



**QUARTA
COMUNICAÇÃO
NACIONAL
DO BRASIL
À UNFCCC**

SUMÁRIO EXECUTIVO



Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações



SUMÁRIO EXECUTIVO

Brasil 2020

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

PRESIDENTE DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

JAIR MESSIAS BOLSONARO

MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES

MARCOS CESAR PONTES

SECRETÁRIO EXECUTIVO

LEONIDAS DE ARAÚJO MEDEIROS JÚNIOR

SECRETÁRIO DE PESQUISA E FORMAÇÃO CIENTÍFICA

MARCELO MARCOS MORALES

DIRETOR DO DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

SÁVIO TÚLIO OSELIERI RAEDER

COORDENADOR-GERAL DE CIÊNCIA DO CLIMA E SUSTENTABILIDADE

MÁRCIO ROJAS DA CRUZ

ANDRÉA NASCIMENTO DE ARAÚJO – COORDENADORA-GERAL SUBSTITUTA

EQUIPE TÉCNICA DO MCTI

DIRETOR NACIONAL DO PROJETO DA QUARTA COMUNICAÇÃO NACIONAL

MÁRCIO ROJAS DA CRUZ

COORDENADORA NACIONAL DO PROJETO DA QUARTA COMUNICAÇÃO NACIONAL

LIDIANE ROCHA DE OLIVEIRA MELO

COORDENADORA TÉCNICA DO PROJETO DA QUARTA COMUNICAÇÃO NACIONAL

DANIELLY GODIVA SANTANA MOLLETA

SUPERVISORES DO PROJETO DA QUARTA COMUNICAÇÃO NACIONAL

DIOGO VICTOR SANTOS

MAURO MEIRELLES DE OLIVEIRA SANTOS

RÉGIS RATHMANN

ANALISTAS TÉCNICOS DO PROJETO DA QUARTA COMUNICAÇÃO NACIONAL

ALEXANDRE GROSS

GIOVANNA LUNKMOSS DE CHRISTO

MAYRA BRAGA ROCHA

RENATA PATRÍCIA SOARES GRISOLI

ROBERTA ZECCHINI CANTINHO

ANALISTA DE COMUNICAÇÃO DO PROJETO DA QUARTA COMUNICAÇÃO NACIONAL

JUSSARA PECCINI

TRADUTORA DO PROJETO DA QUARTA COMUNICAÇÃO NACIONAL

MARIANE ARANTES ROCHA DE OLIVEIRA

ASSISTENTES DO PROJETO DA QUARTA COMUNICAÇÃO NACIONAL

CELENA REGINA SOEIRO DE MORAES SOUZA

MARIA DO SOCORRO DA SILVA LIMA

SANDRA TELMA MACIEL DE LIMA

EQUIPE TÉCNICA DA COORDENAÇÃO-GERAL DE CIÊNCIA DO CLIMA E SUSTENTABILIDADE

ANDRÉA NASCIMENTO DE ARAÚJO

ANTÔNIO MARCOS MENDONÇA

BRUNO XAVIER DE SOUSA

DANIELLA GONÇALVES MATTAR

MARCELA CRISTINA ROSA ABOIM RAPOSO

RICARDO ROCHA PAVAN DA SILVA

RICARDO VIEIRA ARAÚJO

RODRIGO HENRIQUE MACEDO BRAGA

SONIA REGINA MUDROVITSCH DE BITTENCOURT

SUIÁ KAFURE DA ROCHA

EQUIPE ADMINISTRATIVA DA COORDENAÇÃO-GERAL DE CIÊNCIA DO CLIMA E SUSTENTABILIDADE

KEDILEY MÁRCIO DE SOUSA

PABLINY RODRIGUES SANTOS

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES

ESPLANADA DOS MINISTÉRIOS, BLOCO E

TELEFONE: 55 (61) 2033-7923

PÁGINA ELETRÔNICA: <https://www.gov.br/mcti/pt-br>

CEP: 70.067-900 – Brasília – DF

B823q

Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Secretaria de Pesquisa e Formação Científica.

Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima / Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. – Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021.

620 p.: il.

ISBN: 978-65-87432-18-2

1. Mudanças climáticas – Política governamental – Brasil. 2. Redução de gases do efeito estufa – Política governamental – Brasil. 3. Gases do efeito estufa. I. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. II. UNFCCC. III. Título.

CDU 551.583

PREFÁCIO

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) – cuja visão institucional consiste em “ser protagonista do desenvolvimento sustentável do país por meio da Ciência, Tecnologia e Inovação” – coordena as atividades do Governo Brasileiro com vistas ao cumprimento do seu compromisso de relato periódico à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, no acrônimo em inglês), disponibilizando informações atualizadas sobre diversas iniciativas no âmbito da agenda climática nacional. Para tanto, o MCTI executa um projeto de cooperação técnica internacional que capta recursos internacionais, provenientes do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF, no acrônimo em inglês), e conta com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) para sua implementação.

No cumprimento dessa obrigação de relato à UNFCCC, o país submeteu três edições anteriores do documento da Comunicação Nacional em 2004, 2010 e 2016, além da submissão de três Relatórios de Atualização Bienal em 2014, 2017 e 2019.

A fim de assegurar a submissão de uma nova Comunicação Nacional pelo país, até dezembro de 2020, foram desenvolvidos subsídios técnico-científicos a partir de dados oficiais nacionais, bem como por meio de parcerias e contratações estabelecidas, que contabilizaram o envolvimento direto de mais de 400 especialistas de 217 instituições de renome. Como parte do processo de garantia de qualidade, os principais documentos técnicos desenvolvidos foram objeto de consulta pública a especialistas não envolvidos diretamente nos estudos.

Os cinco capítulos desta quarta edição da Comunicação Nacional da Convenção do Clima foram estruturados de maneira a atender às orientações e diretrizes de elaboração das Comunicações Nacionais dos países em desenvolvimento, definidas por meio da Decisão 17/CP.8. São eles: Cap. 1. Circunstâncias Nacionais; Cap. 2. Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa; Cap. 3. Impacto, Vulnerabilidade e Adaptação à Mudança do Clima; Cap. 4. Medidas para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima; e Cap. 5. Outras Informações Relevantes para Atingir os Objetivos da Convenção no Brasil.

Esta Comunicação Nacional relata os avanços do país na agenda climática desde a Terceira Comunicação Nacional submetida em 2016 à UNFCCC. Desta forma, conclui-se mais um relevante passo na coordenação da participação brasileira nos processos relacionados aos arranjos de transparência sob a UNFCCC e à estrutura fortalecida de transparência para ação e apoio sob o Acordo de Paris.

Marcos Cesar Pontes

Ministro da Ciência, Tecnologia e Inovações do Brasil

SUMÁRIO EXECUTIVO

A Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, acrônimo em inglês) (doravante Convenção do Clima ou, simplesmente, Convenção) apresenta o resultado dos esforços empreendidos no Brasil para o melhor entendimento do desafio climático global, para o avanço da ciência da mudança do clima e para implementar ações de combate à mudança do clima que sejam condizentes com os compromissos assumidos pelo país em conciliação aos interesses e à realidade nacional.

O documento da Quarta Comunicação Nacional (4CN) é composto por cinco capítulos e dois apêndices que retratam: as Circunstâncias Nacionais; o Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa; os estudos de Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação à Mudança do Clima; as Medidas para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima; e Outras Informações relevantes para Atingir os Objetivos da Convenção no Brasil.

Para desenvolvimento desse conteúdo, foram mobilizados diversos atores – a exemplo de representantes de Governo, em âmbito nacional e subnacional, de órgãos científicos, de universidades, de empresas privadas, entre outros –, que totalizaram o engajamento direto de mais de 400 especialistas de 217 instituições do país. O empenho para promover essa ampla articulação teve por objetivo expandir as fronteiras do conhecimento e agregar o melhor da ciência brasileira disponível, sobretudo para subsidiar os estudos necessários para o aprimoramento do Inventário Nacional e dos estudos de impactos e vulnerabilidades.

Capítulo 1. CIRCUNSTÂNCIAS NACIONAIS

O primeiro capítulo descreve a diversidade das características geofísicas, ambientais, climáticas, socioculturais e econômicas do Brasil que agregam oportunidades, bem como desafios para o desenvolvimento sustentável do país que almeja contribuir plenamente com os compromissos e objetivos da Convenção – a partir da devida construção de capacidade, da implementação de tecnologias apropriadas e do acesso ao financiamento para clima.

Caracterização geral

O Brasil é um país em desenvolvimento e ocupa a quinta posição no ranking dos maiores países do planeta, com 212 milhões de habitantes, sendo aproximadamente 84% da população em áreas urbanas e 16% em áreas rurais. Possui uma grande variedade de atributos naturais (solo, relevo, vegetação e fauna), que se integram formando uma composição natural única. Juntos os seis biomas compreendem uma das maiores biodiversidades do planeta.

O crescimento populacional e urbano trouxe o desafio de conciliar desenvolvimento econômico com conservação do meio ambiente e inclusão social. Entretanto, o país apresentou avanços relacionados às

prioridades de desenvolvimento nacional. Notou-se uma evolução gradual nos indicadores de acesso à saúde, saneamento básico, combate à fome, pobreza e desigualdade de renda. O IDH do Brasil subiu 0,005 pontos em 2017 se comparado à 2015, chegando a 0,760, numa escala que varia de 0 a 1 – quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano (Figura I). Porém, ainda há grandes desigualdades regionais e entre grupos sociais, de maneira que em diversas localidades do Brasil são observados déficits com relação a condições de moradia, saúde e transporte – desafios que precisam ser superados de maneira prioritária para assegurar o princípio da dignidade da pessoa humana.

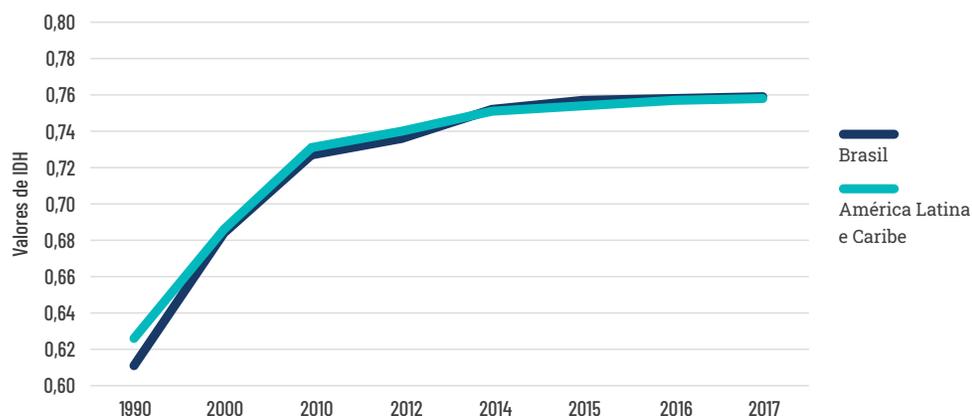


Figura I

Evolução do IDH no Brasil e América Latina e Caribe entre 1990 e 2017.

Fonte: Baseado em UNDP (2018).

Em virtude de suas dimensões continentais, a climatologia do país abrange zonas climáticas variadas, como subtropical, equatorial e, predominantemente, tropical com distintos padrões de temperatura e precipitação no território. Para as regiões de maior suscetibilidade ambiental, ou seja, áreas mais propensas a sofrer as interferências da mudança do clima – representadas por ecossistemas frágeis, ilhas, zonas costeiras e áreas de desertificação – o governo vem promovendo medidas de respostas e iniciativas de conservação e adaptação em busca de minimizar efeitos adversos.

O Brasil caracteriza-se como um país urbano-industrial, com o setor agropecuário em destaque para a economia nacional e mundial. Além disso, possui uma matriz elétrica limpa, e uma matriz energética em transição para predominância baseada em fontes renováveis. Em 2018, quando o país foi classificado como a nona economia do mundo, o PIB brasileiro totalizou R\$ 6,83 trilhões, com aumento de 13,9% em relação a 2015.

O setor agropecuário brasileiro contribuiu com aproximadamente 21% no PIB total nacional em 2018, com exportações que atingiram recorde para o ano. Destaca-se o protagonismo do país com a adoção de práticas sustentáveis em áreas com aptidão agrícola e incentivo à regularização ambiental das propriedades rurais, que contribuem para que o Brasil seja referência mundial em agropecuária sustentável. Outro aspecto relevante é que o setor emprega 20% do total da população ocupada no país, o equivalente a 18,2 milhões de pessoas envolvidas na produção de alimentos, fibra e energia.

As estratégias nacionais de incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico, somadas às políticas públicas direcionadas para uma agropecuária tropical sustentável, permitiram o aumento da produtividade por hectare, acompanhando o crescimento econômico e populacional. A adoção de tecnologias e práticas conservacionistas tem permitido uma constante e diversificada oferta de alimentos. Nos últimos dez anos o Brasil adotou práticas conservacionistas de produção agropecuária, mais resilientes e mitigadoras, em mais de 50 milhões de hectares.

No que tange às circunstâncias energéticas, o Brasil possui as matrizes energética e elétrica mais limpas dentre os grandes consumidores globais. A Oferta Interna de Energia (OIE), em 2019, foi de 294 milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo), montante ligeiramente superior ao ano de 2018, que foi de 288,4 milhões de tep. Em termos da composição da matriz energética, comparando-se os anos de 2018 e 2019, a participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira passou de 45,5%, em 2018, para 46,1%, em 2019 (Tabela I). Atualmente, o Brasil possui 4,3 vezes mais participação de renováveis em sua matriz energética que a média dos países da OCDE, e 3,3 vezes mais que a média do resto do mundo (MME, 2020e).

Com relação à geração de energia elétrica, no período de 2018 a 2019 houve aumentos de 15,5% na oferta eólica e de 2,3% na geração hídrica. Destaque se dá ao aumento significativo da geração solar fotovoltaica, que neste período teve um acréscimo de 92% (Tabela I). Assim, o país permanece com uma matriz elétrica predominantemente baseada em fontes renováveis, com perspectiva de aumento na participação nos próximos anos, tendo em vista a competitividade crescente das fontes eólica e solar. O Brasil apresenta uma participação de 83% de fontes renováveis na matriz elétrica, ou seja, 2,9 vezes mais que a média dos países da OCDE e quase 3,1 vezes mais que a média do resto do mundo (MME, 2020e).

Tabela I
Participação de fontes renováveis e não renováveis nas matrizes energética e elétrica do Brasil.

FONTES NA OFERTA INTERNA		PARTICIPAÇÃO (%)	
		2018	2019
MATRIZ ENERGÉTICA	NÃO RENOVÁVEIS	54,5	53,9
	PETRÓLEO E DERIVADOS	34,4	34,4
	GÁS NATURAL	12,4	12,2
	CARVÃO MINERAL E COQUE	5,7	5,3
	URÂNIO (U ₃ O ₈)	1,4	1,4
	OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS (a)	0,6	0,6
	RENOVÁVEIS	45,5	46,1
	HIDRÁULICA	12,6	12,4
	LENHA E CARVÃO VEGETAL	8,8	8,7
	DERIVADOS DA CANA	17,3	18
	OUTRAS RENOVÁVEIS (b)	6,8	7
MATRIZ ELÉTRICA	NÃO RENOVÁVEIS	17	17
	HIDRÁULICA	61,1	61,1
	BAGAÇO DE CANA	5,6	5,7
	EÓLICA	7,6	8,6
	SOLAR	0,5	1,02
	OUTRAS RENOVÁVEIS	3	2,8
	ÓLEO	1,5	1,1
	GÁS NATURAL	8,6	9,3
	CARVÃO	2,2	2,4
	NUCLEAR	2,5	2,5
	OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS	1,9	1,9
	IMPORTAÇÃO	5,5	3,8

Arranjos institucionais para implementação da Convenção

No que tange aos esforços para a implementação da Convenção no país, o governo compôs um arranjo institucional que aborda transversalmente o tema da mudança do clima, por meio de atividades coordenadas em diferentes âmbitos (nacional e subnacional). Para tanto, estabeleceu o Comitê Interministerial sobre a Mudança do Clima (CIM), de caráter permanente, que tem a finalidade de estabelecer diretrizes, articular e coordenar a implementação das ações e políticas públicas do país relativas à mudança do clima. Além desse, foram formalizadas por decretos a criação da Comissão Nacional para Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes do Desmatamento e da Degradação Florestal, Conservação dos Estoques de Carbono Florestal, Manejo Sustentável de Florestas e Aumento de Estoques de Carbono Florestal (CONAREDD+) e a Comissão Executiva para Controle do Desmatamento Ilegal e Recuperação da Vegetação Nativa, ambos coordenados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Como parte da estrutura organizacional do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), há a Coordenação-Geral da Ciência do Clima e Sustentabilidade (CGCL), responsável pela elaboração das Comunicações Nacionais e dos Relatórios de Atualização Bienal do Brasil, e pelo Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), que se constitui instrumento oficial do governo no processo de Mensuração, Relato e Verificação (MRV) das emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEE). Adicionalmente, coordena a execução de diversos projetos em clima e atua como Entidade Nacional Designada no Mecanismo Tecnológico da Convenção e igualmente como Autoridade Nacional Designada do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). É digno de nota que desde 2007, em apoio à atuação do MCTI, foi instituída a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede CLIMA), com abrangência nacional e contemplando a contribuição de dezenas de grupos de pesquisa em universidades e institutos de ciência e tecnologia.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por sua vez, instituiu a Coordenação-Geral de Mudanças Climáticas, Florestas Plantadas e Agropecuária Conservacionista (CGMC) que é responsável por promover a sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários favorecida por meio da inovação tecnológica, da adoção de sistemas de produção conservacionista, de baixa emissão de carbono e mais resiliente à mudança do clima.

Entre os marcos regulatórios e os instrumentos de gestão voltados à implementação da UNFCCC no país, destaca-se a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), que estabeleceu a estrutura legal para a ação de enfrentamento à mudança do clima no Brasil até o ano de 2020 por meio da realização das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAs, no acrônimo em inglês), que visa a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) entre 36,1% e 38,9% em relação ao projetado para 2020. Em setembro de 2016, o país depositou o instrumento de ratificação do Acordo de Paris, no qual comprometeu-se a adotar medidas para redução das emissões de GEE por meio de sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, no acrônimo em inglês) (MRE, 2016). Além disso, em dezembro de 2017, o Brasil ratificou a Emenda de Doha ao Protocolo de Quioto.

A fim de corresponder às determinações da agenda de Transparência da Convenção, a CGCL/MCTI é o órgão responsável pela execução de projeto de atividade capacitadora que auxilia o governo brasileiro na elaboração de suas Comunicações Nacionais e de seus Relatórios de Atualização Bienal (BUR, no acrônimo em inglês), com anuência da Agência Brasileira de Cooperação (ABC). Esse projeto, de modalidade de implementação nacional, é financiado por meio de recursos internacionais do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF, no acrônimo em inglês) e conta com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) como agência implementadora. O desenvolvimento da 4CN teve relevante participação direta de mais de 400 especialistas vinculados a inúmeras instituições públicas e privadas do país, tais como universidades, institutos e órgãos de pesquisa, empresas e associações que contribuíram diretamente com a disponibilização de dados e o desenvolvimento de análises. Além desses, outras centenas de instituições tiveram envolvimento indireto nos trabalhos, por meio da apresentação de dados oficiais nacionais disponibilizados em plataformas públicas.

Capítulo 2. INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSÕES E REMOÇÕES ANTRÓPICAS DE GEE

O segundo capítulo apresenta os resultados de emissões antrópicas por fontes e remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, para série histórica de 1990 a 2016, de acordo com a metodologia do IPCC 2006.

A atualização do Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (GEE), de 1990 a 2016, foi realizada com base nas metodologias contempladas nas “Diretrizes de 2006 do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, no acrônimo em inglês) para Inventários Nacionais de Emissões de Gases de Efeito Estufa” (doravante IPCC 2006). O uso do IPCC 2006, na completude deste Inventário, demonstra o esforço do país para assegurar o aprimoramento de suas estimativas de emissões. Adicionalmente, foram incorporados os dados obtidos a partir de avanços técnico-científicos nacionais com vistas a melhorar a acurácia dessa quantificação, sobretudo para as fontes de emissão mais significativas para o país. Além disso, a aplicação dessa metodologia antecipa o compromisso previsto no âmbito do Acordo de Paris, em que todos os países deverão utilizar o IPCC 2006 na elaboração de seus inventários de emissões.

As fontes de emissões consideradas no Inventário estão organizadas segundo as atividades contempladas nos setores: (1) Energia; (2) Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU, no acrônimo em inglês); (3) Agropecuária; (4) Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF, no acrônimo em inglês); e (5) Resíduos. Já as remoções

Para **saber mais** sobre o perfil das emissões do país em 2016, veja o infográfico na página extensível.

de gases de efeito estufa são contabilizadas apenas no setor LULUCF, como resultado do aumento do estoque de carbono, por meio, por exemplo, do crescimento de vegetação. É importante salientar que remoções oriundas de algumas atividades agropecuárias também estão sendo contabilizadas em LULUCF. Porém, em virtude do escopo da metodologia utilizada para os inventários nacionais alguns dos esforços empreendidos no país, a exemplo da recuperação de pastagens degradadas, não são incorporados nas remoções.

Os GEE estimados no presente Inventário foram o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), os hidrofluorcarbonos (HFCs), o perfluorcarbonos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF_6). Adicionalmente, são apresentados os gases de efeito estufa indireto, cujas emissões foram incluídas sempre que possível, como o monóxido de carbono (CO), os óxidos de nitrogênio (NOx) e outros compostos orgânicos voláteis não metano (NMVOCs).

A elaboração deste Inventário representou esforço coletivo e multidisciplinar, que envolveu cerca de 185 instituições e mais de 300 especialistas de todas as regiões do país. Este arranjo institucional complexo abrangeu importante parcela da comunidade científica e empresarial brasileira, além de diversas instituições governamentais, associações de classe, organizações do terceiro setor, universidades e centros de pesquisas, representados, em grande parte, pela Rede CLIMA.

Todo o registro detalhado da aplicação metodológica está documentado nos Relatórios de Referência Setoriais, disponibilizados publicamente junto com a série histórica de emissões na página eletrônica do Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE) em atendimento ao princípio da transparência.

As emissões de GEE do Brasil, em 2016, totalizaram 1.467 Tg CO_2e ¹, e sua série histórica reflete o esforço que o país tem empreendido para conciliar a redução de emissões com o aumento de produtividade e desenvolvimento nacional há mais de uma década (Figura II). Os resultados destas estimativas estão sintetizados na Tabela II e a série histórica completa está disponibilizada no Apêndice I da 4CN.

Cabe o esclarecimento de que a metodologia para inventários nacionais não contempla o balanço dos fluxos e estoques dentro dos sistemas de produção agropecuários de forma a reportar explicitamente os esforços empreendidos no setor para contribuir com a redução das emissões de GEE por meio da adoção de tecnologias do Plano ABC.

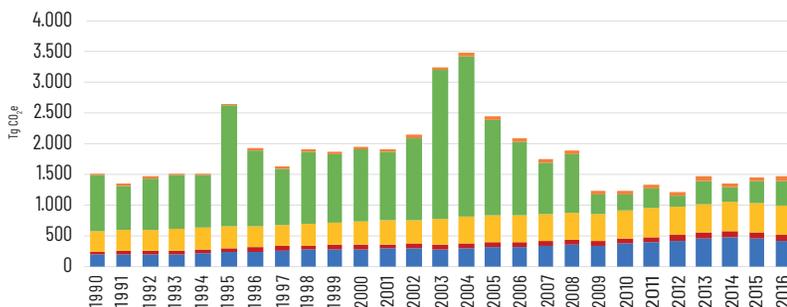
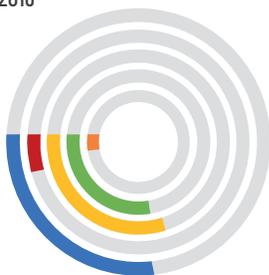
- No setor Energia (1) foram totalizados 423.580 Gg CO_2e em 2016, 13% de aumento em relação às emissões do setor em 2010. Para 2016, 96% das emissões de CO_2 do setor foram advindas de Atividades de Queima de Combustíveis (1.A). A categoria Transporte (1.A.3) foi a mais representativa, em razão da prevalência dessa atividade no país, contribuindo com 50% das emissões de CO_2 . Para CH_4 e N_2O , as emissões deste subsetor 1.A corresponderam a 67% e 99%, respectivamente. De acordo com a metodologia IPCC 2006, as emissões de CO_2 provenientes do consumo de combustíveis de biomassa são informadas, porém não são contabilizadas no total de emissões do setor.

¹ Segundo a Decisão 17/CP.8 da Convenção do Clima, os resultados do inventário devem ser apresentados em unidades absolutas de gás. Caso o país opte por relatar suas emissões em equivalentes de CO_2 (CO_2e) em suas Comunicações Nacionais, poderia usar os valores do Potencial de Aquecimento Global (GWP, no acrônimo em inglês) para um horizonte de 100 anos, publicados no Segundo Relatório de Avaliação do IPCC (SAR, no acrônimo em inglês) (IPCC, 1995). Todas as análises e resultados apresentados em CO_2e nesse capítulo utilizaram a métrica GWP do SAR (100 anos). No entanto, para fins de conferência são apresentados também na 4CN os resultados agregados por meio das métricas GWP-100 e o GTP-100, ambos do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5).

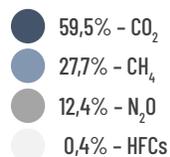
Figura II

Emissões totais de GEE de 1990 a 2016 em Tg de CO₂e.

2016



2016



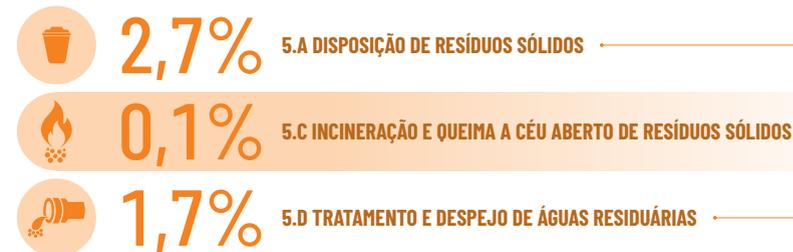
SETOR	1990	1995	2000	2005	2010	2016	VARIAÇÃO 2010-2016
	Tg CO ₂ e						%
1. Energia	192,8	231,0	288,2	313,4	374,7	423,6	13,1
2. IPPU	53,6	64,0	73,8	78,9	87,1	93,4	7,2
3. Agropecuária	329,5	359,2	370,1	438,0	458,1	487,0	6,3
4. LULUCF	907,5	1.966,8	1.175,0	1.564,1	252,5	397,4	57,4
5. Resíduos	26,2	34,3	42,6	51,6	56,7	66,0	16,4
TOTAL	1.509,6	2.655,2	1.949,6	2.445,9	1.229,0	1.467,3	19,4

- Para o setor IPPU (2), em 2016, foram contabilizadas 93.359 Gg de CO₂e que representou um aumento de 7% em relação a 2010. O subsetor Indústria Metalúrgica (2.C) contribuiu com a maior parte das emissões, com uma representação de 52% das emissões em CO₂e do setor em 2016. O subsetor Indústria Mineral (2.A) foi o segundo mais representativo, com 31%. Para as emissões de CO₂, cujo gás corresponde a quase totalidade das emissões do setor (92% do total do setor em CO₂e), os subsetores Indústria Metalúrgica (2.C) e Indústria Mineral (2.A) contribuíram com participação aproximada de 56% e 34% respectivamente. Os gases HFCs, corresponderam a 6% das emissões do setor, com destaque para o subsetor Usos de Produtos como Substitutos para Substâncias Destruidoras da Camada de Ozônio (2.F), que representou quase 100% deles. O CH₄ teve 0,8% de participação das emissões de GEE do setor em 2016, e o N₂O respondeu por 0,4% das emissões.
- O setor Agropecuária (3) contribuiu com 487.005 Gg CO₂e em 2016, 6,3% a maior de emissões se comparado com 2010 – esse aumento é pequeno se comparado ao crescimento da agropecuária no país para o mesmo período, cujo avanço da eficiência produtiva e redução de emissões são apresentados no Box adiante. O subsetor Fermentação Entérica (3.A) apresentou emissão de 282.713 Gg CO₂e em 2016, enquanto as emissões de Solos Manejados (3.D) foram de 153.065 Gg CO₂e. As emissões de CH₄ são as mais representativas para o setor e são oriundas, mormente, do subsetor Fermentação Entérica (3.A). Em seguida, aparecem as emissões de N₂O, que tiveram como sua principal fonte de emissão o subsetor Solos Manejados (3.D). O CO₂ representou uma nova contabilização de emissões para o setor Agropecuária, que significou 4% das emissões totais do setor, relacionada principalmente à aplicação de calcário no solo (Calagem – 3.G).
- As emissões líquidas do setor LULUCF (4) totalizaram 397.357 Gg CO₂e em 2016. Vale destacar que os Planos de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento contribuíram para a redução das emissões desse setor a partir de 2005. Além disso, a partir de 2010, houve a implementação do Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), que entre 2010 e 2018, recuperou 26,8 milhões de hectares de pastagem degradada, cujas remoções não são contabilizadas em sua totalidade neste Inventário Nacional devido a limitações metodológicas. Em termos de participação por gás, em 2016 as emissões de CO₂ contribuíram com 92% das emissões líquidas totais, enquanto as emissões de CH₄ e N₂O representaram 5% e 3%, respectivamente. Em 2016, as emissões mais representativas do setor foram advindas do subsetor Campo e Pastagem (4.C) (640.377 Gg CO₂e), enquanto as maiores remoções foram oriundas do subsetor Floresta (4.A), que contribuiu com -347.821 Gg CO₂e. Além disso, em 2016, 9,8 milhões de hectares de pastagem foram substituídas por culturas anuais, perenes e semiperenes, e mais 4 milhões hectares foram regeneradas (3,1 milhões de hectares) ou foram reflorestadas (1,8 milhões de hectares), resultando em uma remoção de -192.852,1 Gg CO₂ desde 2010, importante para o balanço do fluxo de emissões e remoções. As emissões de CH₄ e N₂O, resultantes da queima de biomassa associada à dinâmica do uso e cobertura da terra, foram provenientes sobretudo do subsetor Campo e Pastagem (4.C), que contribuiu com 18.104 Gg CO₂e (ou 83%) e 8.273 Gg CO₂e (ou 81%) das emissões desses gases no setor, respectivamente, em 2016.

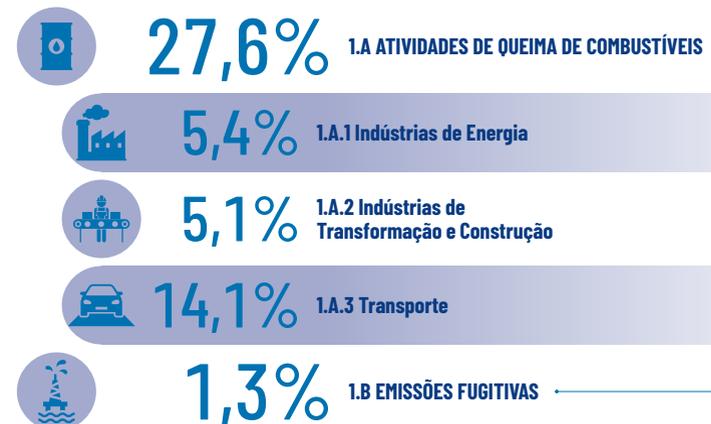
- Por fim, o setor Resíduos (5) emitiu o correspondente a 65.954 Gg CO₂e em 2016, com aumento de 16,4%, se comparado com 2010. O subsetor Disposição de Resíduos Sólidos (5.A) foi o que mais contribuiu com as emissões do setor em 2016, com 59,1% do total. O Tratamento e Despejo de Águas Residuárias (3.D) emitiu 25.794 Gg CO₂e em 2016 e foi responsável por 39,1% do total do setor. O principal gás emitido pelo setor foi o CH₄ (95,1%), sendo a Disposição de Resíduos Sólidos (5.A) a fonte emissora mais significativa, seguida pelo Tratamento e Despejo de Águas Residuárias (5.D), correspondente a 62,1% e 37,0% do total de emissões de CH₄ do setor, respectivamente. Os gases N₂O e CO₂ representaram parcela menor de emissões em termos de CO₂e (4,1% e 0,8%, respectivamente).

Emissões e remoções de gases de efeito estufa do Brasil

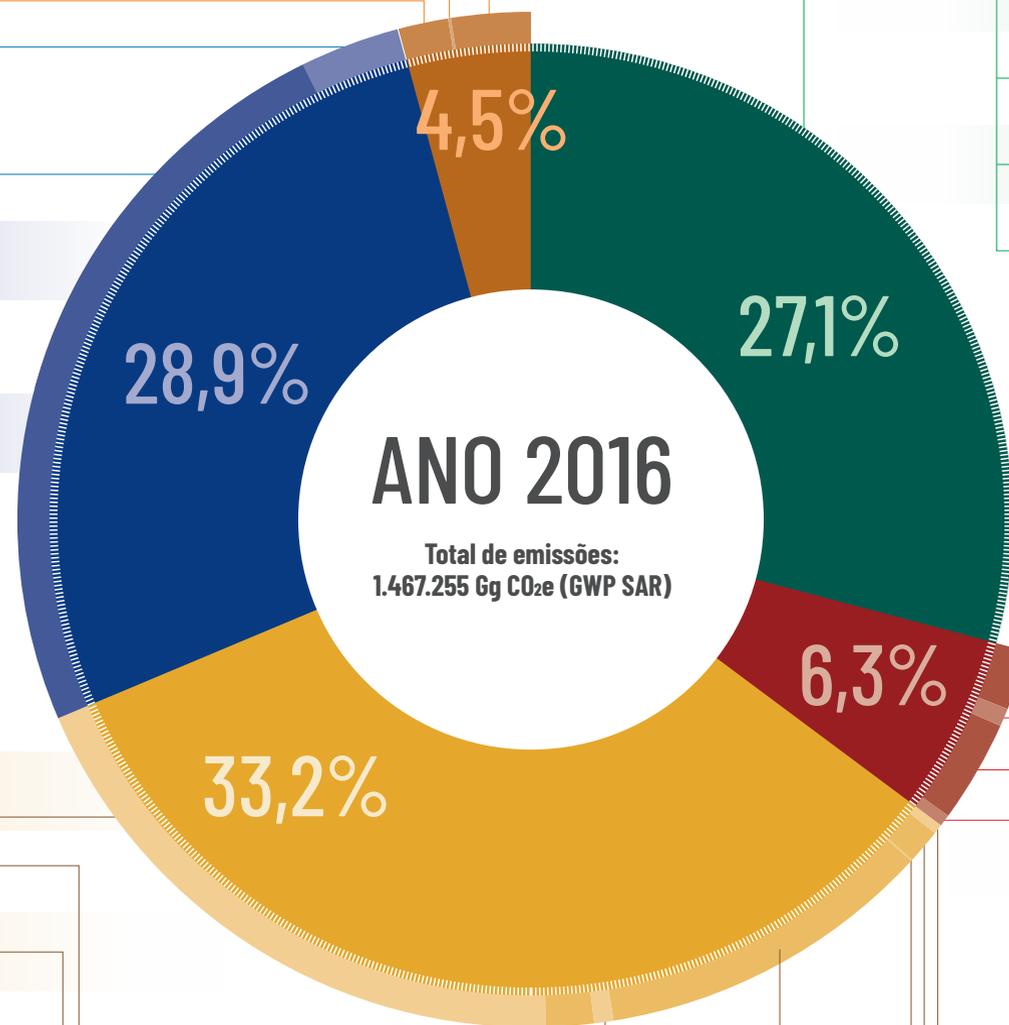
5. RESÍDUOS



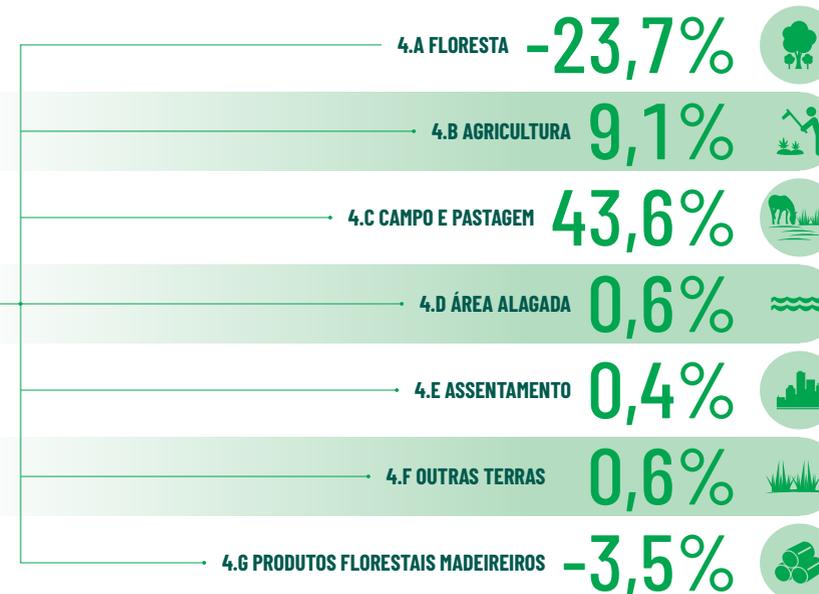
1. ENERGIA



3. AGROPECUÁRIA



4. USO DA TERRA, MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTAS (LULUCF)



2. PROCESSOS INDUSTRIAIS E USO DE PRODUTOS (IPPU)



	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	PFCs	HFCs	SF ₆
1. Energia	46%	2,9%	5,6%	0%	0%	0%
2. Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU)	9,8%	0,2%	0,2%	100%	100%	100%
3. Agropecuária	2,3%	76,1%	87,1%	0%	0%	0%
4. Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF)	41,8%	5,4%	5,6%	0%	0%	0%
5. Resíduos	0,1%	15,5%	1,5%	0%	0%	0%

- CO₂ Dióxido de carbono
- N₂O Óxido nítrico
- SF₆ Hexafluoreto de enxofre
- CH₄ Metano
- PFCs Perfluorcarbonos
- HFCs Hidrofluorcarbonos

Notas: (1) As numerações que antecedem os nomes dos setores, subsectores e categorias referem-se aos códigos indicados nas Tabelas de Formato de Relato Comum (CRF Tables, no acrônimo em inglês) previstos na UNFCCC para apresentação dos resultados dos Inventários Nacionais dos países membros. (2) Os percentuais apresentados no gráfico deste infográfico refletem a participação relativa dos setores para a emissão total em CO₂e. Destaca-se que desde 2010, em virtude do controle do desmatamento ocorrido, o perfil das emissões nacionais apresenta a participação dos setores Energia, Agropecuária e LULUCF de maneira mais proporcional.

Tabela II
Emissões de gases de efeito estufa no Brasil, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2016, por setor.

Gg = mil toneladas

SETOR	ANO	UNIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134A	HFC-143A	HFC-152A	HFC-227EA	HFC-365MFC	CF ₄	C ₂ F ₆	SF ₆	NO _x	CO	NMVOG	
ENERGIA	1990	Gg	177.046	543,3	14,04												1.444,7	9.001,3	1.696,0	
	1995		216.613	463,9	14,93													1.720,7	8.692,3	1.595,7
	2000		272.173	496,7	17,94													1.959,3	7.051,8	1.222,1
	2005		292.351	660,4	23,15													2.037,5	7.057,5	1.164,3
	2010		352.903	609,6	28,92													2.265,1	7.028,2	1.008,4
	2016		401.690	557,1	32,88													2.191,3	6.398,9	799,2
	Var. 90 / 05	%	65	22	65													41	-22	-31
	Var. 05 / 10		21	-8	25														11	0
Var. 10 / 16	14		-9	14														-3	-9	-21
PROCESSOS INDUSTRIAIS E USO DE PRODUTOS (IPPU)	1990	Gg	45.192	42,9	11,55	0,1202	-	-	-	-	-	-	-	0,3022	0,0263	0,0112	26,5	1.096,4	1.782,9	
	1995		53.139	37,7	18,20	0,1530	-	-	-	-	-	-	-	0,3060	0,0264	0,0154	26,6	1.106,4	2.039,8	
	2000		64.506	41,0	20,73	-	-	0,0014	-	0,3805	0,0016	0,0001	-	-	0,1465	0,0117	0,0168	29,3	1.154,9	2.507,8
	2005		67.660	51,1	23,79	-	-	0,0022	-	0,9156	0,0026	0,1748	-	-	0,1239	0,0104	0,0270	38,9	1.430,3	2.597,0
	2010		82.049	41,9	1,51	0,0000	-	0,0044	-	2,1809	0,0052	-	0,0014	0,0003	0,0822	0,0064	0,0101	38,5	1.200,2	3.014,5
	2016		85.943	34,5	1,27	0,0000	0,0730	0,0848	-	4,1289	0,0140	-	0,0054	0,0061	0,0381	0,0028	0,0123	39,5	800,5	2.441,8
	Var. 90 / 05	%	50	19	106	-100	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-59	-61	142	47	30	46
	Var. 05 / 10		21	-18	-94	NA	NA	98	138	98	-100	NA	NA	-34	-39	-63	-1	-16	16	
Var. 10 / 16	5		-18	-15	356	NA	1.832	89	170	NA	280	1.665	-54	-56	22	2	-33	-19		
AGROPECUÁRIA	1990	Gg	9.771	11.102,7	279,30												61,1	1.681,7		
	1995		6.765	12.179,7	311,96													67,0	1.805,6	
	2000		10.645	12.208,4	332,56													59,2	1.596,2	
	2005		9.975	14.352,9	408,30													77,1	2.078,4	
	2010		13.698	14.406,5	457,60													68,0	1.832,1	
	2016		19.732	14.715,7	510,46													18,5	498,3	
	Var. 90 / 05	%	2	29	46													26	24	
	Var. 05 / 10		37	0	12													-12	-12	
Var. 10 / 16	44		2	12													-73	-73		
USO DA TERRA, MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTAS (LULUCF)	1990	Gg	860.893	1.520,1	47,43												421,9	23.819,4		
	1995		1.875.495	2.996,2	91,47													783,9	46.525,2	
	2000		1.110.480	2.111,6	65,12													568,0	32.927,7	
	2005		1.479.731	2.760,2	85,03													740,2	43.020,2	
	2010		220.461	1.036,8	33,14													306,4	16.411,3	
	2016		365.404	1.037,2	32,81													298,5	16.346,5	
	Var. 90 / 05	%	72	82	79													75	81	
	Var. 05 / 10		-85	-62	-61													-59	-62	
Var. 10 / 16	66		0	-1													-3	0		

SETOR	ANO	UNIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134A	HFC-143A	HFC-152A	HFC-227EA	HFC-365MFC	CF ₄	C ₂ F ₆	SF ₆	NO _x	CO	NM VOC	
RESÍDUOS	1990	Gg	533	1.145,2	5,20															
	1995		585	1.510,7	6,28															
	2000		926	1.878,9	7,08															
	2005		1.108	2.287,2	7,99															
	2010		1.154	2.523,1	8,17															
	2016		504	2.988,7	8,67															
	Var. 90 / 05	%	108	100	54															
	Var. 05 / 10		4	10	2															
Var. 10 / 16	-56		18	6																
TOTAL	1990	Gg	1.093.435	14.354,3	357,52	0,1202	-	-	-	-	-	-	-	0,3022	0,0263	0,0112	1.954,2	35.598,9	3.478,8	
	1995		2.152.596	17.188,2	442,84	0,1530	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3060	0,0264	0,0154	2.598,1	58.129,4	3.635,5
	2000		1.458.729	16.736,8	443,43	-	-	0,0014	-	0,3805	0,0016	0,0001	-	-	0,1465	0,0117	0,0168	2.615,8	42.730,6	3.729,8
	2005		1.850.825	20.111,8	548,25	-	-	0,0022	-	0,9156	0,0026	0,1748	-	-	0,1239	0,0104	0,0270	2.893,7	53.586,4	3.761,3
	2010		670.265	18.617,9	529,34	0,0000	-	0,0044	-	2,1809	0,0052	-	0,0014	0,0003	0,0822	0,0064	0,0101	2.678,1	26.471,8	4.022,9
	2016		873.272	19.333,2	586,09	0,0000	0,0730	0,0848	-	4,1289	0,0140	-	0,0054	0,0061	0,0381	0,0028	0,0123	2.547,7	24.044,1	3.241,0
	Var. 90 / 05	%	69	40	53	-100	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-59	-61	142	48	51	8
	Var. 05 / 10		-64	-7	-3	NA	NA	98	138	98	-100	NA	NA	-34	-39	-63	-7	-51	7	
Var. 10 / 16	30		4	11	356	NA	1.832	89	170	NA	280	1.665	-54	-56	22	-5	-9	-19		
EMISSIONES DE GASES DE EFEITO ESTUFA APENAS PARA FINS DE INFORMAÇÃO, NÃO INCLUIDOS NO INVENTÁRIO:																				
BUNKER FUELS	1990	Gg	3.228	1,8	1,79												2,2	2,0	1,8	
	1995		6.217	4,1	4,20													4,7	4,5	4,2
	2000		11.313	9,3	9,31													9,8	9,6	9,3
	2005		15.255	10,9	11,05													12,1	11,7	11,1
	2010		18.350	12,8	12,92													14,4	13,6	12,9
	2016		17.666	10,9	11,13													12,9	12,1	11,1
	Var. 90 / 05	%	373	524	516													461	480	515
	Var. 05 / 10		20	17	17													19	17	17
Var. 10 / 16	-4		-14	-14													-10	-12	-14	
COMBUSTÍVEIS DE BIOMASSA	1990	Gg	165.951																	
	1995		168.703																	
	2000		166.349																	
	2005		228.317																	
	2010		302.004																	
	2016		320.192																	
Var. 90 / 05	%	38																		
Var. 05 / 10		32																		
Var. 10 / 16		6																		

O país tem avançado no aperfeiçoamento e na transparência das estimativas de emissões em cada edição do Inventário Nacional, com a busca de novas pesquisas científicas e uso de parâmetros e fatores de emissão e remoção que reflitam as condições nacionais. Esse esforço resulta em maior acurácia das emissões nacionais e estimula a continuidade dos avanços científicos, contribuindo com o desenvolvimento da ciência nacional e mundial.

Box. A eficiência produtiva da bovinocultura de corte e de leite do Brasil

O Brasil tem se comprometido e avançado no aumento da produtividade e da eficiência animal, por meio da implementação de políticas públicas que promovam a melhoria da genética do rebanho e das plantas forrageiras, digestibilidade, conforto animal, abate precoce, estratégias eficientes de reprodução, melhor eficiência das pastagens, uso de tecnologias para o tratamento de dejetos animais, entre outras ações. Essas iniciativas têm auxiliado no fomento à pecuária sustentável e de baixa emissão de carbono no país, mostrando tendência promissora para os próximos anos.

Dentre as ações de destaque pode-se citar os avanços na adoção de tecnologias e sistemas de produção tais como: sistemas integrados como lavoura-pecuária-floresta e suas combinações, sistema plantio direto, fixação biológica de nitrogênio, tratamento de dejetos animais, recuperação de pastagens degradadas, dentre outros que contribuem para a melhoria dos processos produtivos da agropecuária tropical.

Destacam-se alguns resultados relevantes no setor:

- Estudos realizados no Brasil demonstram que, nos últimos anos, a melhoria da digestibilidade da dieta de ruminantes favoreceu diretamente a eficiência produtiva do rebanho, melhorando a ingestão alimentar e o ganho de peso, e como cobenefício diluiu as emissões de GEE por produto. A análise da emissão de CH_4 proveniente da fermentação entérica por cabeça de gado de corte mostra redução de 8,2% entre 1990 e 2016;
- A bovinocultura leiteira também apresenta melhoria em sua produtividade. De 1990 a 2016, enquanto o número de vacas leiteiras aumentou 2,6%, a produção de leite aumentou 133%, ou seja, a produtividade leiteira (litros produzidos por vaca por ano) aumentou 127% (IBGE, 2018). Em termos de emissão de CH_4 , os bovinos leiteiros apresentaram redução de 2% de 1990 a 2016. Ao se considerar a emissão de CH_4 por litro de leite produzido, observa-se um decréscimo de 58% no mesmo período.

Segundo Herrero et al. (2013), a intensidade das emissões de GEE difere entre regiões geográficas e sistemas de produção e é influenciada, principalmente, pela eficiência da conversão alimentar (quantidade de alimento consumido por unidade de produto), que melhora com a qualidade da dieta animal, em termos de digestibilidade e de teor de proteína. Desta maneira, a melhoria da quantidade e qualidade do alimento resultará na melhoria da produção e da eficiência alimentar animal, reduzindo assim as emissões de GEE (particularmente CH_4) por unidade de produto animal seja carne ou leite (HRISTOV et al., 2013). Mesmo com avanços tecnológicos, é esperado que as emissões brutas totais de uma região ou de um país aumentem caso o número de cabeças aumente mais do que as emissões evitadas de um rebanho estabilizado (LATAWIEC et al. 2014).

Capítulo 3. IMPACTOS, VULNERABILIDADES E ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA

O Capítulo 3 apresenta as principais tendências climáticas observadas e projetadas a partir de modelos globais e sua regionalização. Além disso, contempla análises integradas, por meio das Seguranças Hídrica, Energética, Alimentar e Socioambiental, para avaliar os impactos e vulnerabilidades a partir de abordagem por nível de aquecimento, com indicação das opções de adaptação neste contexto.

Para orientar os estudos de Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação (IVA) elaborados nesta 4CN, foram consideradas estratégias metodológicas para análises integradoras, e a identificação de interdependências e sinergias, a fim de permitir que as políticas públicas nacionais possam considerar as interações complexas e multidimensionais entre os diversos setores e níveis de governança, do local ao global, quando se trata de mitigação e adaptação à mudança do clima (Adelle e Russel, 2013; Mickwitz et al, 2009; Weitz et al., 2017).

Esses estudos foram estruturados a partir das Seguranças Hídrica, Energética, Alimentar e Socioambiental. As seguranças estão relacionadas não somente à disponibilidade de recursos, mas também aos elementos ligados à sustentabilidade – possibilidade de acesso e de distribuição justa dos recursos pela população, proteção ambiental e desenvolvimento econômico –, e envolvem questões políticas, conjunturais e institucionais. Trata-se de uma evolução sobre as abordagens setoriais (IISD, 2013; Ringler, Bhaduri e Lawford, 2013, p.617; Simpson e Jewitt, 2019).

A fim de promover o levantamento, pormenorizado e fundamentado, dos dados necessários para desenvolvimento desses estudos inéditos no país, parte relevante da comunidade científica nacional, representada em grande parte por representantes da Rede CLIMA, foi mobilizada. Houve envolvimento direto de mais de 100 especialistas para a realização das análises com vistas a contribuir com a empreitada brasileira para atenuar os efeitos da mudança do clima e a esse processo adaptar os diversificados modelos de produção e consumo, e proteger a sociedade, o desenvolvimento e o ambiente.

Mudança do Clima no Brasil

A análise das tendências climáticas no Brasil considerou tanto as mudanças já observadas nas últimas quatro décadas (1980 – 2018), como projeções de clima futuro, a partir de níveis de aquecimento médio global de 1,5 °C, 2 °C e 4 °C (SWL1,5, SWL2 e SWL4), tendo-se verificado que os sinais de mudanças, de forma geral, se intensificam com o SWL e os cenários de emissões mais pessimistas (RCP8.5), sendo mais proeminentes no SWL4 (Quadro 1).

No caso dos dados observacionais, adotou-se a base do CPC/NOAA (temperatura) e do CHIRPS (precipitação). Para as projeções futuras, consideraram-se simulações derivadas do modelo regional Eta (que subsidiaram os estudos de IVA deste relatório) e do modelo HadGEM3-A (Projeto Helix).

Quadro I

Macrotendências climáticas no Brasil.

* Estima-se que nas últimas três décadas houve uma elevação global no nível médio do mar de +3,37 mm/ano, com a taxa de aumento ficando cada vez maior ao longo do tempo, e com uma ampla faixa de cenários futuros conforme as concentrações de GEE.

OBSERVADO	TEMPERATURA
	Em todas as regiões brasileiras, observou-se aumento de temperatura nas últimas décadas. Em geral, verificou-se aumento de 0,5 °C por década nas temperaturas mínima e máxima médias, chegando a 1 °C em certas regiões no inverno e primavera. Essa tendência é acompanhada de um aumento no número de dias com temperatura máxima extrema, com incremento superior a 30% em praticamente todo o país.
PROJEÇÕES	PRECIPITAÇÃO
	Observaram-se mudanças regionais significativas tanto de redução quanto de aumento da precipitação anual. Reduções (de até 20 mm) no acumulado anual foram observadas no sudoeste da região Norte, no leste da região Centro-Oeste, e nas regiões Nordeste e Sudeste. Incrementos foram observados no extremo norte da região Norte (de até 40 mm), na região Sul (de até 20 mm) e em áreas nas regiões Nordeste e Centro-Oeste. As observações também indicam aumento na frequência e intensidade de eventos extremos de precipitação, tais como aumento de secas em extensa área da porção central do país.
PROJEÇÕES	TEMPERATURA
	Projeções indicam que as tendências de aumento de temperatura observadas no país devem continuar ao longo do século 21 a uma taxa superior à média global. Diante de uma trajetória de alta emissão de GEE, projeta-se que a maioria das regiões brasileiras experimentarão um aumento de pelo menos 4 °C nas temperaturas médias.
PROJEÇÕES	PRECIPITAÇÃO
	Projeções de mudança nos valores médios de precipitação, nas características das estações chuvosas e na frequência e intensidade de eventos extremos ao longo do século 21. Projeta-se diminuição na precipitação média nas regiões Nordeste, Norte e região central do país e aumento principalmente na região Sul. Espera-se aumento de extremos de seca com ênfase na região Nordeste e Norte, e conforme o cenário, sobre as regiões Centro-Oeste e Sudeste, principalmente no verão (época de maiores acumulados de precipitação). As projeções indicam também aumento significativo dos extremos de precipitação em grande parte do território, com maior concordância dos modelos para as regiões Sul e Sudeste, e em outras regiões conforme o cenário, como o noroeste da Amazônia.

Impactos e Vulnerabilidades

Foram analisadas as possíveis implicações para o país, decorrentes dos cenários climáticos futuros em que o aquecimento médio global de 1,5 °C, 2 °C e 4 °C (ou apenas SWL1,5, SWL2 e SWL4, respectivamente)² são atingidos. Levou-se em conta que, conforme os SWLs intensificam-se, maiores mudanças podem ser esperadas, as quais, provavelmente, produzirão impactos ainda mais pronunciados.

Uma síntese dos principais impactos e vulnerabilidades analisados para as Seguranças Hídrica, Energética, Alimentar e Socioambiental é apresentada a seguir:

- Em relação à **SEGURANÇA HÍDRICA**, cenários futuros indicam uma amplificação dos atuais impactos e vulnerabilidades relacionados ao clima no Brasil. A redução de disponibilidade hídrica nos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, cujos territórios são marcados pela alta concentração populacional e uso múltiplo da água, evidencia a fragilidade nas relações entre oferta e demanda de água em diferentes cenários de aquecimento. Merecem destaque também as vulnerabilidades existentes em todos os biomas, em especial na Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga em relação à ocorrência de inundações e à baixa qualidade da água nas regiões metropolitanas. Da mesma forma, há vulnerabilidades associadas ao saneamento ambiental, como acessibilidade à água potável e ao esgotamento sanitário. Em relação à governança, embora a legislação brasileira seja avançada e enfatize a descentralização da gestão hídrica, o Brasil apresenta enorme variação em termos de capacidade institucional entre as diferentes unidades da federação e municípios.
- Quanto à **SEGURANÇA ENERGÉTICA**, a mudança do clima implicará em impactos em todas as cadeias energéticas no Brasil. As fontes energéticas com maior vulnerabilidade são a hídrica para geração de hidroeletricidade (principalmente nos biomas Amazônia e Caatinga), e as culturas bioenergéticas (soja e cana-de-açúcar) para produção de biocombustíveis (nos biomas Mata Atlântica e Cerrado) ou para a geração de bioeletricidade a partir do bagaço da cana-de-açúcar. Por outro lado, a geração de energia proveniente de fontes de energia eólica e solar (para geração centralizada e descentralizada) poderia ser mantida e/ou incrementada (apesar de, no caso da energia eólica, os cenários indicarem redução do potencial em áreas do Nordeste onde atualmente se encontra boa parte da capacidade instalada). A redução da geração hidrelétrica, que representa 66,6% da capacidade instalada no país, exigirá sua substituição por outras tecnologias de geração, com implicação no aumento do custo marginal de energia do sistema elétrico e preço final de eletricidade. No entanto, ressalta-se que o sistema elétrico brasileiro apresenta alto potencial adaptativo ao permitir a compensação de parte da geração hidrelétrica por outras fontes renováveis, e em havendo necessidade, fontes fósseis.
- Sobre a **SEGURANÇA ALIMENTAR**, a demanda de alimentos no país vem aumentando nas últimas décadas, em função do crescimento da população e do consumo per capita. Em paralelo, a migração de agricultores familiares para as cidades leva a uma maior pressão sobre a produção, na medida em que diminui o número de produtores e aumenta o de consumidores no mercado. Ainda, o elevado volume de perdas e desperdícios de alimentos no

² SWL – *Specific Warming Level* (Nível de Aquecimento Específico) representa a variação da anomalia média global da temperatura do ar à superfície em relação ao período pré-industrial (aproximadamente 1870-1899).

Para **saber mais** veja o infográfico na página extensível.



país acarreta aumento dos custos e preços, o que afeta a disponibilidade e o acesso, principalmente para as famílias de baixa renda per capita ou que se encontram em extrema pobreza. A mudança do clima traz efeitos diretos na capacidade produtiva agropecuária, influenciando, entre outros, a adequabilidade de cultivos às novas condições climáticas locais. Maiores perdas e custos na cadeia de produção, em razão da ocorrência de eventos extremos mais intensos e frequentes, podem exigir maior destinação de recursos financeiros para os seguros agrícolas, causar aumento dos preços e redução dos lucros do produtor. Destacam-se ainda projeções de maior necessidade de irrigação, sobretudo no Cerrado e na Caatinga, com potenciais conflitos pelo uso da água. Na pesca, alterações na temperatura dos oceanos e no pH da água poderão levar à migração de cardumes ou mesmo à sua mortandade e à redução na produção (captura) em toda a faixa litorânea, rios e lagos, elevando o papel da aquicultura para assegurar a produção pesqueira.

- Na SEGURANÇA SOCIOAMBIENTAL, aspectos de vulnerabilidade e exposição estão relacionados à sensibilidade ao aumento de temperatura, intensificação de eventos extremos e alteração em padrões de precipitação, que se sobrepõem às dimensões estruturais de pobreza, desigualdades socioeconômicas, segregação socioespacial nas cidades, nível de acesso a serviços básicos (como saúde e educação), marginalização por gênero e etnia (como povos indígenas, comunidades tradicionais, negros) e capacidade institucional dos atores governamentais para lidar com as mudanças climáticas e suas consequências. Cenários futuros indicam perdas de adequabilidade climática associadas à mudança do clima em todos os biomas, com perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos. Projeções indicam aumento significativo da temperatura e incremento na incidência de extremos de seca e inundações, queimadas e focos de calor, bem como de doenças (transmitidas por vetores, de veiculação hídrica e térmica) e desastres, atingindo todos os biomas, mesmo que de forma heterogênea. Tal contexto é verificado não apenas em regiões mais pobres e remotas, distantes de serviços e de informação em tempo hábil para reação, e no que afeta povos e comunidades tradicionais, mas também em grandes centros urbanos, onde há populações marginalizadas e pobres.

Adaptação

As opções de adaptação apresentadas na 4CN consideram os impactos e vulnerabilidades descritos no contexto das Seguranças, e sinalizam não apenas a forma de lidar e minimizar os efeitos negativos da mudança do clima, mas também oportunizam o desenvolvimento sustentável e a melhoria do bem-estar da população no país.

A gestão de recursos hídricos possui um papel transversal no contexto da adaptação à mudança do clima, uma vez que a água é recurso fundamental para a produção de alimentos, de biocombustíveis, geração de energia, entre outras. O fortalecimento e a articulação político-institucional com vistas ao gerenciamento de usos múltiplos e ao uso eficiente da água é essencial para minimizar a ocorrência de crises hídricas, além de medidas como a implantação de reservatórios e infraestruturas afins.

Em adição, a diversificação de fontes de geração (incluindo solar fotovoltaica e eólica) se apresenta como uma importante opção de adaptação, dada a predominância da fonte hídrica na matriz elétrica (vulnerável a variações em vazões e no balanço hídrico). Da mesma forma, a consideração de cenários climáticos no planejamento energético pode fortalecer a resiliência e a capacidade de adaptação do sistema energético, sabendo que os ativos do setor possuem elevado custo e vida útil. Complementaridades entre diferentes fontes, como hidro-eólica e hidro-solar oferecem oportunidades adicionais no contexto brasileiro, não obstante a importância de se promover também a eficiência energética dos setores usuários.

Estratégias de adaptação no setor agropecuário são necessárias para garantir a oferta de alimentos, reduzir perdas e quedas de rendimento na produção, a manutenção da renda do produtor, assim como da paisagem na qual se encontra. A adoção de práticas de agricultura sustentável que envolvam o uso adequado dos recursos, em particular solo e água, a manutenção dos ecossistemas e o desenvolvimento de variedades mais resistentes aos estresses hídrico e térmico são medidas que podem apresentar benefícios para as Seguranças Alimentar e Energética, além de contribuir com aspectos de qualidade e quantidade de água, saúde e outros.

Adicionalmente, mudanças nas condições de risco agroclimático e de produtividade têm gerado, desde uma avaliação estritamente técnica, propostas de migração de cultivos para áreas mais favoráveis, como uma potencial resposta do setor produtivo. Para tanto, será necessário considerar o fortalecimento de políticas de ordenamento territorial, de modo a compatibilizar atividades produtivas com a conservação dos ambientes naturais e dos serviços ecossistêmicos.

Os serviços ecossistêmicos são fundamentais para a sociedade, pois incluem a provisão de alimentos, controle de doenças, conservação de solos, regulação climática e do ciclo hidrológico, entre outros. Assim, soluções de adaptação baseadas na gestão integrada dos recursos naturais contribuem de maneira significativa para o fortalecimento de uma resiliência transversal e efetiva, não apenas por meio da manutenção e recuperação de ambientes naturais, como também pela integração da infraestrutura verde (natural) com a cinza (construída). Medidas de adaptação dessa natureza podem, por exemplo, agir como barreiras naturais em casos de eventos



extremos de precipitação, minimizando a ocorrência de desastres (enxurradas, inundações, alagamentos e deslizamentos de terra), bem como melhorar a qualidade dos ambientes urbanos.

Nesse sentido, o planejamento urbano integrado representa um instrumento capaz de potencializar o uso de infraestruturas verdes, de promover soluções que tornem as cidades mais eficientes no uso de recursos, como água e energia; e mais equitativas, com melhor acesso à infraestrutura, serviços urbanos e qualidade de vida, com especial atenção a assentamentos precários. O controle da expansão de manchas urbanas sobre áreas de risco ou sensibilidade ambiental se faz também urgente, no sentido de não gerar novas vulnerabilidades sociais e pressões sobre ecossistemas.

Por fim, ressalta-se que a adaptação possui o potencial de minimizar impactos e riscos, porém não é capaz de eliminá-los totalmente. Assim, se tornam cada vez mais imprescindíveis os sistemas de monitoramento e comunicação dos riscos à população e gestores públicos.

Principais impactos e vulnerabilidades por segurança



Segurança hídrica



- Amazônia
- Cerrado
- Caatinga
- Mata Atlântica
- Pantanal
- Pampa
- Zona Costeira



DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Aumento de áreas críticas quanto à exploração de água (redução de vazões e elevadas retiradas para abastecimento de metrópoles, polos de irrigação e mineração) ●●●● e de episódios de secas extremas ●●●●.



ACESSIBILIDADE**

Baixa acessibilidade a serviços de saneamento básico: rede de esgoto com 65% de cobertura no país ●●●●● e deficiências na drenagem pluvial e na gestão de resíduos.



SEGURIDADE E QUALIDADE**

Vulnerabilidades em relação à ocorrência de inundações ●, à baixa qualidade da água nas regiões metropolitanas ●●●● e em açudes ●●●●.

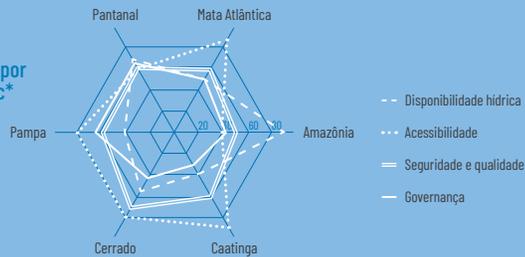


GOVERNANÇA**

Fragilidades na gestão de recursos hídricos para lidar com eventos extremos e conflitos pelo uso da água, em especial os Planos de Recursos Hídricos e Comitês de Bacia. ●●●●●.

Nível de segurança hídrica no presente por dimensões do ISHmc*

*ISHmc (Índice de Segurança Hídrica no contexto da mudança do clima).
**Dimensão representa apenas o contexto atual.



ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Falta de controle da poluição difusa pode levar à contaminação dos lençóis freáticos.



Segurança energética



OFERTA HIDRELÉTRICA (E MATRIZ ELÉTRICA)

Mudanças nas vazões e na energia natural afluyente indicam cenários de diminuição entre 6% e 41% da capacidade de geração hidrelétrica, em especial nos subsistemas Norte e Centro-Oeste, o que altera o mix da matriz elétrica e impacta o custo marginal de energia. ●●●●●.



DISPONIBILIDADE SOLAR E EÓLICA

Manutenção ou aumento da disponibilidade do recurso solar para geração fotovoltaica ●●●●●. Aumento na disponibilidade do recurso eólico em todo o país, com exceção de áreas no RN e PB ●●●●● que podem apresentar pequena diminuição, as quais detêm mais de 50% da capacidade instalada.



DEMANDA PARA CONFORTO TÉRMICO

Tendência de aumento na demanda de energia elétrica para resfriamento em todo o país, em especial no bioma Mata Atlântica, devido à concentração populacional.



INFRAESTRUTURA DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO

As infraestruturas de transmissão e distribuição de energia elétrica, que conectam as diferentes regiões e dotam o SIN de capacidade adaptativa, são vulneráveis a eventos climáticos extremos em todo o país.



BIOCOMBUSTÍVEIS

A redução de áreas de baixo risco agroclimático para soja (em torno de 80%) ●●●●● e cana-de-açúcar (mais de 30%) ●●●●● afetam a produção de biodiesel e etanol, respectivamente, implicando maior necessidade de irrigação, entre outros impactos.

Complementaridade entre fontes renováveis
O grau de complementaridade entre fontes pode ser alterado, em diferentes períodos e regiões/subsistemas. Destacam-se complementaridades hidro-eólica e hidro-hidro entre os subsistemas do SIN.



Segurança alimentar



PRODUTIVIDADE E ÁREAS APTAS À PRODUÇÃO

Redução de produtividade e áreas aptas ao cultivo com aumento de temperatura e variabilidade das chuvas. Em decorrência, estima-se aumento de 45% na demanda por irrigação até 2030, exigindo compatibilização com outros usos da água.



PERDAS AGRÍCOLAS E CUSTOS

Aumento das perdas agrícolas e no restante da cadeia produtiva de alimentos, com impactos nos custos, preços e gastos com seguros agrícolas, sobretudo em períodos de extremos climáticos. As perdas na produção e abastecimento no país são estimadas entre 10% a 40%.



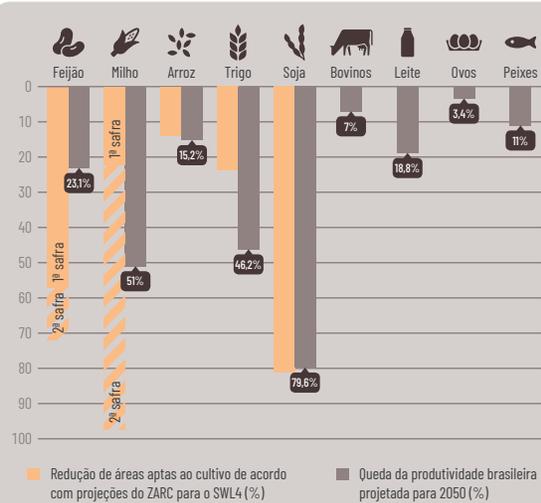
DEMANDA CRESCENTE

Crescimento populacional e do consumo de alimentos per capita, somado ao êxodo rural de agricultores familiares, geram pressões sobre a cadeia produtiva de alimentos.



DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS

O desperdício de alimentos (varejo e consumo) é estimado em mais de 40kg por pessoa a cada ano, em especial arroz, carne, feijão e frango, o que exerce pressão sobre a cadeia produtiva de alimentos.



Segurança socioambiental



DESASTRES



O Índice de vulnerabilidade urbana e exposição (IVUexp)

Registros de desastres coincidem com áreas de maior densidade demográfica, bem como precariedade na infraestrutura urbana e nas condições sociais.



Inundações, enxurradas e alagamentos

Concentram-se nas regiões Sudeste, Nordeste (principalmente, RN e PB) e no Sul (SC e RS).



Deslizamentos de terra

Hotspots localizados nas regiões Sul, Nordeste (divisa de PE e AL, na região da Serra da Roncadeira), e Sudeste (Serra da Mantiqueira).



RESILIÊNCIA DOS BIOMAS

Todos os biomas perdem estados estáveis com a mudança do clima (agravado por pressões não-climáticas), com perdas de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos. No caso do bioma Amazônia, a perda de 40% da distribuição original da floresta pode representar um ponto de inflexão, com riscos para o clima continental.



Migrações

Escassez de água poderá induzir processos migratórios urbanização precária.



DOENÇAS



Risco de Exposição por Estresse Térmico (WBGT)

Projeta-se aumento de dias quentes e estresse térmico (WBGT > 28 °C) em todo o Brasil. Capitais das regiões Norte e Nordeste, dos estados de MT, RJ e ES terão mais de 90% dos dias nessa condição.



Doenças respiratórias (idosos) e cardiovasculares (acima de 45 anos)

Percentual de óbitos e internações atribuíveis ao calor por doenças respiratórias pode chegar em 40% na região Norte, 30% no Sudeste e 23% no Sul, e de internações por doenças cardiovasculares pode atingir 12% no Nordeste e Sudeste ou 10% das mortes no Sul. Hoje esses valores são relativamente baixos na maior parte das capitais.



Doenças de veiculação hídrica

Aumento da incidência de diarreia infantil na região Norte e no Semiárido nordestino (associada à mudança do clima e à vulnerabilidade social e ambiental).



Doenças vetoriais

Alteração na distribuição da incidência de doenças vetoriais, em especial dengue, febre amarela, leishmaniose visceral e malária, gerando pressão e necessidade de adaptação do sistema de saúde nacional.

Capítulo 4. MEDIDAS PARA MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA

O quarto capítulo apresenta as principais políticas públicas, programas, projetos e outras iniciativas para mitigação e adaptação à mudança do clima. Além disso, traz informações sobre iniciativas e investimentos para as ações de mitigação.

O Brasil tem estabelecido projetos, atividades, programas e medidas políticas para monitorar e mitigar suas emissões, monitorar os impactos e adaptar-se à mudança do clima. Um conjunto de marcos regulatórios e instrumentos de gestão tem sido aperfeiçoado no país. Como resultado, programas e iniciativas governamentais para acompanhamento da implementação das ações e das reduções de emissões foram implementados, ou estão sendo desenvolvidos.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) estabeleceu os princípios, os objetivos, as diretrizes e os instrumentos que orientam o desenvolvimento e a implementação de políticas públicas e de programas governamentais, conforme explicitado pelo Decreto no 9.578/2018, que apresenta as ações voltadas sobretudo ao cumprimento de seu compromisso nacional voluntário pertinente às Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAs, no acrônimo em inglês). Essas ações foram amparadas pela formalização dos planos setoriais de mitigação e adaptação no âmbito da PNMC, tais como, Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado), Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (ABC), Plano Setorial de Redução de Emissões da Siderurgia.

É digno de nota que, nos últimos dez anos, também foram estruturadas outras ações relevantes no contexto nacional e subnacional com vistas a mitigar as emissões nacionais e a adaptar o país à mudança do clima. Algumas dessas ações culminaram no desenvolvimento de outras iniciativas relacionadas e de projetos, a exemplo da estratégia do Brasil para o Fundo Verde do Clima (GCF), o Plano Nacional de Adaptação (PNA), o Programa de Políticas sobre Mudança do Clima no Brasil (PoMuC), o projeto Avaliação de Necessidades Tecnológicas (TNA_Brazil), o CITInova, o projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos em Desastres Naturais (GIDES) e o projeto *Partnership for Market Readiness* (PMR) Brasil que são apresentados no documento da Quarta Comunicação Nacional como exemplificação desse conjunto de medidas auxiliares adotadas. Ainda cabe mencionar a existência de políticas nacionais transversais, cujo escopo é direcionado à questão diversa à mudança do clima, mas que contribuem fortemente com o alcance dos resultados da PNMC, a exemplo do Código Florestal, RenovaBio e Proveg.

Adicionalmente a esses esforços nacionais, são reconhecidos inúmeros instrumentos de política pública e iniciativas que contribuem com a adaptação na esfera de atuação de entes subnacionais, bem como iniciativas do setor empresarial e da sociedade civil. Destaca-se que 16 dos 27 estados brasileiros possuem política estadual de mudança do clima aprovadas, 17 possuem fóruns de mudança do clima instituídos, e 10 possuem planos de adaptação. Além disso, há diversos municípios que possuem políticas e/ou estratégias climáticas.

De forma similar, é grande o potencial de atuação do setor privado no país, que conta muitas vezes com o apoio da academia e de organizações da sociedade civil na implementação da adaptação, a exemplo da: Câmara Temática de Energia e Mudança do Clima (CEBDS); Adapta Sertão (Coalização de cooperativas da agricultura familiar e Redeh); Programa Xingu (ISA); Projeto Inteligência Agroclimática (IAC) (empresas, agricultores, Embrapa e outros); Sistema de Observação e Monitoramento da Amazônia Indígena (Plataforma SOMAI) (IPAM, Funai, COIAB e APIB); Plataforma Empresas pelo Clima (EPC) (FGVces); Projeto Adaptação baseada em Ecossistemas em Regiões Marinhas, Terrestres e Costeiras (CI; Prefeitura Municipal de Porto Seguro; SOS Mata Atlântica; Movimento de Defesa de Porto Seguro; UFSC e USP); Rede Brasil do Pacto Global - GT de Energia & Clima (Instituto Ethos, CBPG e empresas associadas).

Com essas providências, segue o Brasil na convicção de que a promoção da Política Nacional sobre Mudança do Clima, instituída em lei, é positivamente compatível com o crescimento da economia e com a tarefa de redução simultânea das emissões de gases de efeito estufa e da pobreza e desigualdade social.

Ao empreender esses esforços, o país integra-se de forma cooperativa no movimento internacional de atenção ao clima e reafirma a sua tradição de fortalecer o multilateralismo como regime mais adequado para a busca de soluções aos desafios que se apresentam à comunidade internacional. Nesse sentido, o financiamento do clima tem absoluta relevância para o país poder de modo exitoso implementar ações de combate à mudança do clima, e é um tema amplo por envolver grande quantidade de instituições. Essas entidades incluem fontes financiadoras, bancos, programas com prazos estabelecidos ou não, iniciativas de governos doadores ou receptores, organizações não governamentais e outros agentes. Neste sentido, destacam-se, em âmbito nacional, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC, ou Fundo Clima) e o Fundo Amazônia. O Fundo Clima busca garantir recursos para apoio a projetos ou estudos, e para o financiamento de empreendimentos que tenham como objetivo a mitigação da mudança do clima. Por sua vez, o Fundo Amazônia capta doações para investimentos não reembolsáveis em ações de prevenção, monitoramento e combate ao desmatamento e de promoção da conservação e do uso sustentável das florestas, principalmente do bioma amazônico.

Capítulo 5. OUTRAS INFORMAÇÕES RELEVANTES PARA ATINGIR OS OBJETIVOS DA CONVENÇÃO O BRASIL

No capítulo final constam informações sobre as iniciativas de conscientização sobre as questões relativas à mudança do clima, os esforços para promover a formação de capacidades no tema e a indicação de necessidades tecnológicas, financeiras e de capacitação para atingir os objetivos da Convenção do Clima.

Apesar de as questões relacionadas à mudança do clima serem complexas, de difícil compreensão por leigos, e do ainda limitado material de leitura disponível em português sobre o tema, tem-se procurado ampliar a educação, a conscientização pública e o treinamento sobre as questões relacionadas ao tema. Ressalta-se que a conscientização pública desempenha papel extremamente importante para que a sociedade e o governo aliem esforços de mitigação dos gases de efeito estufa e de adaptação à mudança do clima.

Em âmbito nacional, destacam-se o Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), o AdaptaBrasil MCTI, o Sistema Integrado de Informações do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (SIN-ABC) e o Sistema de Vulnerabilidade Climática (SisVuClima), que consolidam e sistematizam, respectivamente: os resultados das emissões de GEE nacionais; a análise de informações integradas sobre clima e riscos de impactos no Brasil; informações relevantes sobre a execução do plano de ação de mitigação no setor agropecuário nacional; além dos indicadores, em escala municipal, para avaliar a vulnerabilidade da população à mudança do clima desenvolvidos para seis estados brasileiros (Amazonas, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Paraná e Pernambuco). Além desses, há o Sistema Modular de Monitoramento e Acompanhamento das Reduções das Emissões de Gases de Efeito Estufa (SMMARE), cujo desenvolvimento está sendo reavaliado à luz do contexto do Acordo de Paris e dos compromissos nacionais assumidos perante o mesmo, a fim de monitorar futuramente o progresso de implementação das ações previstas nos planos nacionais de mitigação setoriais.

O cerne da questão da formação de capacidades nacional, o setor acadêmico-científico brasileiro tem desempenhado papel relevante no desenvolvimento de conhecimento para suprir as lacunas de informação e expandir a compreensão sobre as implicações da mudança do clima, para os diversos contextos nacionais. Ao menos 15 ações empreendidas com enfoque na formação de capacidades em mudança do clima no Brasil são apresentadas nesta 4CN. É característica comum às iniciativas a articulação com o governo, visando contribuir para a eficácia da política de mudança climática do Brasil, o trabalho em redes, por vezes internacionais, e a perspectiva multissetorial e interdisciplinar que o tratamento do conhecimento científico das mudanças climáticas requer.

Para responder ao vasto e diversificado escopo de iniciativas de mitigação e adaptação brasileiras, o governo elaborou uma estrutura de governança que aborda transversalmente a mudança do clima, agregando a

produção coletiva e coordenada de vários ministérios e órgãos de governo, inclusive das ações que vêm sendo empreendidas pelas esferas de governança subnacionais dos estados. Nesse sentido, o Brasil definiu as suas prioridades nacionais e apresentou sua estratégia para engajamento ao GCF para obtenção de recursos para financiamento de projetos e programas. Sob coordenação do Ministério da Economia (ME), Autoridade Nacional Designada (AND) do Brasil perante o GCF, foi elaborado o documento do Programa País. O documento apresenta as oportunidades para a preparação de propostas de financiamento no âmbito do GCF, que não só preencham os critérios do Fundo, mas que também estejam alinhadas às prioridades nacionais, possuam viabilidade econômica e resultem em impacto transformacional.

Nota-se que os recursos públicos comprometidos com entidades brasileiras são obtidos por meio de instituições multilaterais e canais bilaterais (Partes incluídas no Anexo II da Convenção), utilizando como principais instrumentos de financiamento subvenções e empréstimos concessionais. Entre 1996 e 2006, a principal fonte de recursos destinados para a questão climática no âmbito governamental federal foi o GEF.

A partir de 2008, houve diversificação dos atores responsáveis pelo apoio financeiro recebido pelo Brasil no âmbito da Mudança do Clima, representados principalmente pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), GEF, Banco Mundial (BIRD) e seu braço para o setor privado, Corporação de Financiamento Internacional (IFC), Novo Banco de Desenvolvimento (NDB), cooperação bilateral com a Noruega e a Alemanha, Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF), Banco Europeu de Investimento (BEI), Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD), Banco de Desenvolvimento Alemão (KfW), Banco Japonês para Cooperação Internacional (JBIC) e Fundo de Desenvolvimento Financeiro da Bacia do Prata (FONPLATA).

A alocação de recursos para o Brasil no período 1996-2017 foi superior a US\$ 6 bilhões, sendo 53% provenientes de canais multilaterais e 47% de canais bilaterais. Comparativamente ao período de 2008 a 2013, no biênio 2014-2015 ocorreu aumento significativo do montante recebido, que superou a marca de US\$ 3 bilhões. Contudo, no biênio de 2016-2017 foi observada redução de 12% em relação ao apoio recebido no biênio anterior, com perceptível redução nos valores aportados pelos países e entidades cooperantes também no período de 2018-2019.

O aporte de recursos ao Brasil no período 2018-2019 totalizou aproximadamente USD 1,874 bilhão, sendo menos que 6% alocados via canais bilaterais. Houve decréscimo em relação ao apoio bilateral recebido nos biênios anteriores, passando de mais de US\$ 437 milhões em 2016-2017 para cerca de US\$100 milhões em 2018-2019. Cabe assinalar ainda que os aportes multilaterais dos anos 2018 e 2019 não chegaram a 50% do aportado em 2017.

Dada a importância do financiamento internacional em catalisar a ação para a mudança do clima, o Brasil tem ressaltado a necessidade de que o aporte financeiro seja adequado, previsível, sustentável, novo e adicional. Ao recordar o compromisso dos países desenvolvidos em mobilizar US\$ 100 bilhões de dólares ao ano até 2020, o Brasil sublinha que há pouca clareza no atual estado de cumprimento do compromisso. O financiamento e a cooperação internacionais, tanto bilateral quanto multilateral, são elementos fundamentais para que o Brasil continue a avançar nas ações relativas ao enfrentamento da mudança climática.

REFERÊNCIAS

- ADELLE, C.; RUSSEL, D. Climate policy integration: a case of déjà vu? *Environ. Pol. Gov.*, v. 23, p. 1-12, 2013.
- HERRERO, M.; GRACE, D.; NJUKI, J.; JOHNSON, N.; ENAHORO, D.; SILVESTRI, S.; RUFINO, M. C. The roles of livestock in developing countries. *Animal*, v. 7, p. 3-18, 2013. Acesso em: out. 2020. DOI: 10.1017/ s1751731112001954.
- HRISTOV, A. N.; OH, J.; MEINEN, R.; MONTES, F.; OTT, T.; FIRKINS, J.; ROTZ, A.; DELL, C.; ADESOGAN, A.; YANG, W.; TRICARICO, J.; KEBREAB, E.; WAGHORN, G.; DIJKSTRA, J.; OOSTING, S. 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO₂ emissions. In: GERBER, P.; HENDERSON, B.; MAKKAR, H. (eds). *FAO Animal Production and Health Paper n. 177*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponível em: www.fao.org/docrep/018/i3288e/i3288e.pdf. Acesso em: out. 2020.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. In: EGGLESTON, H. S.; BUENDIA, L.; MIWA, K.; NGARA, T.; TANABE, K. (eds.). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Japan: IGES, 2006.
- LATAWIEC, A. E.; STRASSBURG, B. B. N.; VALENTIM, J. F.; RAMOS, F.; ALVES-PINTO, H. M. 2014. Intensification of cattle ranching production systems: Socioeconomic and environmental synergies and risks in Brazil. *Animal*, v. 8, p. 1255-1263. Acesso em: out. 2020. DOI: 10.1017/s1751731114001566.
- MICKWITZ, P.; BECK, S.; JENSEN, A.; BRANTH PEDERSEN, A.; AIX, F.; CARSS, D.; FERRAND, N.; GÖRG, C.; KIVIMAA, P.; KUHLCHE, C.; KUINDERSMA, W.; MÁÑEZ, M.; MELANEN, M.; MONNI, S.; REINERT, H.; VAN BOMMEL, S. *Climate Policy Integration as a Necessity for an Efficient Climate Policy*. Paper Presented at the 9th European Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change. Volendam, 2-4 dez. 2009.
- MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. *Depósito do Instrumento de Ratificação do Acordo de Paris*. Ministério das Relações Exteriores. MRE, 2016. Disponível em: www.itamaraty.gov.br/pt-BR/notas-a-imprensa/14771-deposito-do-instrumento-de-ratificacao-do-acordo-de-paris. Acesso em: 18 jan. 2019.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Resenha Energética Brasileira*. Exercício de 2019. 2020e. Disponível em: www.mme.gov.br/documents/36224/459938/RENOVABIO_breve+resumo.pdf/370a6e80-2dd7-8055-d02d-0d5653ced781. Acesso em: 11 dez. 2020.
- RINGLER, C.; BHADURI, A.; LAWFOR, R. The nexus across water, energy, land and food (WELF): potential for improved resource use efficiency? *Curr. Opin. Environ. Sustain*, v. 5, p. 617-624, 2013.
- SIMPSON, G. B.; JEWITT, G. P. W. *The Development of the Water-Energy-Food Nexus as a Framework for Achieving Resource Security: A Review*. 2019.
- UNDP – United Nations Development Programme. *Human Development Indices and Indicators: 2018 Statistical Update*. Washington DC. 2018. 123 p.
- WEITZ, N.; STRAMBO, C.; KEMP-BENEDICT, E.; NILSSON, M. Closing the governance gaps in the water-energy-food nexus: insights from integrative governance. *Glob. Environ. Change*, v. 45, p. 165-73, 2017. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0959378017300031?token=6340BB202ACBB921E0DFF4D76E2D8A34E37E-4487431ED85B1FD170228CD9BA55D2F7B3DC2B8E4085C39CC7D3C2E37E8F>.



Empoderando vidas.
Fortalecendo nações.

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL