticas de gestão mais eficientes, pode contribuir para uma produção mais sustentável. De forma semelhante, o Programa Mais Leite Saudável (2015) e o Programa Nacional de Qualidade do Leite (2017) promovem a capacitação técnica e o aprimoramento dos padrões de qualidade, incentivando boas práticas que favorecem a resiliência dos sistemas produtivos.

Nesse sentido, fortalecer a resiliência climática da pecuária leiteira brasileira requer a ampliação de programas voltados à capacitação técnica com foco em mudanças climáticas, a integração de métricas de sustentabilidade em todas as políticas setoriais e o estímulo contínuo à pesquisa e inovação em tecnologias adaptativas. Essas medidas aproximam o país das práticas internacionais mais avançadas e consolidam a pecuária leiteira como parte integrante da transição para uma economia mais verde e sustentável.

Tabela 2. Políticas públicas para o setor leiteiro na Índia e sua relação com mudanças climáticas

Política Pública / Programa	Ano de Início	Órgão Responsável	Objetivo Principal	Relação com Mudanças Climáticas
White Revolution	1970	NDDB / DAH&D	Expandir cooperativas	Indiretamente: fortaleceu

(Operation Flood)			leiteiras; tornar a Índia autossuficiente e líder em produção mundial	cooperativas, criando base institucional para futuras ações climáticas
Animal Husbandry Infrastructure Dev. Fund + PLI Scheme	2021	Ministério da Pecuária, Leite e Pesca	Incentivar infraestrutura em processamento, valor agregado e plantas de ração via fundos (~USD 2 bi) + incentivos PLI (~USD1,5 bi)	Indireta: fortalece infraestrutura, facilita adoção de tecnologias eficientes e práticas sustentáveis
National Programme for Dairy Development (NPDD)	2014	DAH&D / NDDB	Fortalecer infraestrutura de produção, coleta, processamento e comercialização de leite e derivados	Indireta: modernização inclui sistemas de refrigeração, tratamento de resíduos e práticas operacionais mais eficientes
Rashtriya Gokul Mission	2014	DAH&D	Melhorar genética de raças bovinas nativas; conservar variedades locais	Indireta/direta: raças adaptadas ao clima reduzem estresse térmico e emissões por produtividade

Nationwide Artificial Insemination Programme	~2014	DAH&D / NDDDB	Fornecer inseminação artificial gratuita para melhorar genética e produtividade	Indireta/direta: genética melhorada reduz número de animais por litro de leite, cortando emissões per capita
Dairy Processing & Infrastructure Dev. Fund (DIDF)	2017	DAH&D / NDDDB	Modernizar plantas de processamento e resfriamento de leite	Direta: introdução de refrigeração eficiente, incluindo energia solar, reduz perdas e emissões
Flexi biodigestores e manejo de dejetos	desde 2020	NDDDB com apoio de ONGs/governo	Implantação de biodigestores em propriedades e centrais; aproveitamento do biogás e transformação de dejetos em fertilizantes orgânicos	Direta: reduz emissões de metano e promove bioenergia e agricultura regenerativa
Alimentação balanceada e aditivos redutores de metano	desde 2020	NDDDB / DAH&D	Promoção de rações balanceadas, aditivos e alimentação estratégica para reduzir metano	Direta: redução de até ~25–30% nas emissões por litro de leite

National Livestock Mission	2014	DAH&D	Desenvolver produção animal e fornecimento de forragem; inclui subprogramas de alimentação e desenvolvimento tecnológico	Indireta/direta: melhoria de forragem favorece produção eficiente, reduz emissões e estresse térmico
Agroforestry Policy	2014	Ministério da Agricultura / MFPI / MOEF	Integrar árvores com pastagens e lavouras para melhorar sustentabilidade	Direta: sequestra carbono, melhora microclima, protege pastagens contra estresse climático
National Action Plan on Climate Change – NMSA	2008	PM Council on Climate Change / MOEF / MOAF	Inclui o “National Mission for Sustainable Agriculture” com ênfase em agricultura sustentável e adaptação	Direta: subsidiar práticas agrícolas resilientes, adaptados ao clima, integrando pecuária e pastagens

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados de DAH&D, NDDB, FAO e iniciativas de clima-sustentabilidade na Índia.

A análise das políticas públicas indianas voltadas ao setor leiteiro revela um alto grau de integração entre estratégias produtivas e

ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Iniciativas como o Dairy Processing & Infrastructure Development Fund (DIDF) e o Animal Husbandry Infrastructure Development Fund demonstram investimentos significativos em infraestrutura moderna e eficiente, muitas vezes com uso de energia renovável. Ao mesmo tempo, programas como a Rashtriya Gokul Mission e o Programa Nacional de Inseminação Artificial priorizam o melhoramento genético, contribuindo para uma produção mais eficiente e com menor emissão de metano por litro de leite.

Outras ações, como o incentivo ao uso de biodigestores, rações balanceadas com aditivos anti metano, e práticas de agrofloresta, reforçam o compromisso da Índia com uma pecuária leiteira resiliente e sustentável. Esses programas têm impacto direto na redução das emissões de gases de efeito estufa e na adaptação dos sistemas produtivos ao estresse climático.

Comparativamente, o Brasil possui um conjunto de políticas relevantes, como o Plano ABC e o PNA, mas muitas das suas ações ainda impactam o setor leiteiro de forma indireta. A Índia, por outro lado, apresenta maior especificidade técnica e aplicação prática das políticas no campo, com forte apoio institucional e financiamento. Isso sugere que o Brasil pode se beneficiar da experiência indiana ao avançar na implementação de medidas específicas de mitigação e adaptação no setor leiteiro, alinhando melhor suas metas climáticas às necessidades produtivas.

Tabela 3. Políticas públicas para o setor leiteiro nos EUA e relação com mudanças climáticas

Política / Programa	Ano de Início / Vigência	Órgão Responsável	Objetivo Principal	Relação com Mudanças Climáticas
Federal Milk Marketing Orders (FMMO)	1937 – revisões até 2024	USDA/AMS	Garantir preços mínimos regionais por classe, estabilidade de mercado para produtores leiteiros.	Indireta: suporte econômico ao produtor permite adoção de práticas sustentáveis
Dairy Margin Coverage (DMC)	2018	USDA/FSA	Seguro voluntário de margem leite/feed, protegendo renda	Indireta: segurança financeira favorecendo investimento em práticas eficientes
Partnerships for Climate-Smart Commodities	2022– presente	USDA	Financiamentos para projetos piloto de leite “climate-smart” (ex.: DFA com USD 45 mi)	Direta: redução de GEE, sequestro de carbono e valorização de produtos de baixo carbono
Dairy Manure Management Incentive Program	2024–2025	USDA/FSA	Subsídio (até USD1 mi/fazenda) para práticas de manejo de estume e compostagem	Direta: reduz emissões de metano e melhora a produtividade e agrícola

USDA Climate Hubs e COMET-Farm/Planner	2014– presente	USDA Climate Hubs / NRCS	Suporte regional, ferramentas de quantificação de GEE e educação técnica	Direta: promove planejamento de adaptação e mitigação agropecuária
Inflation Reduction Act – NRCS/EQIP, CSP, RCPP	2022– presente	USDA/NRCS	USD 20 bi para programas de conservação, rotação de culturas, gado rotacional	Direta: incentiva práticas agrícolas sustentáveis com redução de GEE
Farm Energy Efficiency Program & Dairy Biogas Capture	2011–2020	USDA / NRCS / DIC	Eficiência energética, auditorias em fazendas leiteiras, biogás	Direta: otimização energética e captura de metano
“Cow of the Future” – genética e nutrição	2013–2020	Dairy Industry Coalition / DIC / USDA	Reduzir metano entérico via alimentação, genética e saúde	Direta: menor emissão por litro de leite devido a manejo genético e alimentação
Demonstration Farms for Net-Zero	2023– presente	USDA, ARS, ERS, NIFA	Fazendas demonstrativas de soluções climáticas (nutrição, manejo, energia)	Direta: mostra viabilidade de produção leiteira “net-zero” em sistemas integrados

California SB1383 & LCFS credits	2016– presente	Estado da Califórnia / CARB / USDA	Reduzir metano em 40% até 2030; gerar créditos via biogás	Direta: incentivos financeiros à captura de metano via biogás e armaz. de dejetos
Dairy Business Innovation Initiatives	2022–2024	USDA/AMS	USD11 mi para resiliência e inovação em negócios leiteiros regionais	Indireta: fortalece adaptação regional ao clima, aumentando valor agregado e sustentabilid ade local.

Fontes: Elaborado pelos autores com base em dados de USDA, AMS, NRCS, NRCS/COMET, Inflation Reduction Act, Dairy Farmers of America, EWG, Vox/Vox, Farm Credit Alliance.

A análise das políticas públicas voltadas ao setor leiteiro nos três principais países produtores, Índia, Brasil e Estados Unidos, mostra distintos níveis de integração entre desenvolvimento produtivo e enfrentamento das mudanças climáticas. Essas diferenças refletem não apenas as prioridades políticas internas, mas também as capacidades institucionais e econômicas de cada país para formular e implementar políticas setoriais mais ou menos alinhadas com a agenda ambiental.

Na Índia, observa-se um esforço crescente para associar o aumento da produtividade leiteira à sustentabilidade ambiental. Políticas como o National Dairy Plan e o Rashtriya Gokul Mission promovem o

melhoramento genético de raças nativas e a eficiência na produção, ao mesmo tempo em que incentivam práticas sustentáveis, como o uso de biodigestores e o aproveitamento de resíduos orgânicos. Essas ações representam uma relação direta com a agenda climática, uma vez que incluem metas e mecanismos explícitos para mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE), especialmente o metano, oriundo da digestão dos ruminantes e da gestão de dejetos.

O Brasil, embora seja um dos maiores produtores de leite do mundo, ainda apresenta um conjunto de políticas públicas com relação indireta ao enfrentamento das mudanças climáticas. A maior parte dos programas governamentais está voltada ao apoio estrutural da cadeia produtiva, como acesso ao crédito, assistência técnica, compras públicas e organização dos produtores. Ainda que essas políticas contribuam para o aumento da resiliência do setor e incentivem, indiretamente, práticas mais eficientes e sustentáveis, não há uma orientação estratégica clara voltada à mitigação de GEE ou à adaptação climática no setor leiteiro. A ausência de uma abordagem integrada entre produção e sustentabilidade ambiental representa um desafio importante para o país.

Já os Estados Unidos demonstram um modelo mais consolidado de políticas públicas orientadas à sustentabilidade climática. Programas como o Dairy Environmental Stewardship Program, o Climate Smart Commodities e as ações coordenadas pelo USDA integram financiamento, pesquisa e assistência técnica voltados à redução de emissões e adaptação dos sistemas produtivos. São políticas de relação direta, com metas claras de mitigação, incentivo à adoção de tecnologias de baixo carbono, gestão de dejetos e uso eficiente de recursos naturais. Esse modelo mostra como a atuação

coordenada entre agências federais e estaduais pode fortalecer a transição para sistemas produtivos mais sustentáveis.

Tabela 4. Políticas públicas para o setor leiteiro na China e relação com mudanças climáticas

Política / Programa	Período	Órgão Responsável	Objetivo Principal	Relação com Mudanças Climáticas
No1Central Document (Documento N.º1)	Anual	Conselho de Estado / MARA	Diretrizes para revitalização rural, incluindo apoio à produção de leite	Indireta: fortalece base agrícola para adoção de práticas sustentáveis
Ações do 14.º Plano Quinquenal (2021–2025)	2021–2025	MARA	Garantir produção de ~41 Mt de leite e promover modernização tecnológica	Indireta: maior eficiência por IoT e infraestrutura, embora sem foco climático explícito
Circular para reviver indústria láctea	Desde 2018	Conselho de Estado / MARA	Aumentar qualidade, eficiência, reciclagem de resíduos e integração da cadeia	Direta: metas de reciclagem de resíduos bovinos e foco em melhorias ambientais
Estabilização da produção	Desde 2024	MARA (com	Estabilizar produção, ampliar	Indireta/Direta: melhora apoio

de carne bovina e leite		outros ministérios)	crédito/seguro, e incentivar consumo de leite escolar	estrutural e eficiência ambiental (emissões e consumo)
Plano Nacional de Desenvolvimento Agrícola Sustentável (2015–2030)	2015–2030	MARA / NDRC	Incentivar agricultura sustentável, conservação, manejo de lixo e água	Direta: aplicação geral de práticas de mitigação e adaptação, incluindo pecuária
Subsídios ao sistema agrícola verde	Desde 2016	MARA / Ministério das Finanças	Incentivos ao uso racional de fertilizantes, proteção ambiental	Direta: promove redução de insumos químicos e poluentes agrícolas
Atualização de padrões de qualidade do leite (“Excellent Milk”)	2024	SAMR (via NHC)	Aprimorar padrões sanitários e qualidade do leite fermentado	Indireta: reforça confiança e qualidade, mas sem medidas climáticas explícitas

Fonte: Elaborado com base em documentos e notícias do Ministério da Agricultura e Assuntos Rurais da RPC (MARA), Conselho de Estado, e Agência Estatal de Regulamentação do Mercado.

Para fins analíticos, as políticas públicas foram classificadas segundo o seu grau de vínculo com a agenda climática. Aquelas que apresentam metas, incentivos ou programas voltados à mitigação das emissões de GEE ou à adaptação ao clima são consideradas de

relação direta. Por outro lado, as políticas que contribuem para o fortalecimento da cadeia produtiva sem abordar explicitamente questões climáticas, mas que favorecem a adoção de boas práticas e aumentam a resiliência do setor, foram classificadas como de relação indireta.

4. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi analisar as estratégias de adaptação implementadas por quatro dos maiores produtores mundiais de leite: Brasil, Índia e Estados Unidos. As mudanças climáticas impõem desafios crescentes à produção leiteira, exigindo respostas eficazes dos países produtores. A Índia e os Estados Unidos possuem políticas mais integradas à agenda climática, enquanto o Brasil ainda apresenta ações fragmentadas e de impacto indireto.

Para fortalecer a resiliência do setor leiteiro brasileiro, é fundamental ampliar políticas específicas, valorizar o conhecimento técnico e incentivar tecnologias sustentáveis, especialmente para pequenos e médios produtores. A adaptação de boas práticas internacionais pode impulsionar a transição para uma produção mais sustentável, alinhando desenvolvimento rural e enfrentamento das mudanças climáticas.

Embora este estudo ofereça uma análise comparativa relevante das estratégias de adaptação climática na cadeia produtiva do leite, algumas limitações devem ser consideradas. Em primeiro lugar, a pesquisa baseou-se principalmente em fontes documentais e dados secundários, o que pode limitar a profundidade da análise em relação a desafios locais específicos enfrentados pelos produtores.

Como sugestões para pesquisas futuras seria interessante avaliar o impacto econômico dessas medidas e o potencial de políticas regionais adaptadas, reforçando a importância de uma abordagem integrada entre governo, setor privado e academia para enfrentar os efeitos das mudanças climáticas no agronegócio leiteiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições, 2011.

BLANK, D. M. P.. O contexto das mudanças climáticas e as suas vítimas. **Mercator (Fortaleza)**, v. 14, n. 2, p. 157-172, 2015.

BRASIL. Agência Brasil. **Governo inclui leite no Programa de Aquisição de Alimentos**. Brasília, 03 jul. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-07/governo-inclui-leite-no-programa-de-aquisicao-de-alimentos>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional sobre Mudança do Clima: Lei nº 12.187/2009**. Diário Oficial da União, Brasília, 29 dez. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Guia para elaboração e execução de projetos do Programa Mais Leite Saudável**. Brasília, 06 out. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-divulga-novo-guia-para-elaboracao-e-execucao-de-projetos-do-programa-mais-leite-saudavel>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mapa do Leite: Políticas Públicas e Privadas para a Cadeia do Leite**.

Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/portal-do-leite/mapa-do-leite>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mapa do Leite**. Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/portal-do-leite/mapa-do-leite/>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Safra do MAPA: crédito para cadeia leiteira (Inovagro e Moderagro)**. Brasília, 29 jun. 2021. Atualizado em 04 nov. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite/temas-estruturantes/programas-e-politicas-publicas/plano-safra>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa Mais Leite Saudável**. Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/maisleitesaudavel/leite-saudavel>.

BRASIL. Ministério da Cidadania. **Programa de Aquisição de Alimentos – aquisição de leite da agricultura familiar**. Brasília, 03 jul. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/assistencia-social/2020/07/programa-de-aquisicao-de-alimentos-vai-levar-leite-a-familias-de-baixa-renda>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA)**. Brasília, 23 dez. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/plano-nacional-de-adaptacao>.

BRASIL. Receita Federal do Brasil. **Programa Mais Leite Saudável – orientações sobre crédito presumido PIS/Cofins**. Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/orientacao-tributaria/beneficios-fiscais/programa-leite-mais-saudavel>.

BREITENBACH, R. **Estruturas de mercado de fatores e governança na cadeia produtiva do leite: um estudo de caso do município de Ajuricaba-RS**. 114 p. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

CARVALHO, S. A. de; TOURRAND, J. F.; POCCARD-CHAPUIS, R. Atividade leiteira: um desafio para a consolidação da agricultura familiar na região da transamazônica, no Pará. **Cadernos de Ciência & tecnologia**, v. 29, n.1, p. 269-290, 2012.

EMBRAPA. **Agricultura de Baixo Carbono: o que é e como funciona o Plano ABC?** Brasília: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/carbono/planoabc>.

FAO. Dairy and dairy products. **FAO Knowledge Repository**. Roma: FAO, 2024. Disponível em: https://www.fao.org/3/cc7761en/online/sofa/07_Dairy_and_dairy_products.html.

FAO. Milk production. **Gateway to dairy production and products**. Roma: FAO, 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/milk-production/>.

FAO. World Food and Agriculture. **Statistical Yearbook 2024**. Roma: FAO, 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/statistics/yearbook>.

FARM & DAIRY. **USDA ends Partnerships for Climate-Smart Commodities.** Farm and Dairy, Salem, OH, 23 abr. 2025. Disponível em: <https://www.farmanddairy.com/news/usda-ends-partnerships>.

GOVERNMENT OF INDIA. DAHD. **Animal Husbandry Infrastructure Development Fund.** NDDDB details. Disponível em: [https://eoi.nddb.coop/Home/Intro?ReturnUrl=.](https://eoi.nddb.coop/Home/Intro?ReturnUrl=/)

GOVERNMENT OF INDIA. DAHD. DAHD & NDDDB. **National Dairy Development Board Projects.** Disponível em: <https://www.nddb.coop/information/establishment-of-breed-multiplication-farms>.

GOVERNMENT OF INDIA. DAHD. **Latest NPDD status and achievements.** Disponível em: <https://dahd.gov.in/sites/default/files/2025-04/RS259.pdf>.

GOVERNMENT OF INDIA. DAHD. **NPDD budget allocations and progress.** Disponível em: <https://dahd.gov.in/sites/default/files/2025-04/LS-1877.pdf>.

GOVERNMENT OF INDIA. DAHD. NPDD. **Operational Guidelines for Implementation.** Brasília: DAHD, jul. 2023. Disponível em: <https://dahd.gov.in/sites/default/files/2023-07/NPDDGuidelines.pdf>.

GOVERNMENT OF INDIA. DAHD. **Revised details of NPDD implementation.** Disponível em: <https://dahd.gov.in/sites/default/files/2024-10/LS1605.pdf>.

GOVERNMENT OF INDIA. DAHD. **Unstarred Question 259** – Rajya Sabha: NPDD launched in Feb 2014. Disponível em: <https://dahd.gov.in/sites/default/files/2024-10/RS-1877.pdf>.

GOVERNMENT OF INDIA. Department of Animal Husbandry & Dairying (DAHD). **National Programme for Dairy Development (NPDD)**. Disponível em: <https://dahd.gov.in/schemes-programmes>.

INDIA. National Dairy Development Board (NDDB). **Annual Report 2021-22**. Anand, Gujarat: NDDB, 2022. Disponível em: <https://www.nddb.coop/>.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.

MACHADO, A. F.; SILVA, F. V.; FIALHO, S.; REIS, J. D. dos; BASTOS, G. G.; CHEVITARESE, L.; REIS, R. D.; SILVA, T. A.; FARIA, A. L. L. de. Impactos climáticos extremos na produção leiteira e turismo gastronômico de queijo no Rio Grande do Sul. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 10, p. e8700, 2024.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. São Paulo: Grupo GEN, 2022.

MENEZES, A. M. F.; FONSECA, M. J. M.; KRAYCHETE, E. S.; KLEMI, A. M. M. Mudanças climáticas e o potencial de energia verde do Grand Inga na República Democrática do Congo. **Bahia Análise & Dados**, v. 33, n. 2, p. 18-45, 2023.

NATIONAL DAIRY DEVELOPMENT BOARD (NDDB). **Assisted Reproduction Technology under RGM**. Disponível em:

<https://www.nddb.coop/services/animalbreeding/animalreproduction/assisted>. Acesso em: 08 jun. 2025.

NATIONAL DAIRY DEVELOPMENT BOARD (NDDB). **Compendium of Dairy Development and AH Schemes** (incl. RGM). Setembro 2014. Disponível em: https://www.nddb.coop/sites/default/files/pdfs/compendium_dairy_development_and_ah_schemes_10_sep_2014_knowledge_portal.pdf.

NATIONAL DAIRY DEVELOPMENT BOARD (NDDB). **Projects under Rashtriya Gokul Mission (RGM)**. Disponível em: <https://www.nddb.coop/services/animalbreeding/project/non-ndp>.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032. Paris: OECD Publishing; Rome: FAO, 2023. Disponível em: <https://www.oecd.org/agriculture/oecd-fao-agricultural-outlook/>.

PEDRA, D. F. B. M.; PIGATTO, G.; SANTINI, G. A. Análise de fatores produtivos e comerciais da cadeia láctea no Brasil. Anais da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008.

PIZZIO, A. *et al.* IMPACTOS DA PANDEMIA DA COVID-19 SOBRE A PECUÁRIA LEITEIRA NO BRASIL. **Informe Gepec**, v. 27, n.1, 2023.

SILVA, T. G. de; MOURA, M. S. de; SÁ, I. I.; ZOLNIER, S.; TURCO, S. H.; JUSTINO, F.; SOUZA, L. S. de. Impactos das mudanças climáticas na produção leiteira do estado de Pernambuco: análise para os cenários B2 e A2 do IPCC. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, p. 489-501, 2009.

SOUSA, J. F. de; LEHER, R. Reestruturações na Cadeia Produtiva Leiteira de São Francisco do Brejão/MA: Desafios Para Organização do Cooperativismo de Pequenos Produtores Rurais. **Pegada**, v. 22, n. 2, 2021.

UNITED STATES. Congress. **Farm Bill Primer: Support for the Dairy Industry**. Washington, DC: Congress.gov, 2025. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov>. Acesso em: 08 jun. 2025.

UNITED STATES. Department of Agriculture (USDA). **USDA Climate-Smart Agriculture and Forestry Strategy: 2023 Progress Report**. Washington, D.C., 2023. Disponível em: <https://www.usda.gov/climate-solutions>. Acesso em: 08 jun. 2025.

UNITED STATES. Department of Agriculture. **Dairy Margin Coverage Program (DMC)**. Washington, DC: USDA, 2022. Disponível em: <https://www.fsa.usda.gov/programs-and-services/dairy-margin-coverage-program/index>.

UNITED STATES. Department of Agriculture. **Partnerships for Climate-Smart Commodities**. Washington, DC: USDA, 2022. Disponível em: <https://www.usda.gov/climate-smart-commodities>.

UNITED STATES. Department of Agriculture. **USDA Highlights Success of Historic Partnerships for Climate-Smart Commodities**. Release de imprensa, 17 out. 2024. Disponível em: <https://www.usda.gov/media/press-releases/2024/10/17>.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

¹ Mestra em Agronegócios pelo Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal de Santa Maria (PPGAGR). Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronegócios. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Graduado em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestrando em Agronegócio pelo Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal de Santa Maria (PPGAGR). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Mestra em Desenvolvimento Rural pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PGDR-UFRGS). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Doutor em Extensão Rural pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Professor pelo Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal de Santa Maria (PPGAGR). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora pelo Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal de Santa Maria (PPGAGR). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁶ Doutor em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Professor pelo Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal de Santa Maria (PPGAGR). Bolsista de Produtividade, Desenvolvimento Tecnológico e Extensão

Inovadora do CNPq - Nível C. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁷ Graduando do Curso Superior de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - *Campus* Palmeira das Missões. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁸ Graduanda do Curso Superior de Administração da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - *Campus* Palmeira das Missões. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁹ Graduanda do Curso Superior de Administração da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - *Campus* Palmeira das Missões. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)