

Plano de Descarbonização e Neutralização das Emissões de GEE do Espírito Santo

Políticas, Diretrizes e Estratégias necessárias
para a neutralização das emissões de GEE do
ES até 2050



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Governador

JOSÉ RENATO CASAGRANDE

Vice-Governador

RICARDO DE REZENDE FERRAÇO

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Secretário

FELIPE RIGONI LOPES

Subsecretários (as)

ROBSON MONTEIRO DOS SANTOS

EIZEN MONTEIRO WANDERLEY

Assessora Técnica

JULIANA DOS REIS

Secretaria de Economia e Planejamento – SEP

ÁLVARO ROGÉRIO DUBOC FAJARDO

Secretaria de Estado de Desenvolvimento – SEDES

RICARDO DE REZENDE FERRAÇO

Secretaria de Estado do Governo – SEG

MARIA EMANUELA ALVES PEDROSO

Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca – SEAG

ENIO BERGOLI DA COSTA

Secretaria de Estado da Fazenda – SEFAZ

BENICIO SUZANA COSTA

Secretaria de Trabalho, Assistência e Desenvolvimento Social – SETADES

CYNTIA FIGUEIRA GRILLO

Secretaria de Estado De Direitos Humanos – SEDH

NARA BORGIO CYPRIANO MACHADO

Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura – SEMOBI

FÁBIO NEY DAMASCENO

Secretaria da Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação Profissional – SECTI

BRUNO LAMAS SILVA

Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano – SEDURB

MARCUS ANTÔNIO VICENTE

Secretaria de Gestão e Recursos Humanos – SEGER

MARCELO CALMON DIAS

Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA

ALAIMAR FIUZA

Agência Estadual de Recursos Hídricos – AGERH

FABIO AHNERT

Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo – CBMES

COMANDANTE-GERAL CORONEL BM: ALEXANDRE DOS SANTOS CERQUEIRA

Departamento de Edificações e de Rodovias – DER

JOSÉ EUSTÁQUIO DE FREITAS

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER

DIRETOR-PRESIDENTE: FRANCO FIORO

Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo – IDAF

DIRETOR-PRESIDENTE: LEONARDO CUNHA MONTEIRO

Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação – FAPES

DIRETOR-PRESIDENTE: DÊNIO REBELLO ARANTES

Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN

DIRETOR-PRESIDENTE: PABLO SILVA LIRA

Companhia Espírito Santense de Saneamento – CESAN

DIRETOR-PRESIDENTE: MUNIR ABUD

Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo – ARSP

MARCELO CAMPOS ANTUNES

Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo – BANDES

DIRETOR-PRESIDENTE: MARCELO BARBOSA SAINTIVE

Banco do Estado do Espírito Santo – BANESTES

DIRETOR-PRESIDENTE: JOSÉ AMARILDO CASAGRANDE

Este documento é um produto do projeto intitulado “Plano Estadual de Mudanças Climáticas – Estruturação”, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo e executado por pesquisadores da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) Agência de Regulação de Serviços Públicos (ARSP) e Governo do Estado do Espírito Santo. Para mais informações, acesse: <http://impactoclima.ufes.br/NetZeroES>

Execução:



GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria de Estado do
Meio Ambiente e Recursos Hídricos



GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria de Agricultura
Abastecimento, Aquicultura e Pesca



GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria de Estado de
Economia e Planejamento



Apoio Técnico:



Financiamento:



Ficha catalográfica:

Plano de Descarbonização e Neutralização das Emissões de GEE do Espírito Santo – Caderno de Planejamento Estratégico: Estratégias, Ações e Políticas Públicas necessárias para a neutralização das emissões de GEE do ES até 2050, Relatório Técnico, Governo do Estado do Espírito Santo, Vitória/ES, 2023.

199, p. il. color. Vitória, março de 2024.

1. Descarbonização; 2. Carbono Zero. 3. Energias Renováveis. 4. Transição energética. 5. Mudanças climáticas. 6. Desenvolvimento sustentável

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Geral

Neyval Costa Reis Júnior, PhD em Engenharia Ambiental UFES

Coordenação Técnica

Ademir Abdala Prata Junior, PhD em Engenharia Civil e Ambiental UFAL

Integração temática e Mobilização Social

Renato Ribeiro Siman, Doutor em Hidráulica e Saneamento UFES

Luciana Harue Yamane, Doutora em Engenharia Metalúrgica UFES

Alfredo Sarlo Neto, Doutor em Ciências Contábeis UFES

Elson Silva Galvão, Doutor em Engenharia Ambiental UFES

Agropecuária, Florestas e Mudança do Uso do Solo

Fábio Partelli, Doutor em Produção Vegetal UFES

Mércia Regina Pereira de Figueiredo, Doutora em Nutrição Animal INCAPER

José Eduardo Pezzopane, Doutor em Ciência Florestal UFES

Daiani Bernardo Pirovani, Doutora em Produção Vegetal IFES

Gilson Fernandes da Silva, Doutor em Ciência Florestal UFES

Pedro Luis Pereira Teixeira de Carvalho, Mestre em Genética e SEAG

Melhoramento de Plantas

Energia, Indústrias e Transportes

Rodrigo de Alvarenga Rosa, Doutor em Engenharia Elétrica UFES

Gilberto De Martino Jannuzzi, PhD em Estudos de Energia UNICAMP

Jussara Farias Fardin, Doutora em Engenharia Elétrica UFES

Alexandre de Mello Delpupo, Doutor em Física ARSP-ES

José Joaquim Conceição Soares Santos, Doutor em Engenharia Mecânica UFES

Resíduos

Renato Ribeiro Siman, Doutor em Hidráulica e Saneamento UFES

Luciana Harue Yamane, Doutora em Engenharia Metalúrgica UFES

Inventário de Emissões de GEE

Elisa Valentim Goulart, PhD em Meteorologia UFES

Bruno Furieri, DSc em Engenharia Ambiental UFES

Jane Méri Santos, PhD em Engenharia Ambiental UFES

Planejamento Estratégico e Ligação com o Governo do Estado

Robson Monteiro dos Santos, MSc em Engenharia Ambiental SEAMA-ES

Victor Guedes Barbosa, Especialista em Engenharia de Produção FAPES

Juliana dos Reis, Especialista em Mudanças Climáticas SEAMA-ES

Joseane de Fátima Geraldo Zoghbi, MSc em Administração BANESTES

Eizen Monteiro Wanderley, MSc Social Entrepreneurship SEAMA-ES

Anna Claudia Aquino dos Santos Pela, Mestre em Economia SEP-ES

Elizane Maria Carneiro Jubini, Graduada em Serviço Social SEP-ES

Apoio Técnico

Jaihany Vicente Gama, estagiária de Engenharia Ambiental
João Pedro Leal Dias, estagiário de Engenharia Ambiental
Beatriz Vescovi Cuzzuol, estagiária de Engenharia Ambiental
Dianne dos Santos Silva, Engenheira de Produção

IFES
UFES
UFES
UFES

GRUPO DE SUSTENTAÇÃO

- ARSP ES - Agência de Regulação de Serviços Públicos do ES
- SEDES - Secretaria da Ciência, Tecnologia, Inovação, Educação Profissional e Desenvolvimento Econômico do ES
- FINDES - Federação das Indústrias do Espírito Santo
- Comissão Estadual de Mudanças Climáticas



Energia &
Indústria

- FETRANSPORTES - Federação das Empresas de Transportes do Estado do ES
- Comissão Estadual de Mudanças Climáticas
- FINDES - Federação das Indústrias do Espírito Santo
- SEMOBI - Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura do ES
- CETURB/ES - Companhia Estadual de Transportes Coletivos de Passageiros do Estado do Espírito Santo



Transportes

- AMUNES - Associação dos Municípios do Espírito Santo
- FINDES - Federação das Indústrias do Espírito Santo
- IEMA - Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
- ARSP ES - Agência de Regulação de Serviços Públicos do ES
- Comitê Gestor de Resíduos Sólidos
- Sindicato das Empresas de Reciclagem do Estado do Espírito Santo
- Sindicato Estadual das Empresas de Limpeza Urbana do ES
- CESAN - Companhia Espírito Santense de Saneamento
- Comissão Estadual de Mudanças Climáticas
- SEDURB - Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano



Resíduos

- FAES - Federação da Agricultura do Estado do Espírito Santo
- FINDES - Federação das Indústrias do Espírito Santo
- SEAG - Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca
- FETAES - Federação dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras Familiares do Estado do Espírito Santo
- SECTIDES - Secretaria da Ciência, Tecnologia, Inovação, Educação Profissional e Desenvolvimento Econômico do ES
- Comissão Estadual de Mudanças Climáticas
- SOS Mata Atlântica



AFOLU

RESUMO

O Espírito Santo aderiu oficialmente às campanhas “Race to Zero” (Corrida para o Zero) e “Race to Resilience” (Corrida para a Resiliência), comprometendo-se com a realização de ações visando à neutralização de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) até 2050 e a resiliência climática. Como parte das ações necessárias para o cumprimento das metas acordadas pelo Estado, destaca-se a necessidade de elaboração de estratégias e ações para atingir as metas de neutralização de emissões de GEE.

A construção do Plano de Neutralização de Emissões de GEE do ES parte do princípio de que o Estado participa da transição como agente catalisador das mudanças da economia, promovendo transformações por meio da criação de mecanismos e políticas públicas que auxiliem e viabilizem as mudanças dos setores da economia do ES.

Com o objetivo de facilitar as análises e discussões por setor de atividade, sistematizando a análise de resultados e as proposições de políticas e estratégias para atingir os objetivos pretendidos dentro de cada atividade econômica, foram identificar 4 (quatro) áreas temáticas para a implementação de ações que levem a descarbonização da economia do ES: Energia & Indústria; Transportes; Resíduos; e AFOLU (sigla em inglês para Agropecuária, Florestas e Uso do Solo), com base na análise das emissões por atividade econômica. Neste contexto, foram delineadas 04 Políticas Estratégicas que foram compartilhadas por todas as áreas temáticas: (i) Minimização das Emissões, (ii) Aumento da Eficiência, (iii) Mecanismos de Compensação de Emissões e (iv) Remoção e Captura de GEE.

Este documento oferece uma visão abrangente das rotas para neutralizar as emissões do ES, fundamentado nas diretrizes, estratégias, indicadores e metas delineadas, bem como nos dados coletados durante a fase de diagnóstico. Ele descreve a trajetória de redução de emissões, baseando-se no potencial de cada estratégia delineada, com projeções para 2030, 2040 e 2050. O texto analisa setores específicos como Energia e Indústria, Agropecuária, Florestas e Mudanças do Uso do Solo (AFOLU), Resíduos e Transportes, apresentando cenários de evolução das emissões para cada setor. Detalhes sobre as estratégias de mitigação e os indicadores utilizados para priorizar essas estratégias com base no potencial de redução de emissões também são fornecidos.

Além disso, o documento realiza uma análise sobre como a combinação dessas estratégias pode minimizar as emissões em cada setor e como a interação entre as estratégias de diferentes setores deve contribuir para alcançar a meta de neutralização de emissões do ES até 2050. Aspectos essenciais relacionados ao financiamento das atividades de descarbonização e à governança das ações ligadas à implementação do Plano de Descarbonização também são discutidos detalhadamente.

SUMÁRIO

Equipe técnica.....	6
Grupo de sustentação.....	8
Resumo	9
Sumário	10
Abreviações e siglas	12
Lista de Figuras.....	16
Lista de Tabelas.....	19
1 Contextualização.....	20
1.1. Ações do Espírito Santo.....	22
2 Rotas para a neutralização das emissões do ES: NetZeroES 2050.....	28
2.1. Políticas, Diretrizes e Estratégias	31
2.2. Cenários futuros de descarbonização	42
3 Energia e indústria	50
4 Agropecuária, Florestas e Mudanças do Uso do Solo.....	77
5 Resíduos	98
6 Transportes	118
7 Desafios para o Financiamento (Público e Privado) das Ações de Descarbonização	136
7.1. Estimativa do Volume de Recursos Financeiros para atender às ações	138
7.2. Oportunidades de Financiamentos.....	140
7.2.1. Financiamentos (Instituições Financeiras Públicas e Privadas).....	140
7.2.2. Financiamento público	152
7.3. Alternativas de Financiamento	157
7.3.1. Títulos “Verdes” – Títulos de Dívida.....	157
7.3.2. Blended Finance	161
7.3.3. Créditos de Carbono.....	161
7.4. Oportunidades e Desafios.....	163
8 Governança	167
8.1. MRV - Monitoramento, Relato e Verificação.....	173

8.2. Revisão e melhoria contínua	176
Referências bibliográficas.....	178
Anexos	182
Anexo I	183
Anexo II.....	187
Anexo III.....	191
Anexo IV.....	193

ABREVIATÓES E SIGLAS

Relação de siglas e abreviaturas adotadas nesta publicação:

ABC+	Plano de Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária do ES
ABESOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACL	Ambiente de Contratação Livre
AFOLU	Agropecuária, Florestas e Uso do Solo
AGERH	Agência Estadual de Recursos Hídricos
ALES	Assembleia Legislativa do Estado do Espírito Santo
AMUNES	Associação dos Municípios do Espírito Santo
ANAMMA	Associação Nacional de Órgãos Municipais de Meio Ambiente
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APE	Autoprodutor de Energia
ARSP-ES	Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo
ASPE	Agência de Serviços Públicos de Energia do Estado do Espírito Santo
BEES	Balanco Energético do Estado De Espírito Santo
BEP	<i>Brazil Energy Programme</i>
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CCUS	<i>Carbon Capture, Utilization and Storage</i>
CDR	<i>Carbon dioxide removal</i>
CEDAGRO	Centro de Desenvolvimento do Agronegócio
CEMC	Comissão Estadual de Mudanças Climáticas
CENBIO	Centro Nacional de Referência em Biomassa
CESAN	Companhia Espírito Santense de Saneamento
CETURB/ES	Companhia Estadual de Transportes Coletivos de Passageiros do Estado do Espírito Santo
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONPET	Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
CONSEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente
CSP	<i>Concentrating Solar Power</i>
EFVM	Estrada de Ferro Vitória a Minas
EIA	<i>Energy Information Administration</i>
EOL	Central Geradora Eólica
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
EU	<i>European Union</i>
FAES	Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do ES

FETAES	Federação dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras Familiares do Estado do Espírito Santo
FETRANSPORTES	Federação das Empresas de Transportes do Estado do Espírito Santo
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FINDES	Federação das Indústrias do Espírito Santo
GEE	Gases causadores de Efeito Estufa
GHG	Greenhouse Gas
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i>
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GNL	Gás Liquefeito Natural
GNV	Gás Natural Veicular
GPC	<i>Global Product Classification</i>
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
HVO	<i>Hydrotreated Vegetable Oil</i>
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICLEI	<i>International Council for Local Environmental Initiatives</i>
IDAF	Instituto de Defesa Agropecuária de Florestal
IDEIES	Instituto de Desenvolvimento Educacional e Industrial do Espírito Santo
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEA	Agência Internacional de Energia
IEMA	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IFES	Instituto Federal do Espírito Santo
IJSN	Instituto Jones dos Santos Neves
ILPF	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
INCAPER	Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPK	Índice de Passageiro por Quilômetro
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MME	Ministério de Minas e Energia
MOU	<i>Memorandum of Understanding</i>
NBR	Norma Brasileira
NCI	Emissão/Redução Não Contabilizadas no Inventário Nacional
NDC	<i>Nationally Determined Contribution</i>
OC	Observatório do Clima
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OCMR	Organizações de Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
ONS	Operador Nacional do Sistema
ONTL	Observatório Nacional de Transporte e Logística
ONU	Organização das Nações Unidas
PANCLIMA	Plano de Ação Climática do Município de São Paulo
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem

PBEV	Programa Brasileiro de Etiquetação Veicular
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PEDEAG	Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba
PEMC	Plano Estadual de Mudanças Climáticas
PERS-ES	Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Espírito Santo
PGE	Procuradoria Geral do Estado
PIB	Produto Interno Bruto
PIE	Produtor Independente de Energia
PLANARES	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PNE	Plano Nacional de Energia
PNEF	Plano Nacional de Eficiência Energética
PNLI	Plano Nacional de Logística Integrada
PNMU	Política Nacional de Mobilidade Urbana
PROCONVE	Programa Rota 2030 de Mobilidade e Logística, Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores
PRPN	Reservas Particulares de Patrimônio Natural
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
PSTM	Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima
RAA	Resíduos Agrossilvipastoris e Agroindustriais
RDO	Resíduos Domésticos
REE	Resíduos Eletroeletrônicos
REG	Registro
RENOVABIO	Política Nacional de Biocombustíveis
RLU	Resíduos de Limpeza Urbana
RSPS	Resíduos do Serviço Públicos de Saneamento
RSS	Resíduos do Serviço de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAAE	Serviços Autônomos de Água e Esgoto
SAF	Sistema Agroflorestal
SANEAR	Serviço Colatinense de Meio Ambiente e Saneamento
SEAG	Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca do ES
SEAMA-ES	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SECTI	Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação, Educação Profissional
SEDES	Secretaria de Desenvolvimento Econômico
SEDURB	Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano
SEEG	Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa
SEMOBI	Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura
SEP-ES	Secretaria de Economia e Planejamento do Espírito Santo
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SIGA	Sistema de Informação de Geração da Aneel
SIN	Sistema Interligado Nacional
SP	Serviços Públicos
SWOT	<i>Strengths, weaknesses, opportunities e threats</i>

TRANSCOL	Serviço Público de Transporte Coletivo Urbano Municipal de Passageiros de Cariacica, Serra e Viana e Intermunicipal Metropolitano de Passageiros da RMGV
UASB	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>
UC	Unidade de Conservação
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
VA	Valor Adicionado
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Setores que compõem as áreas temáticas selecionadas para o agrupamento de estratégias.....	30
Figura 2. Diretrizes e Estratégias para neutralização de emissões de GEE para a área temática de Indústria & Energia.	35
Figura 3. Estratégias para neutralização de emissões de GEE para a área temática de AFOLU.	36
Figura 4. Estratégias para neutralização de emissões de GEE para a área de temática de Resíduos.	37
Figura 5. Estratégias para neutralização de emissões de GEE para a área temática de Transportes.	38
Figura 6. Inventário de emissões de GEE do ES em MtCO ₂ e/ano e participação percentual de cada subsetor, ano base 2021.	44
Figura 7. Distribuição acumulada de emissões brutas de GEE no ES (Curva ABC), onde os subsetores responsáveis por 80% das emissões (total acumulado) estão destacadas em vermelho (Categoria A), os subsetores responsáveis por 15% das emissões (total acumulado) estão destacadas em laranja (Categoria B) e os subsetores responsáveis por 5% das emissões (total acumulado) estão destacadas em marrom (Categoria C). Os rótulos de cada coluna indicam as emissões anuais de cada subsetor.	46
Figura 8. Evolução temporal das emissões de GEE no ES para o Cenário de Referência para cada setor de atividade.....	47
Figura 9. Evolução temporal das emissões de GEE no ES para o Cenário de Referência e para o Cenário de Mitigação separada para cada setor de atividade.	48
Figura 10. Distribuição das emissões acumuladas no setor Energia & Indústria (Curva ABC) para o ano base 2021, onde as fontes responsáveis por 80% das emissões do setor estão indicadas em vermelho.....	51
Figura 11. Projeção das emissões de GEE do setor de Energia & Indústria no ES para o Cenário de Referência e para o Cenário de Mitigação separada cada subsetor de atividade.	54
Figura 12. Potencial de mitigação das diretrizes propostas para o setor de Energia e Indústria.....	56
Figura 13. Potencial de mitigação das estratégias propostas para o setor de Energia e Indústria.....	57

Figura 14. Distribuição das emissões acumuladas no setor AFOLU (Curva ABC) para o ano base 2021, onde as fontes responsáveis por 80% das emissões do setor estão indicadas em vermelho.	78
Figura 15. Projeção das emissões de GEE do setor de AFOLU no ES para o Cenário de Referência e para o Cenário de Mitigação separada cada subsetor de atividade.	81
Figura 16. Potencial de mitigação das diretrizes propostas para o setor AFOLU.	83
Figura 17. Potencial de mitigação das estratégias propostas para o setor de AFOLU.	84
Figura 18. Distribuição das emissões acumuladas no setor de Resíduos (Curva ABC) para o ano base 2021, onde as fontes responsáveis por 80% das emissões do setor estão indicadas em vermelho.	99
Figura 19. Projeção das emissões de GEE do setor de Resíduos no ES para o Cenário de Referência e para o Cenário de Mitigação separada para cada subsetor de atividade.	103
Figura 20. Potencial de mitigação das diretrizes propostas para o setor de Resíduos.	104
Figura 21. Distribuição das emissões acumuladas no setor de Transportes (Curva ABC) para o ano base 2021, onde as fontes responsáveis por 80% das emissões do setor estão indicadas em vermelho.	119
Figura 22. Projeção das emissões de GEE do setor de Transportes no ES para o Cenário de Referência e para o Cenário de Mitigação separada cada subsetor de atividade.	121
Figura 23. Potencial de mitigação das diretrizes propostas para o setor de Transportes.	123
Figura 24. Potencial de mitigação das estratégias propostas para o setor de Transportes.	124
Figura 25. Fluxo Recursos no Financiamento (Dívidas Condicionadas)	141
Figura 26. Representação esquemática da avaliação do orçamento público estadual alinhado às atividades com potencial de redução de emissões de GEE. Fonte: Adaptado de PoMuC (2023).	155
Figura 27. Fluxo de Recursos na Emissão de Títulos Verdes.	159
Figura 28. Evolução do Mercado Brasileiro de Títulos Verdes. Fonte: Elaboração própria com base em NINT(2023).	160
Figura 29. Histórico Transferências recebidas pelo FUNSES. Fonte: Elaboração própria com dados de SEFAZ (2022).	165
Figura 30. Composição do Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas.	170
Figura 31. Composição dos Comitês Estratégicos do Programa Capixaba de Mudanças Climáticas.	171

Figura 32. Eixos de atuação das políticas públicas e medidas governamentais previstas no Programa Capixaba de Mudanças Climáticas.	172
Figura 33. Competências do Programa Capixaba de Mudanças Climáticas prevista no Decreto 5387/2023.	173
Figura 34. Elementos principais do MRV de um Plano de Descarbonização.	175

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Modelo de tabela de especificação de metas e potencial de mitigação para cada estratégia.....	40
Tabela 2. Modelo de tabela para análise multicritérios para os aspectos tecnológicos, aspectos ambientais, aspectos econômicos e condições político institucionais de cada estratégia.....	42
Tabela 3. Linhas de Financiamentos disponibilizadas pelos Bancos	142
Tabela 4. Linhas de Financiamento disponíveis para cada Área/Diretriz.	143
Tabela 5. Valores alocados na LOA 2022 por Secretaria de Estado (ES).	154
Tabela 6. Composição do Ativo do FUNSES em 2022. Fonte: Elaboração própria com dados de SEFAZ (2022).....	164



1

CONTEXTUALIZAÇÃO

Os seres humanos estão influenciando cada vez mais o clima e a temperatura da Terra. O IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) da ONU demonstra, em seu 6º relatório (IPCC, 2023), que a influência humana nas mudanças climáticas é inequívoca, induzindo significativas alterações no clima e causando mudanças observadas em extremos climáticos, como ondas de calor, forte precipitação, secas e tempestades.

Os últimos dados do IPCC (IPCC, 2023) demonstram que as concentrações atmosféricas de Gases de Efeito Estufa (GEE) tem se elevado consideravelmente desde a Revolução Industrial. Notadamente, as concentrações atmosféricas de CO₂ são mais altas do que em qualquer momento em pelo menos 2 milhões de anos, e as concentrações de CH₄ e N₂O foram maiores do que em qualquer momento em pelo menos 800.000 anos. Desde 1750, os aumentos nas concentrações de CO₂ (47%) e CH₄ (156%) excedem em muito as mudanças que ocorreram naturalmente ao longo de milhares de anos no planeta. A temperatura da superfície global aumentou mais rápido desde 1970 do que em qualquer outro período de 50 anos, pelo menos nos últimos 2000 anos. Os extremos de calor se tornaram mais frequentes e mais intensos na maioria das regiões terrestres desde 1950, enquanto os extremos de frio tornaram-se menos frequentes e menos intensos.

O aquecimento global intensificou o ciclo global da água, incluindo sua variabilidade, precipitação global e a severidade de eventos úmidos e secos, com consequências significativas para a agricultura e desastres naturais. Segundo o IPCC, é muito provável que eventos de forte precipitação e estiagem se intensifiquem e se tornem ainda mais frequentes, levando a episódios mais frequentes de inundações e secas como já se tem observado nos noticiários atuais. A mudança climática de origem antropogênica já contribuiu para o aumento das secas agrícolas e ecológicas em diversas regiões, devido ao aumento da evapotranspiração do solo e das vegetações. A influência humana, também,

aumentou a chance de eventos climáticos extremos desde a década de 1950, incluindo aumentos na frequência de ondas de calor e secas, clima propício a incêndios e a inundações.

Os resultados de modelos de projeção de cenários climáticos futuros demonstram que a temperatura da superfície global continuará a aumentar até, pelo menos, meados do século em todos os cenários de emissões considerados, mesmo com as políticas mais agressivas de redução de emissões. Estima-se que o aquecimento global de 1,5 °C e 2 °C será excedido durante o século 21, a menos que reduções profundas em emissões de CO₂ e outros GEE ocorram nas próximas décadas.

Desta forma, é extremamente importante planejar ações de mitigação e adaptação para cada região. Ações de mitigação são focadas na redução das emissões de GEE para evitar ou reduzir a mudança do clima. Ações de adaptação estão relacionadas a agir para se adaptar aos efeitos atuais das mudanças climáticas e preparar para impactos previstos no futuro.

1.1. AÇÕES DO ESPÍRITO SANTO

Como parte dessas ações, o Estado do Espírito Santo criou o Fórum Estadual de Mudanças Climáticas, que é presidido pelo governador do Estado, atualmente, Renato Casagrande, e tem representantes das secretarias de Estado, órgãos e autarquias, além de representantes da sociedade civil organizada e o setor produtivo, incluindo: da Federação das Indústrias do Espírito Santo (FINDES); da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado (FAES); da Federação das Empresas de Transportes do Estado do Espírito Santo (FETRANSPORTES); da Coordenação Estadual de Proteção e Defesa Civil; da Procuradoria Geral do Estado (PGE); da Assembleia Legislativa do Estado do Espírito Santo (ALES); da Academia; da Associação Nacional de Órgãos Municipais de Meio Ambiente (ANAMMA); da Associação dos Municípios do Espírito Santo (AMUNES); do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA). As decisões do Fórum Estadual de Mudanças Climáticas são baseadas nos direcionamentos técnicos da Comissão Estadual de Mudanças Climáticas, que propõe as ações que devem constituir o Plano Estadual de Mudanças Climáticas e representam o conjunto de projetos e estratégias a serem adotadas pelo Estado do Espírito Santo para enfrentar as causas e efeitos das Mudanças Climáticas.

As decisões do Fórum Estadual de Mudanças Climáticas são baseadas nos direcionamentos técnicos da Comissão Estadual de Mudanças Climáticas, que propõe as ações que devem constituir o Plano Estadual de Mudanças Climáticas e representam o conjunto de projetos e estratégias a serem adotadas pelo Estado do Espírito Santo para enfrentar as causas e efeitos das Mudanças Climáticas.

A Comissão Estadual de Mudanças Climáticas realizou reuniões com representantes de 4 Estados da Federação (Minas Gerais, Pernambuco, Paraná e São Paulo), que já construíram ou estão construindo seus Planos Estaduais de Enfrentamento às Mudanças Climáticas, de maneira a analisar os elementos, ações e estratégias necessários para a construção do plano estadual do ES e avaliar os principais desafios em sua elaboração e implementação. Assim, como resultado dessas ações, foi elaborado o documento “Nota Conceitual para elaboração do Plano Estadual de Mudanças Climáticas” (CEMC, 2021), que descreve 24 ações necessárias para o enfrentamento das questões relacionadas às mudanças climáticas no ES. A lista completa de elementos necessários para a construção do Plano inclui itens que vão desde as ações de construção/adaptação de infraestrutura para as novas condições climáticas até a implementação de instrumentos de financiamento para apoiar as modificações necessárias na matriz energética, transportes, processos industriais e demais atividades relacionadas.

Destaca-se como uma ação significativa do estado para alcançar os objetivos do Plano, a criação do Programa Capixaba de Mudanças Climáticas. Esse programa tem como objetivo coordenar e integrar eficazmente ações e políticas públicas voltadas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Sua estrutura inclui uma Coordenação Geral, liderada pelo Governador do Estado do Espírito Santo, uma Coordenação Executiva, sob a responsabilidade do Secretário de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da SEAMA, e quatro Comitês Estratégicos. Esses comitês, formados por Secretarias de Estado, Autarquias estaduais e Empresas Públicas, atuam em áreas diretamente relacionadas à implementação das ações estaduais para mitigação e adaptação às mudanças climáticas. A missão desses comitês é propor, monitorar o desempenho e integrar de maneira mais eficiente e coordenada as ações e políticas públicas voltadas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas no estado.



Race to Zero é uma campanha global para reunir lideranças com objetivo de alcançar emissões líquidas zero de gases de efeito estufa até 2050, visando a limitar o aumento da temperatura global a 1,5 °C.

Esta campanha promovida pela ONU mobiliza uma coalizão das principais iniciativas Net Zero, representando 1.049 cidades, 67 regiões, 5.235 empresas, 441 dos maiores investidores e 1.039 instituições de ensino superior. Esses atores da “economia real” juntam-se a 120 países na maior aliança de todos os tempos comprometida em alcançar emissões líquidas zero de carbono até 2050, que agora cobrem quase 25% das emissões globais de CO₂ e mais de 50% do PIB.

O Espírito Santo aderiu oficialmente às campanhas “*Race to Zero*” (Corrida para o Zero) e “*Race to Resilience*” (Corrida para a Resiliência), da Organização das Nações Unidas (ONU), comprometendo-se com a realização de ações visando à neutralização de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) até 2050 e à resiliência climática. Como parte das ações necessárias ao cumprimento das metas acordadas pelo Estado, destaca-se a necessidade de elaboração de estratégias e ações para atingir as metas de neutralização de emissões de GEE. Esta construção requer extenso trabalho de pesquisa de alternativas tecnológicas para a mitigação das emissões de GEE e confecção de instrumentos e políticas públicas para apoiar e viabilizar as modificações necessárias na matriz energética, transportes, processos industriais e demais atividades relacionadas.

É importante salientar que tal esforço não deve apenas incluir especialistas e pesquisadores nos temas afetos a mitigação e adaptação, mas também os setores do governo do Estado, setores privados e a sociedade civil organizada. Desta forma, a elaboração deste Plano tem seu foco na busca de alternativas tecnológicas, incorporando neste trabalho a visão dos atores relevantes (*stakeholders*) da sociedade civil, representantes do governo e representantes da iniciativa privada, incluindo a proposição de mecanismos e políticas públicas que auxiliem e viabilizem as transformações necessárias.

O trabalho de pesquisa de alternativas/rotas tecnológicas é conduzido por especialistas em cada uma de suas áreas temáticas e servidores do Estado especificamente designados para atuar como elo entre o Plano Estratégico de Governo do Estado e o trabalho técnico desenvolvido pelos pesquisadores, garantindo o alinhamento das estratégias com a visão do Governo.

Na área de Agropecuária, o Plano de Neutralização de Emissões de GEE do ES é construído de maneira alinhada ao Plano de Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária do ES (ABC+), coordenado pela Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca do ES (SEAG), de maneira a consolidar os esforços no setor agropecuário do ES para produzir sistemas sustentáveis, resilientes e produtivos.

A forma de construção do Plano de Neutralização de Emissões foi baseada na abordagem de Planejamento Estratégico, contemplando as etapas de **Diagnóstico** (inventário de emissões existente, vocações, potencialidades, limitações e características socioeconômicas do Estado) e **Planejamento**, definindo Diretrizes, Estratégias, Indicadores e Metas para atingir o objetivo estratégico de neutralização de emissão de GEE do ES até 2050. Uma descrição completa da metodologia empregada na construção deste Plano é apresentada no “Caderno de Metodologia do Plano de Descarbonização e Neutralização das Emissões de GEE do ES”, que inclui descrições detalhadas da abordagem de planejamento estratégico empregada e do plano de mobilização social para engajamento

e participação dos stakeholders. Este documento está disponível em: <http://impactoclima.ufes.br/NetZeroES/documentos>.

Os resultados da etapa de **Diagnóstico** são apresentados no “Caderno de Diagnóstico do Plano de Descarbonização e Neutralização das Emissões de GEE do ES”, que inclui descrições detalhadas do inventário de emissões existente, vocações, potencialidades, limitações e características socioeconômicas do Estado e está disponível em: <http://impactoclima.ufes.br/NetZeroES/documentos>.

O presente documento apresenta o produto da etapa de **Planejamento**, apresentando descrições detalhadas das Diretrizes, Estratégias, Indicadores e Metas para atingir a meta estratégica de neutralização de emissão de GEE do ES até 2050. As Diretrizes, Estratégias e Indicadores são empregados para construir a Rota para a neutralização das emissões do ES, trazendo indicadores para priorização de estratégias baseadas no potencial de redução



O que é o ABC+?

O ABC+ES, Plano Estadual para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária, é uma agenda estratégica do Estado do Espírito Santo alinhado ao Plano Setorial Nacional que dá continuidade à política setorial para enfrentamento à mudança do clima no setor agropecuário. O primeiro ciclo foi o Plano ABC 2010 – 2020, a versão Nacional foi publicada em 2012 e a versão do Espírito Santo publicada em 2014. Após os primeiros 10 anos de execução do Plano ABC, novas bases estratégicas foram incorporadas, ratificando-se o fomento àquelas tecnologias de produção que agregam maior eficiência produtiva, conservam solo, água e vegetação, e promovem maior controle das emissões de GEE. EM 2021, Plano ABC+ nacional foi publicado, incluindo ações para 2020 – 2030.

No ES, a confecção do Plano ABC+ é conduzida pela SEAG, com base em reuniões e workshop com atores representativos do setor. Em 2023, foi construída a matriz SWOT para o ES e discutidas metas das tecnologias previstas no Plano ABC+ES, bem como as ações para que as metas sejam alcançadas.

As instituições que atualmente compõem o Grupo Gestor ES são: SEAG, Ministério da Agricultura e Pecuária, Abastecimento e Consumo (Mapa), SEAMA, INCAPER, IDAF, Federação da Agricultura e Pecuária do Espírito Santo e o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Espírito Santo (Faes/Senar), Banco do Nordeste (BNB), Banco do Brasil, Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo (Bandes), Caixa Econômica Federal, Sistema de Cooperativa de Crédito do Brasil (Sicoob), UFES, FAESA, IFES, World Resources Institute (WRI), Creas-ES, IBGE, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), Sebrae-ES, Companhia Nacional de Abastecimento (Conab-ES) e Organização das Cooperativas do Brasil (OCB-ES).

Para mais informações:

<https://www.youtube.com/watch?v=LiDhhXxApb8> e

<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/375/1/Plano-ABC-Ainfo.pdf>

de emissões e nas barreiras identificadas, divididos por setor de atividade econômica. Esta análise permite a construção de cenários futuros de descarbonização e neutralização das emissões do ES, que servirão de guia para a elaboração, implementação e revisão das ações e políticas públicas ao longo da trajetória para a neutralização de emissões do ES até 2050. Valendo destacar que este é um esforço coletivo entre entes públicos e privados e que os setores produtivos não conseguirão atingir os potenciais de redução de emissões sem a existência de mecanismos, ações, políticas, incentivos e financiamentos por parte do Poder Público que suportem e viabilizem essa transição.

As metas citadas neste plano são na verdade objetivos visados em cenários cuja concretização depende necessariamente do endereçamento de condicionantes, como por exemplo: disponibilização de matérias primas a preços competitivos (como gás natural, biomassa e hidrogênio), fomento à transição para matrizes energéticas sustentáveis alinhada a uma infraestrutura de transmissão e geração adequada, infraestruturas logísticas locais, investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Neste contexto, os recursos públicos devem ser canalizados para a criação e implementação de ações, políticas e mecanismos públicos voltados a estratégias de descarbonização. Essa destinação de recursos permitirá substancial participação do setor público na jornada de redução de emissões, o que é bastante importante na medida em que as NDCs (Contribuições Nacionalmente Determinadas) obrigam não somente o setor privado, mas também o público. As metas indicadas neste documento, não devem ser confundidas com metas ou objetivos para os setores produtivos. Aqui, as metas refletem os objetivos estabelecidos para cada uma das estratégias selecionadas, ou seja, são metas relacionadas às políticas públicas a serem implementadas. Por conseguinte, é fundamental um processo contínuo de acompanhamento, uma vez que a eficácia das políticas públicas em vigor precisa ser avaliada constantemente. Caso as políticas propostas não estejam alinhadas com as metas estabelecidas para os horizontes temporais de 2030, 2040 e 2050, será necessário revisá-las para assegurar o alcance do objetivo estratégico global de neutralização das emissões do ES até 2050.

Além dos aspectos ligados às Diretrizes, Estratégias, Indicadores e Metas para a construção dos cenários futuros em cada setor, este documento discute os aspectos ligados ao financiamento das atividades de descarbonização e à governança das ações ligadas à implementação do Plano de Descarbonização. É importante destacar que financiamento das atividades de descarbonização representa um grande desafio, exigindo uma mobilização significativa de recursos públicos e privados, sendo crucial identificar fontes e alternativas de financiamento para viabilizar as metas estabelecidas. Ao mesmo tempo, é crucial definir a forma de governança a ser estabelecida para guiar a trajetória de descarbonização, que deve contemplar não apenas a participação de entes do governo e *stakeholders* da sociedade civil, mas também incluir um plano de monitoramento e

verificação (MRV¹), revisões e aprimoramento contínuo com base nas alterações tecnológicas e visões da sociedade.

Desta forma, este documento está dividido em 8 capítulos. Após este material introdutório e contextualização apresentados no Capítulo 1, o Capítulo 2 apresenta uma visão geral das rotas para a neutralização das emissões do ES, com base nas Diretrizes, Estratégias, Indicadores e Metas delineados e nos dados levantados na etapa de diagnóstico, descrevendo a trajetória de redução de emissões baseada no potencial de cada estratégia delineada com cenários para 2030, 2040 e 2050. Os Capítulos 3, 4, 5 e 6 apresentam análises específicas para os setores de Energia & Indústria, Agropecuária, Florestas e Mudanças do Usos do Solo (AFOLU), Resíduos e Transportes, respectivamente. São apresentados os cenários de evolução das emissões para cada um dos setores, detalhando as estratégias de mitigação e os indicadores utilizados para priorizar tais estratégias com base no potencial de redução de emissões. Além disso, é realizada uma análise sobre como a combinação dessas estratégias pode levar à minimização das emissões em cada setor. O Capítulo 7 discute os aspectos ligados ao financiamento das atividades de descarbonização. Finalmente, o Capítulo 8 propõe uma forma de governança das ações ligadas à implementação do Plano de Descarbonização.

¹ MRV é a sigla para Mensuração, Reporte/Relato e Verificação. Trata-se de uma metodologia estabelecida pela Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima que auxilia no planejamento e estratégias de ações para a execução de um plano climático. Manual sobre Mensuração, Relato e Verificação para Partes Países em Desenvolvimento (UNFCCC, 2014), disponível em <https://climat.be/doc/mrv-manual-pt-final.pdf>



2

ROTAS PARA A
NEUTRALIZAÇÃO DAS
EMISSÕES DO ES:
NetZeroES 2050

Conforme discutido anteriormente, o desenvolvimento do Plano de Neutralização de Emissões foi guiado pela abordagem de Planejamento Estratégico, centrada na integração da visão do governo, do setor produtivo e de outros segmentos da sociedade (*stakeholders*) na criação de estratégias para neutralizar as emissões de gases de efeito estufa até 2050. Neste contexto, a visão dos *stakeholders* é considerada desde as etapas de diagnóstico (inventário de emissões existente, vocações, potencialidades, limitações e características socioeconômicas do Estado) até o delineamento de estratégias e cenários futuros de mitigação.

Com o objetivo de facilitar as análises e discussões por setor de atividade, sistematizando a análise de resultados e as proposições de políticas e estratégias para atingir os objetivos pretendidos dentro de cada atividade econômica, foram identificadas 4 áreas temáticas para a implementação de ações que levem a descarbonização da economia do ES: (i) Energia & Indústria; (ii) Transportes; (iii) Resíduos; e (iv) AFOLU, com base na análise das Emissões por atividade econômica. A Figura 1 apresenta os setores que compõem as áreas temáticas selecionadas para o agrupamento de estratégias.

A construção do Plano de Neutralização de Emissões de GEE do ES parte do princípio de que o Estado participa da transição como agente catalisador das mudanças da economia, promovendo transformações por meio da criação de mecanismos e políticas públicas que auxiliem as transformações dos setores da economia do ES. Conforme indicado pela Nota Técnica, aprovada pelo Fórum Estadual de Mudanças Climáticas, que apresenta os conceitos fundamentais para a elaboração do Plano Estadual de Mudanças Climáticas (CEMC, 2021), o Plano de Neutralização de Emissões de GEE do ES deve incluir a definição ou indicação de estratégias econômicas, de gestão e de regulação para viabilizar e acelerar

a descarbonização da economia, analisando a implementação de políticas públicas, incentivos para fontes de energia mais limpas, linhas de crédito diferenciado para projetos de descarbonização e demais estratégias voltadas a estimular a descarbonização da economia.

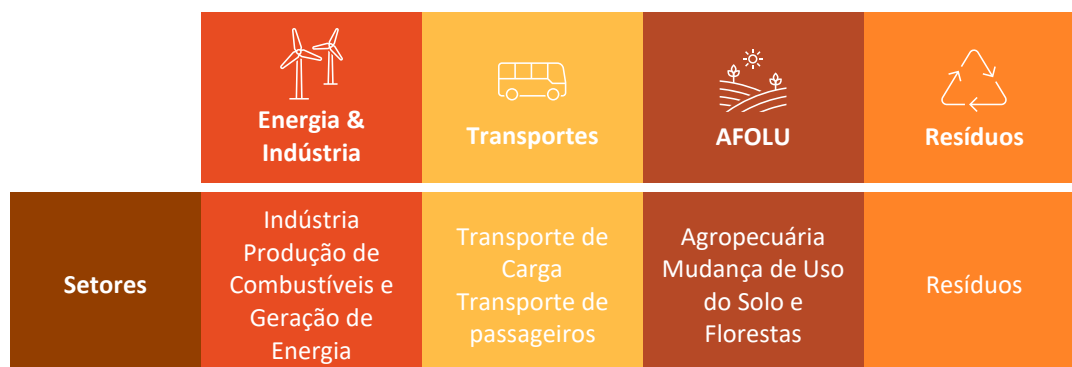


Figura 1. Setores que compõem as áreas temáticas selecionadas para o agrupamento de estratégias.

Com base neste contexto, a ideia fundamental para esta versão do Plano de Neutralização de Emissões de GEE do ES é identificar mecanismos de incentivo, regulamentação e políticas que estimulem a adesão voluntária ao processo de transformação para uma economia livre de carbono e busquem explorar as oportunidades relacionadas às transformações da economia global para potencializar o desenvolvimento do Estado. Neste estágio optou-se por minimizar o uso de ações tradicionais de “comando e controle”, evitando a imposição de limites de emissão ou metas de redução de emissões por setor, priorizando-se ações na esfera econômica. Entretanto, convém ressaltar que o plano estadual busca inovar e colocar o estado como líder na transição climática, ao mesmo tempo em que deve estar ligado às ações em nível nacional, devendo a definição de políticas públicas estaduais estar relacionada às ações de nível internacional e nacional.

É importante reconhecer que as principais empresas do Estado já possuem seus planos de neutralização de emissões por motivos que transcendem as normas nacionais e estaduais. O processo de transformação em vários setores já foi iniciado antes da regulação nacional, por questões ligadas à globalização das preocupações sobre o tema, que envolvem de maneira direta ou indireta questões comerciais, financiamento e a antecipação de novos mecanismos de comando e controle que podem surgir para o cumprimento da NDC (Contribuições Nacionalmente Determinadas) do Brasil, como o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), previsto no Projeto de Lei 412/2022 atualmente em tramitação no Congresso Nacional. Desta forma, é importante antecipar-se às mudanças que já podem ser previstas ou identificadas, transformando-as em oportunidades para desenvolvimento econômico e social.

O conceito de priorizar medidas de incentivo e minimizar a adoção de instrumentos de comando e controle, neste momento, precisa estar firmemente amparado em revisões

periódicas do Plano (que serão discutidas no Capítulo 8, dedicado aos mecanismos de governança). Se a rota considerada mais adequada no momento prioriza mecanismos de incentivo, regulamentação e políticas que estimulem a adesão voluntária ao processo de transformação em detrimento a instrumentos de “comando e controle” tradicionais (como limites de emissão e metas de redução), esta premissa pode ser alterada ou rebalanceada nas próximas revisões do plano, com mecanismos voluntários sendo gradualmente mesclados a mecanismos de controle tradicionais, a depender da efetividade no cumprimento das metas indicadas e das alterações globais de conjuntura. Além disso, é extremamente importante garantir o alinhamento do Plano Estadual com as políticas nacionais de mitigação, que ainda estão em construção. Mais do que isso, é importante construir a base de um plano que seja capaz de se adaptar às mudanças tecnológicas e alterações de conjuntura locais, nacionais ou internacionais ao longo do processo até 2050.

2.1. POLÍTICAS, DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS

Nesse contexto, a etapa de planejamento é construída em 3 níveis de detalhamento: (i) Políticas Estratégicas, (ii) Diretrizes e (iii) Estratégias. As Políticas Estratégicas representam as linhas gerais de construção do Plano, que são compartilhadas por todos os setores de atividades econômicas. As políticas estratégicas são empregadas como base para definir as trajetórias e alternativas tecnológicas de neutralização das emissões em cada setor. Com base nos dados levantados na etapa de diagnóstico, é possível identificar 4 (quatro) políticas estratégicas, que devem ser compartilhadas por todas as áreas temáticas, servindo de instrumento para atingir a meta de neutralização das emissões globais do ES até 2050:

1

Minimização das Emissões

Estratégias de mitigação são as peças centrais dos planos de neutralização de emissões de GEE. A chave para mitigação de emissões, normalmente, passa pelo uso de fontes de energia mais limpas, com baixa ou nenhuma emissão de CO₂e para a atmosfera. Além da transição energética, a neutralização envolve diversos outros fatores, como alteração de processos industriais, gestão adequada de resíduos e uso da terra, por exemplo. Desta forma, é importante entender o processo de transição para uma economia livre de carbono como uma atividade que gradualmente conduzirá ao objetivo desejado. A rota de transição deve incorporar não apenas os aspectos tecnológicos, mas também os aspectos econômicos e sociais. O processo de transição adequadamente conduzido pode levar ao desenvolvimento econômico de setores que se aproveitem das oportunidades da economia global descarbonizada.

②

Aumento da Eficiência

Uma rota muito relevante para a mitigação das emissões é tornar o consumo de energia e recursos naturais mais eficiente. Visto que a matriz energética atual é fortemente baseada em combustíveis fósseis, a redução do consumo específico de energia pela eficientização dos processos torna-se uma rota razoavelmente rápida e de custo relativamente baixo para mitigar as emissões de GEE. Várias tecnologias já estão disponíveis para aumento de eficiência em diversos setores a um custo acessível, podendo gerar ganhos significativos em curto prazo.

③

Mecanismos de Compensação de Emissões

Mecanismos de compensação de emissões são um vetor importante no caminho para a neutralidade de emissões de GEE. O objetivo principal de planos de neutralização é mitigar as emissões, evitando as emissões de GEE para a atmosfera. Entretanto alguns setores podem ser de difícil descarbonização, tornando a rota mais lenta e custosa. Neste caso é importante ter opções de compensação disponíveis. É importante salientar que a simples compensação não pode ser usada como alternativa para não redução das emissões, ela deve ser um acessório ao processo. Mais do que isso, técnicas de compensação podem e devem estar relacionadas a co-benefícios, como a restauração de florestas e biodiversidade.

④

Remoção e Captura de GEE

Tão importante quanto a redução das emissões no processo de transição para a neutralidade climática, são os processos de remoção e captura de carbono da atmosfera. Neste contexto, o ES tem um potencial bastante significativo para atuação, não apenas pelo potencial para atividades futuras, mas também pela significativa contribuição de programas de preservação e reconstituição da cobertura florestal já em andamento. Desta forma, esta política estratégica visa a ampliar os esforços atuais e explorar o potencial de remoção e captura de carbono de outros setores de atividade econômica.

Enquanto as Políticas 1 e 2 tem seu objetivo facilmente relacionado à rota para uma economia livre de carbono, é importante definir mais claramente o papel das Políticas 3 e 4, visto que em muitas situações um empreendimento ou setor responsável por emissões de GEE pode decidir criar seu próprio projeto de remoção ou captura de GEE² (um projeto de reflorestamento, por exemplo). Neste caso, as atividades de Compensação de Emissões e as atividades de Remoção e Captura de GEE se confundem e são internalizadas pelo empreendimento, ou seja, o próprio empreendimento compensa internamente as suas emissões, reduzindo suas emissões globais líquidas.

Todavia, para a definição de políticas públicas é importante a diferenciação entre as atividades de Compensação de Emissões e as atividades de Remoção e Captura de GEE. Os estímulos e estratégias necessários para fomentar e regulamentar cada uma delas são diferentes e os agentes responsáveis pela execução destas atividades também são diferentes, *a priori*. Em princípio, a compensação de emissões deve ser feita por aqueles setores que são responsáveis pelas emissões (setor industrial ou de transportes, por exemplo), buscando “compensar” as emissões não mitigadas com o apoio a projetos de Remoção e Captura de GEE. Por outro lado, as atividades de Remoção e Captura de GEE serão realizadas por agentes responsáveis por projetos de reflorestamento (setor florestal ou agropecuário, por exemplo) ou empresas de tecnologia responsáveis por projetos de CCUS. Desta forma, as duas atividades devem ser estimuladas, ou seja, aqueles setores que emitem GEE devem ser estimulados a compensar suas emissões e os setores responsáveis pela remoção e captura de GEE devem ser estimulados a desenvolver projetos que resultem na remoção do carbono da atmosfera. A situação em que o emissor de GEE tem interesse de criar seu próprio projeto de remoção, compensando internamente suas emissões, representa um caso particular deste processo.

² Neste documento será empregada a definição mais comumente utilizada pelos meios científicos, baseada no Glossário do IPCC (<https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/x-7/>):

- Remoção de Carbono: Atividades antropogênicas removendo CO₂ da atmosfera e armazenando-o de forma durável em reservatórios geológicos, terrestres ou oceânicos ou em produtos. Inclui o aprimoramento antropogênico existente e potencial de sumidouros biológicos ou geoquímicos e captura e armazenamento direto de ar, mas exclui a absorção natural de CO₂ não causada diretamente por atividades humanas.
- Captura de Carbono: Um processo no qual uma corrente relativamente pura de dióxido de carbono (CO₂) de fontes industriais e relacionadas à energia é separada (capturada), condicionada, comprimida e transportada para um local de armazenamento para isolamento de longo prazo da atmosfera (CCS – Carbon Capture and Storage) ou usado para produzir um novo produto (CCU – Carbon Capture and Utilisation). Se o CO₂ for armazenado em um produto por um horizonte de tempo relevante para o clima, isso é chamado de captura, utilização e armazenamento de dióxido de carbono (CCUS – Carbon Capture, Utilisation and Storage).

Desta forma, as estratégias desenvolvidas para implementar as Políticas 3 e 4 devem contemplar todas essas situações, fomentando o empenho dos setores emissores em compensar suas emissões por meio de apoio a projetos externos de remoção e captura de GEE, o desenvolvimento de projetos pelos setores que têm potencial de gerar remoção e captura de GEE (setor florestal ou projeto de CCUS, por exemplo) e o desenvolvimento de projetos internos de remoção e captura de GEE por parte dos setores/empreendimentos responsáveis pelas emissões.

Enquanto as Políticas Estratégicas representam as linhas gerais de construção do Plano, que são compartilhados por todos os setores de atividades econômica, as Diretrizes são desenhadas para cumprir as Políticas Estratégicas gerais do projeto dentro do setor de atividades econômicas. Tais diretrizes são resultantes da análise dos apontamentos e informações levantados na fase de diagnóstico para cada setor, levando em consideração o inventário de emissões existente, vocações, potencialidades, limitações e características socioeconômicas do Estado. Com base nesta análise, foram identificadas Diretrizes para cada área temática. No total foram especificadas 21 Diretrizes, divididas nas quatro linhas temáticas: 7 Diretrizes para o setor de Energia & Indústria (Figura 2), 4 Diretrizes para o setor de AFOLU (Figura 3), 6 Diretrizes para o setor de Resíduos (Figura 4) e 4 Diretrizes para o setor de Transportes (Figura 5).

As Diretrizes representam a forma de implementação das Políticas Estratégicas dentro de cada setor de atividade econômica, e requerem um maior detalhamento para garantir sua implementação, tais como a indicação da solução tecnológica ou do mecanismo de implementação. Por exemplo, a Diretriz 1 da área temática Energia & Indústria, indicada na Figura 2, é a “Geração de eletricidade com fontes limpas e maximização de potencial”. Para tal Diretriz, é necessário definir quais seriam as tecnologias adequadas para concentrar os investimentos e as políticas públicas com base nas vocações, potencialidades, limitações e características socioeconômicas do Estado. Desta forma, para cada diretriz, foram estabelecidas estratégias para explorar as potencialidades e vocações de cada setor (pontos fortes) e superar suas limitações internas (pontos fracos). As 21 Diretrizes deram origem a 42 estratégias delineadas para atingir a meta de neutralização das emissões globais do ES até 2050. Os Capítulos 4, 5, 6 e 7 apresentam um descrições mais detalhadas das diretrizes e estratégias para os setores de Energia & Indústria, AFOLU, Resíduos e Transportes, respectivamente.

Algumas estratégias exploram a transversalidade entre as áreas, como por exemplo a capacidade de geração de energia a partir de resíduos urbanos e agrossilvipastoris indicada como estratégia relevante para a área temática de Energia & Indústria, ou ainda, a estratégia de compensação de emissões para setores de difícil descarbonização, que pode funcionar como fonte adicional de investimento nas ações de recomposição e preservação florestal.

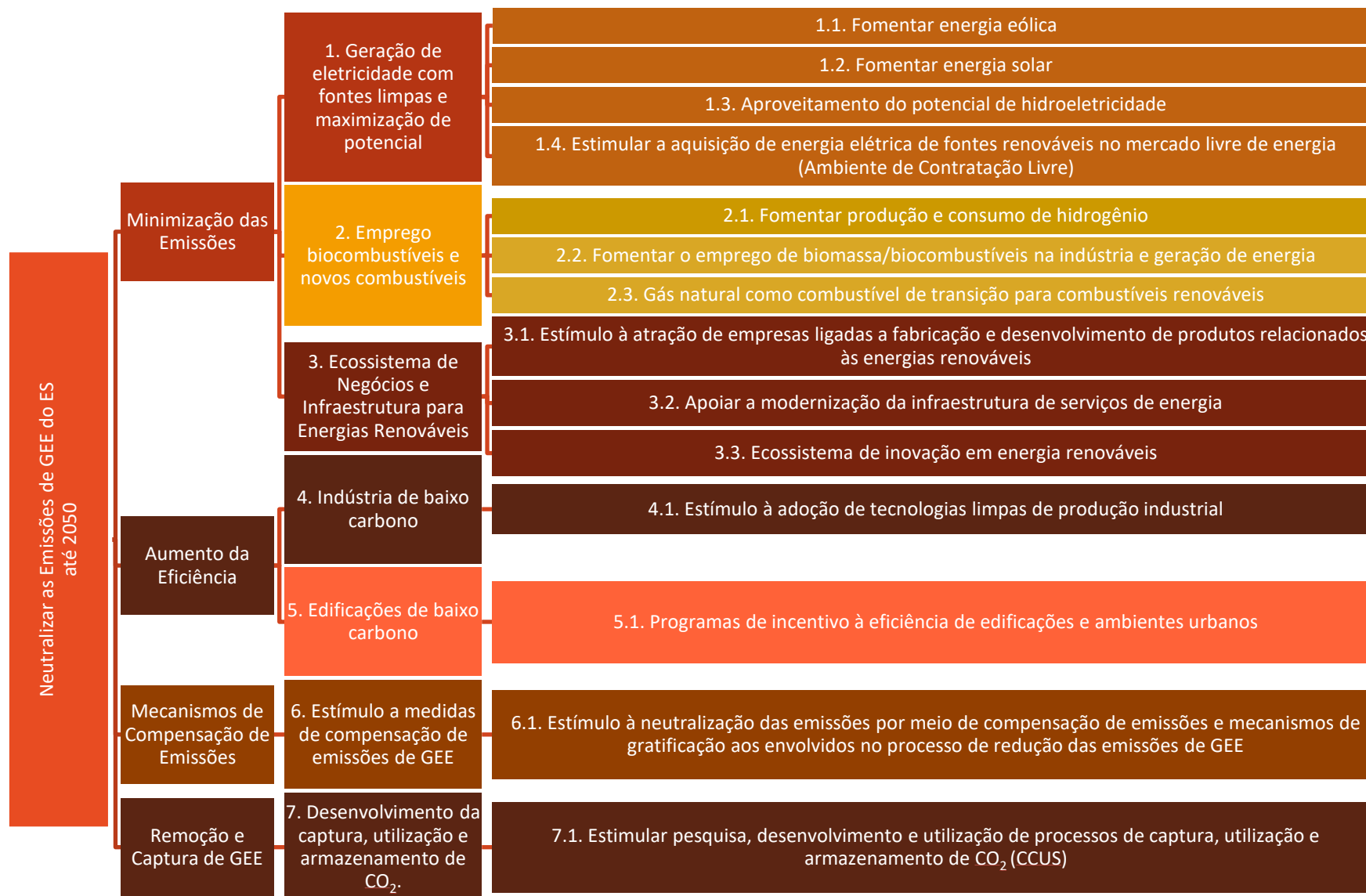


Figura 2. Diretrizes e Estratégias para neutralização de emissões de GEE para a área temática de Indústria & Energia.

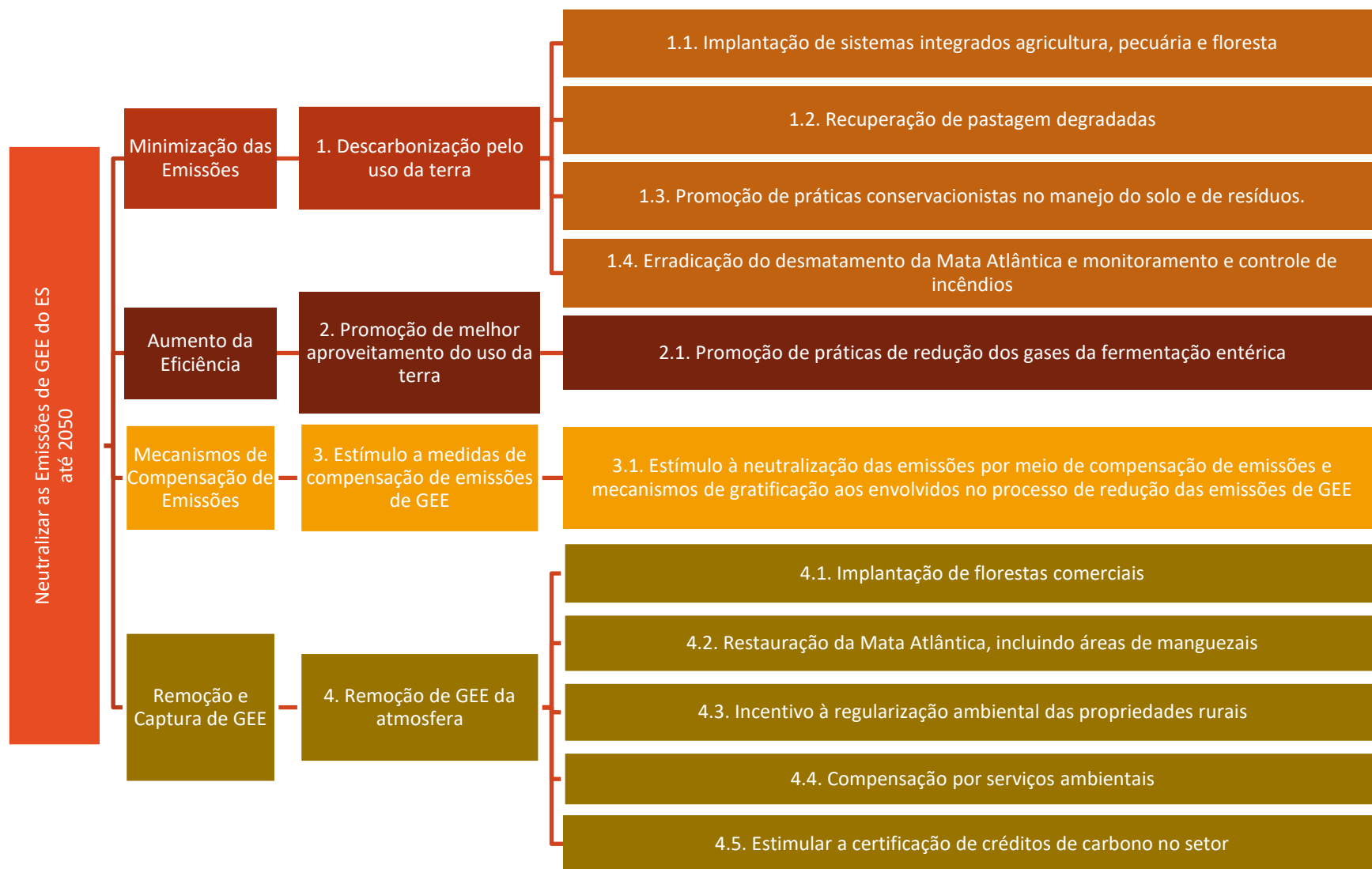


Figura 3. Estratégias para neutralização de emissões de GEE para a área temática de AFOLU.



Figura 4. Estratégias para neutralização de emissões de GEE para a área de temática de Resíduos.

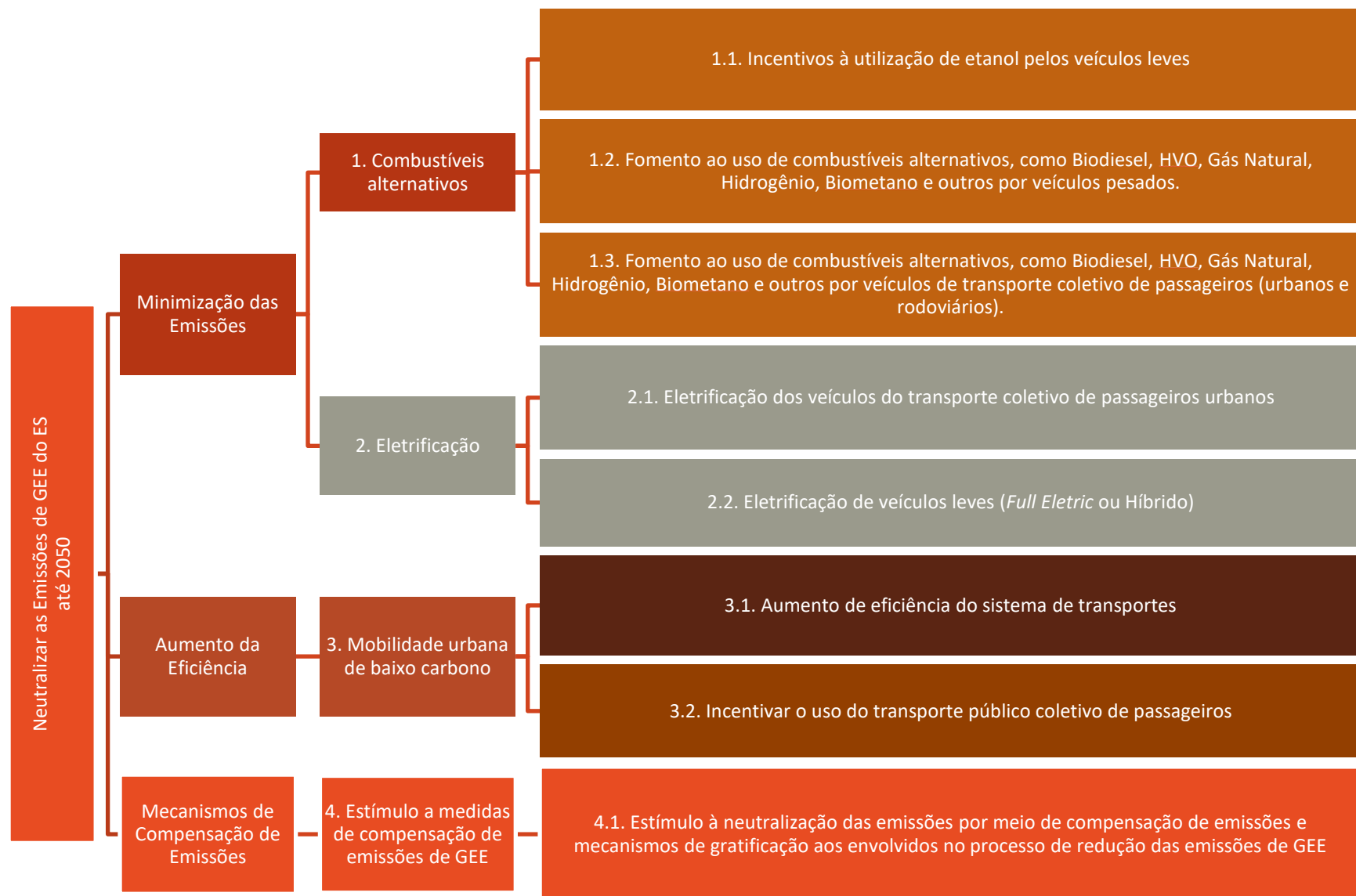


Figura 5. Estratégias para neutralização de emissões de GEE para a área temática de Transportes.

É necessário destacar que a estratégia “Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE” é comum a todas as áreas temáticas, visto que os mecanismos de compensação de emissões são um vetor importante no caminho para a neutralidade de emissões de GEE em todas as áreas. Além de promover a compensação de emissões para setores de difícil descarbonização, a compensação de emissões pode funcionar como fonte adicional de investimento nas ações de descarbonização, como recomposição e preservação florestal. Neste contexto, o objetivo desta estratégia é gerar estímulos para que atividades econômicas que tenham dificuldade de reduzir totalmente suas emissões possam compensar parte de suas emissões apoiando financeiramente projetos de captura de carbono, principalmente projetos no ES.

Cada estratégia proposta foi analisada quanto às limitações, aos potenciais e desafios para implementação, levando à definição de INDICADORES e METAS usados para determinar seu potencial de mitigação. Para cada estratégia foram determinadas as medidas de mitigação relacionadas e definidas metas para implementação ao longo do tempo (2030, 2040 e 2050), com base em referências de literatura e discussão com os *stakeholders* locais e nacionais. As metas de implementação foram transformadas em potenciais de redução de emissão de GEE, empregando-se INDICADORES físicos que permitiam a correlação da estratégia com as formulações de cálculo de emissões do IPCC (IPCC, 2006), calculando o potencial de mitigação da estratégia para horizontes de curto (2030), médio (2040) e longo prazo (2050).

Por exemplo, considerando a área temática de AFOLU, para a implementação da estratégia “4.2. Restauração da Mata Atlântica” foi definida como medida de mitigação a “Ampliação da área com projetos de restauração da Mata Atlântica”, cujo indicador é “Área adicional, em hectares de Mata Atlântica restaurada acumulada”. A “Área adicional, em hectares de Mata Atlântica restaurada acumulada” viável para os horizontes de curto (2030), médio (2040) e longo prazo (2050) foi estimada com base em dados florestais, geográficos e discussões com SEAMA, SEAG e representantes do setor. Em seguida, o potencial de redução de emissões (ou remoção) da estratégia foi determinado com base nos dados de captura de carbono por hectare disponíveis na literatura científica, estimando o potencial de redução da estratégia para 2030, 2040 e 2050.

Estes resultados são detalhados nos Capítulos 3, 4, 5 e 6, para as áreas temáticas de Energia & Indústria, AFOLU, Resíduos e Transportes, respectivamente. A Tabela 1 apresenta o modelo de apresentação de dados será utilizado nos Capítulos 4, 5, 6 e 7 para descrever indicadores, metas físicas e potenciais de mitigação de cada estratégia relacionadas a cada setor. A Coluna 1 apresenta o nome da estratégia (4.2. Restauração da Mata Atlântica) e a Coluna 2 descreve a medida de mitigação (Ampliação da área com projetos de restauração da Mata Atlântica). A Coluna 3 descreve o indicador para acompanhamento da medida de

mitigação (Área adicional, em hectares de Mata Atlântica restaurada acumulada). As Colunas 4, 5 e 6 apresentam as metas consideradas viáveis para o indicador proposto para 2030, 2040 e 2050, respectivamente. Ou seja, a “Área adicional, em hectares de Mata Atlântica restaurada acumulada” considerada viável pelas projeções e discussões com os representantes do setor, para os horizontes de curto, médio e longo prazos, são 20.000 ha adicionais em 2030, 40.000 ha adicionais em 2040 e 60.000 ha adicionais em 2050. As Colunas 7, 8 e 9 representam o potencial de redução de emissões (ou remoção) da estratégia caso estas metas sejam atendidas, estimando o potencial de redução da estratégia em 0,122 MtCO₂e/ano para 2030, 0,244 MtCO₂e/ano para 2040 e 0,366 MtCO₂e/ano para 2050.

Tabela 1. Modelo de tabela de especificação de metas e potencial de mitigação para cada estratégia.

Metas e potencial de mitigação								
Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
AF4.2 Restauração da Mata Atlântica	AF4.2.1. Ampliação da área com projetos de restauração da Mata Atlântica	Área adicional (ha) de Mata Atlântica restaurada - acumulado	20.000	40.000	60.000	0,122	0,244	0,366

Convém destacar que os INDICADORES selecionados nesta etapa buscam alinhamento com as diretrizes de Mensuração, Reporte/Relato e Verificação (MRV) previstas no documento “Manual sobre Mensuração, Relato e Verificação para Partes Países em Desenvolvimento” da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, 2014).

O agrupamento dos potenciais de mitigação de cada estratégia resulta no potencial de mitigação global de cada área temática e o agrupamento dos potenciais de mitigação de cada área temática resulta no potencial global de mitigação das emissões do Estado. É importante destacar que o agrupamento dos potenciais de emissões não representa uma simples somatória dos potenciais individuais, visto que em alguns casos pode ocorrer a sobreposição de estratégias ou até a concorrência entre estratégias. Estas interações serão discutidas detalhadamente nos capítulos específicos dos cenários para cada setor (Capítulos 3, 4, 5 e 6). A próxima seção (Seção 2.2) apresenta os cenários futuros de descarbonização para o Estado com base nos cenários de cada setor e potenciais de mitigação calculados e validados pelos *stakeholders*.

Além dos potenciais individuais de mitigação de cada estratégia, as análises das limitações, potenciais e desafios para implementação de cada estratégia permitiu a identificação das principais barreiras para implementação, com base em entrevistas realizadas com 59

atores dos setores (associações, instituições, empresas, pesquisadores, gestores públicos). Tais barreiras foram classificados em 4 grupos principais:

- Barreiras técnicas e/ou tecnológicas
- Barreiras econômicas ou de mercado
- Barreiras institucionais ou regulatórias
- Barreiras culturais ou de informação

As barreiras identificadas e os potenciais de mitigação são empregados como ferramenta de apoio para subsidiar o processo de priorização. Cada estratégia é qualificada dentre os critérios de priorização com base em três categorias:

1. Benefícios primários (mitigação das emissões de GEE);
2. Cobenefícios (sociais, econômicos e ambientais);
3. Viabilidade.

Desta forma, cada estratégia é analisada com base na metodologia originalmente proposta no “Relatório de Avaliação das Necessidades Tecnológicas para Implementação de Planos de Ação Climática no Brasil” do MCTI (MCTI, 2021), com as adequações propostas no Plano de Descarbonização de Pernambuco (Pernambuco, 2022). A abordagem é uma análise multicritério baseada em 4 dimensões: Tecnologia, Ambiental, Econômica e Político-institucional. A Tabela 2 apresenta um modelo para análise multicritérios de cada estratégia, que estabelece uma escala de cores para avaliar qualitativamente os quesitos ligados a cada uma das 4 dimensões. A avaliação de cada quesito é efetuada por especialistas entrevistados. Os resultados das análises de cada um dos critérios investigados são usados para priorizar as estratégias, com indicador variando de prioridade 1 (maior prioridade) a prioridade 3 (menor prioridade)³. Estes indicadores para cada estratégia são apresentados nos capítulos específicos dos cenários para cada setor (Capítulos 3, 4, 5 e 6).

Além disso, ênfase especial é dada ao ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável). Os ODS representam um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Em todas as Diretrizes, são ressaltadas as relações com cada ODS

³ Neste procedimento Estratégias presentes na versão anterior do Plano (Versão Orientativa) que não foram bem avaliadas quando a benefícios primários (mitigação das emissões de GEE), cobenefícios (sociais, econômicos e ambientais) e viabilidade foram consideradas com baixa prioridade e não foram consideradas nesta versão do Plano.

Plano de Descarbonização e Neutralização das Emissões de GEE do Espírito Santo

Análise multicritério e priorização																	
Legenda: - Excelente ou muito positivo - Bom ou positivo - Regular ou neutro - Ruim ou negativo - Péssimo ou muito negativo	Tecnologia		Ambiental		Economia		Político Institucional		Prioridade								
	Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade		Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	Aceitação pública	Arcabouço regulatório	Facilidade de implementação e acompanhamento	Disponibilidade de financiamento
RE5.1 Incentivo a sistemas ecoeficientes para tratamento de esgotos																	
																1	

Código de cores: a depender do indicador considerado, pode representar o desempenho ou o impacto da solução tecnológica na temática abordada	Desempenho:	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
	Impacto:	Muito positivo	Positivo	Neutro	Negativo	Muito negativo
	Prioridade:	Maior 1		Média 2		Menor 3

Esta seção apresenta uma visão geral da rota para a neutralização das emissões do ES, com base nas Diretrizes, Estratégias e Metas delineadas, descrevendo a trajetória de redução de emissões baseada no potencial do conjunto de estratégias proposta para cada setor com cenários para 2030, 2040 e 2050. O ano base considerado para planejamento das metas, cenários e potenciais de mitigação é o ano de 2021.

A Figura 6 apresenta uma visão resumida do inventário de emissões brutas de GEE do ES, ano base 2021. Uma análise mais detalhada é apresentada no “Caderno de Diagnóstico do Plano de Descarbonização e Neutralização das Emissões de GEE do ES”, que inclui descrições detalhadas do inventário de emissões existente, vocações, potencialidades, limitações e características socioeconômicas do Estado e está disponível em: <http://impactoclima.ufes.br/NetZeroES/documentos>. Em 2021, as emissões brutas do ES foram de 41,54 MtCO₂e/ano, com remoções de 5,59 MtCO₂e/ano relacionadas ao setor AFOLU, que estão principalmente ligadas Florestas Primárias e Secundárias, Pastagens Bem-manejadas e Sistemas Integrados Agricultura, Pecuária e Floresta. Contabilizando as emissões e remoções, as emissões líquidas do ES foram de 35,95 MtCO₂e/ano.

A maior parcela das emissões de GEE está relacionada ao setor de Energia & Indústria com emissões brutas de 23,63 MtCO₂e/ano, que equivalem a 57% das emissões brutas do Estado. Em segundo lugar aparece o setor de AFOLU com emissões brutas de 12,23 MtCO₂e/ano, que equivalem a 30% das emissões brutas do Estado. Os setores de Transportes e Resíduos são responsáveis por 3,51 MtCO₂e/ano e 2,17 MtCO₂e/ano, respectivamente, que equivalem a 8% e 5% das emissões brutas do Estado.



No estágio atual de construção do Plano de Descarbonização, o inventário de emissões foi calculado usando as formulações do IPCC (IPCC, 2006 e IPCC, 2009), baseado em informações sobre consumo de combustíveis fósseis obtidas a partir do Balanço Energético do ES (ARSP-ES, 2022) e dados de resíduos obtidos do Atlas de Esgotos da ANA*, Plano Estadual de Resíduos (ES, 2019) e dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE)**. Especificamente para as emissões industriais foram considerados dados auto apontados divulgados pelas principais indústrias do ES***, para as demais indústrias foram utilizados os dados do Balanço Energético do ES (ARSP-ES, 2022). Para o setor AFOLU foram empregados os dados do Inventário do Sistema de Estimativa de Emissão de Gases do Efeito Estufa (SEEG), mantido pelo Observatório do Clima (OC, 2022). Uma versão atualizada do inventário estadual, incluindo os memoriais de cálculo está prevista para fevereiro/2024, e estará disponível em: <http://impactoclima.ufes.br/NetZeroES/documentos>.

* <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01>

** <https://abrelpe.org.br/panorama/>

*** ArcelorMittal, Vale, Petrobras e Suzano.

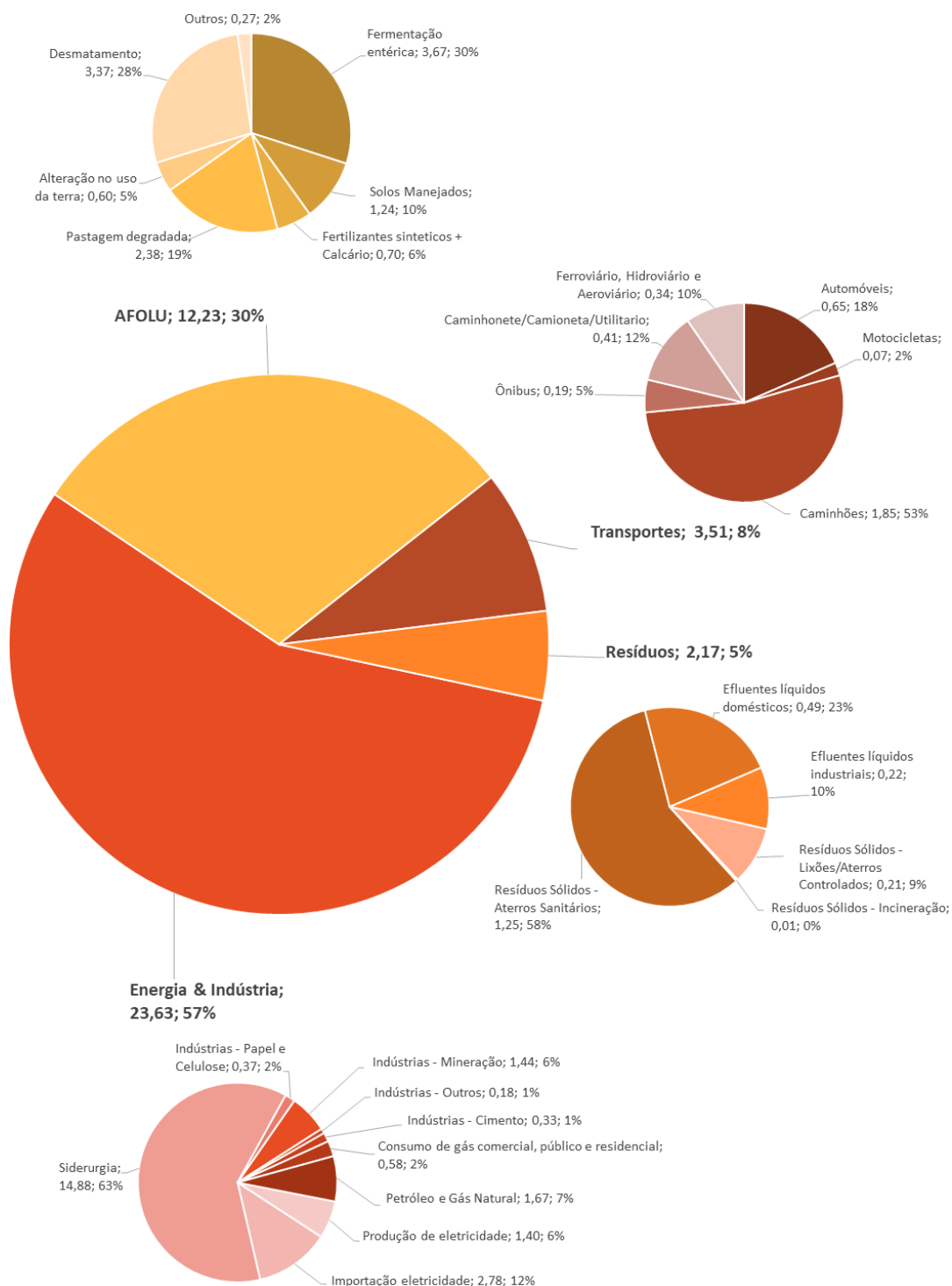


Figura 6. Inventário de emissões de GEE do ES em MtCO₂e/ano e participação percentual de cada subsetor, ano base 2021.

Para se construir um plano de mitigação de emissões é importante que sejam analisados os subsetores responsáveis pelas maiores parcelas da emissão total do Estado,

identificando mais precisamente as medidas e ações com maior prioridade e relevância. A Figura 7 apresenta a distribuição acumulada de emissões brutas de GEE no ES (Curva ABC). A Curva ABC, também conhecida como Análise de Pareto, é uma ferramenta de gerenciamento amplamente utilizada para classificar itens com base em sua importância relativa. A curva é chamada de "ABC" devido às três categorias principais: A, B e C, onde a Categoria A representa a porção superior com atividades que contribuem para aproximadamente 80% das emissões, Categoria B representa atividades que contribuem para aproximadamente 15% das emissões e a Categoria C, que representa apenas 5% das emissões. Esta análise é bastante importante para identificar as principais fontes de emissão de GEE, apoiando a seleção de estratégias que resultem no maior volume de redução de emissões possível. No ES, apenas 10 subsetores são responsáveis por mais de 80% das emissões: 1º Siderurgia (35,5%), 2º Fermentação entérica (8,8%), 3º Desmatamento (8,1%), 4º Importação eletricidade (6,6%), 5º Pastagem degradada (5,7%), 6º Caminhões (4,4%), 7º Produção de Petróleo e Gás Natural (4,0%), 8º Indústrias – Mineração (3,4%), 9º Produção de eletricidade (3,3%) e 10º Resíduos Sólidos - Aterros Sanitários (3,0%). É muito importante que estes setores sejam priorizados na seleção de ações de mitigação. Entretanto convém ressaltar que são necessárias políticas com alcance a todos os grupos (A, B e C) para atingir o objetivo NetZero.

Para alcançar o objetivo de neutralizar as emissões de GEE até 2050 é necessário compreender que a economia do Estado continuará crescendo ao longo dos anos. Desta forma, é preciso prever o crescimento esperado das emissões ao longo dos anos para dimensionar adequadamente as ações de mitigação. O processo de decisão para descarbonização envolve entender as emissões atuais e futuras. Desta forma, dois cenários foram criados: um representando a continuidade do cenário atual, chamado **Cenário de Referência**, e outro incorporando ações de mitigação, chamado **Cenário de Mitigação**.

O Cenário de Referência representa a continuidade do panorama tecnológico e comportamental atual, incluindo a implementação de ações de nível nacional já delineadas, como o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) e o Marco Legal do Saneamento. O Cenário de Mitigação é construído com base no Cenário de Referência, contemplando a implementação das estratégias previstas e incorporando o potencial de redução de emissões de cada estratégia com base nas metas para implementação ao longo do tempo (2030, 2040 e 2050). Desta forma, o Cenário de Mitigação é construído com base nos valores projetados para o Cenário de Referência em 2030, 2040 e 2050 e incluindo as reduções consideradas viáveis pela aplicação das estratégias propostas.

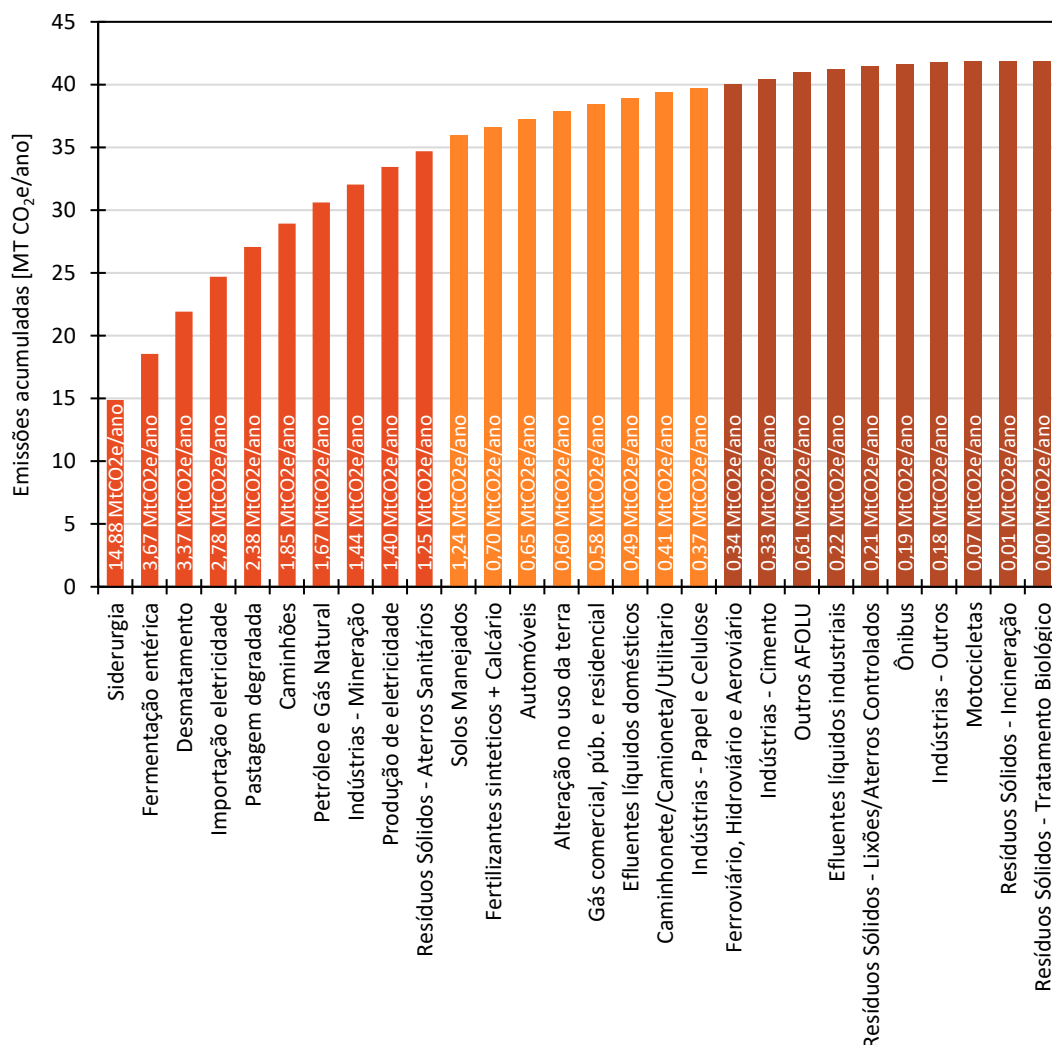


Figura 7. Distribuição acumulada de emissões brutas de GEE no ES (Curva ABC), onde os subsetores responsáveis por 80% das emissões (total acumulado) estão destacadas em vermelho (Categoria A), os subsetores responsáveis por 15% das emissões (total acumulado) estão destacadas em laranja (Categoria B) e os subsetores responsáveis por 5% das emissões (total acumulado) estão destacadas em marrom (Categoria C). Os rótulos de cada coluna indicam as emissões anuais de cada subsetor.

A Figura 8 apresenta evolução temporal das emissões de GEE no ES para o Cenário de Referência para cada setor de atividade. A construção do Cenários de Referência tomou como base projeções para o crescimento industrial elaboradas pela Federação das Indústrias do Estado do Espírito Santo (FINDES), projeção de crescimento de demanda de energia do Plano Nacional de Energia (PNE 2050), projeções do crescimento da população do IBGE e demais atividades responsáveis pelas emissões de GEE no ES, como crescimento do rebanho e consumo de combustíveis. Os Capítulos 3, 4, 5 e 6 apresentam mais informações sobre este tópico para cada um dos setores Energia & Indústria, AFOLU,

Transportes e Resíduos, respectivamente. Entretanto, é necessário destacar o setor de Resíduos, para o qual já foi projetada significativa redução das emissões devido à implementação das ações previstas no PLANARES e no Marco Legal do Saneamento.

As emissões líquidas de GEE no ES passam de 35,16 MtCO₂e/ano, em 2021, para 42,60 MtCO₂e/ano, em 2050, representando um crescimento de aproximadamente 21%. É importante notar que o crescimento de emissão não foi ainda maior devido a dois fatores. O primeiro fator é a hipótese de implementação das ações previstas no PLANARES, que reduzem substancialmente as emissões de GEE do setor de resíduos mesmo com o crescimento da população. O segundo fator está ligado à previsão de emissões do subsetor Siderurgia. Neste caso, apesar das projeções serem baseadas em um crescimento linear da economia, a siderurgia não tem previsão de aumentar as emissões na mesma proporção, uma vez que as emissões do referido subsetor estão conectadas com a quantidade de aço produzida e não há previsão de aumento quantitativo de produção para além daqueles já licenciados.

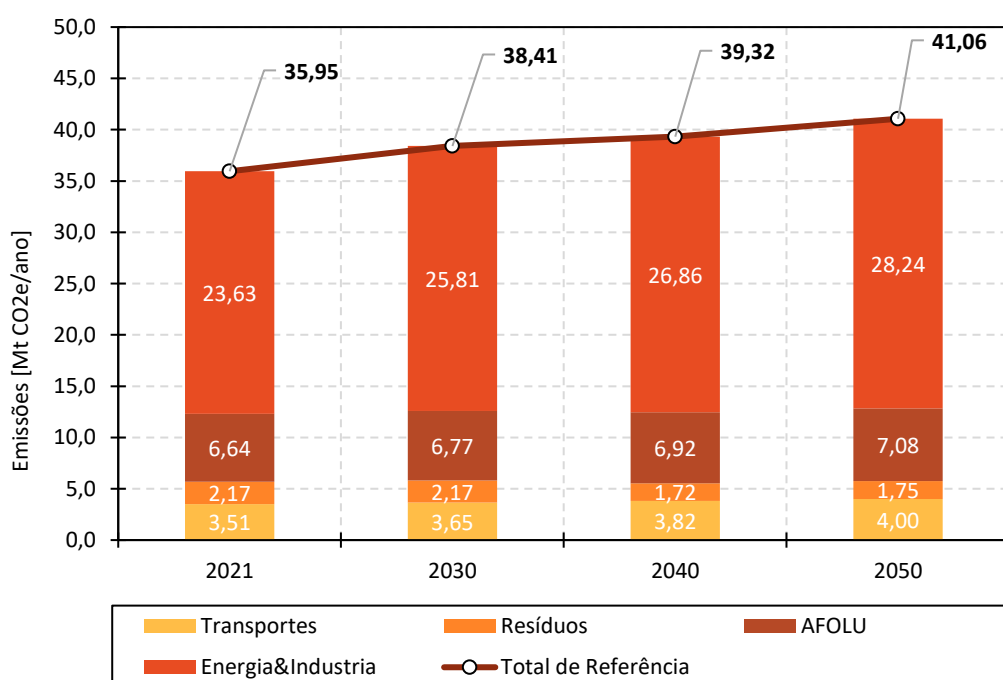


Figura 8. Evolução temporal das emissões de GEE no ES para o Cenário de Referência para cada setor de atividade.

A Figura 9 mostra a evolução temporal das emissões líquidas de GEE no ES para o Cenário de Mitigação separada para cada setor de atividade, incluindo uma comparação das emissões para o Cenário de Referência. Conforme citado anteriormente, o Cenário de

Mitigação é construído com base nos valores projetados para o Cenário de Referência em 2030, 2040 e 2050 e incluindo as reduções consideradas viáveis pela aplicação das estratégias propostas. As reduções em cada setor resultam da combinação dos potenciais de mitigação do conjunto de estratégias para o setor. Contudo, como já mencionado, a combinação dos potenciais de redução de emissões de cada setor não representa uma simples somatória dos potenciais individuais de cada estratégias, visto que em alguns casos pode ocorrer a sobreposição de estratégias ou até a concorrência entre estratégias. Em alguns casos, as estratégias de um setor contribuem para as reduções em outro setor, requerendo que as análises de agrupamento ou combinação sejam realizadas de maneira integrada.

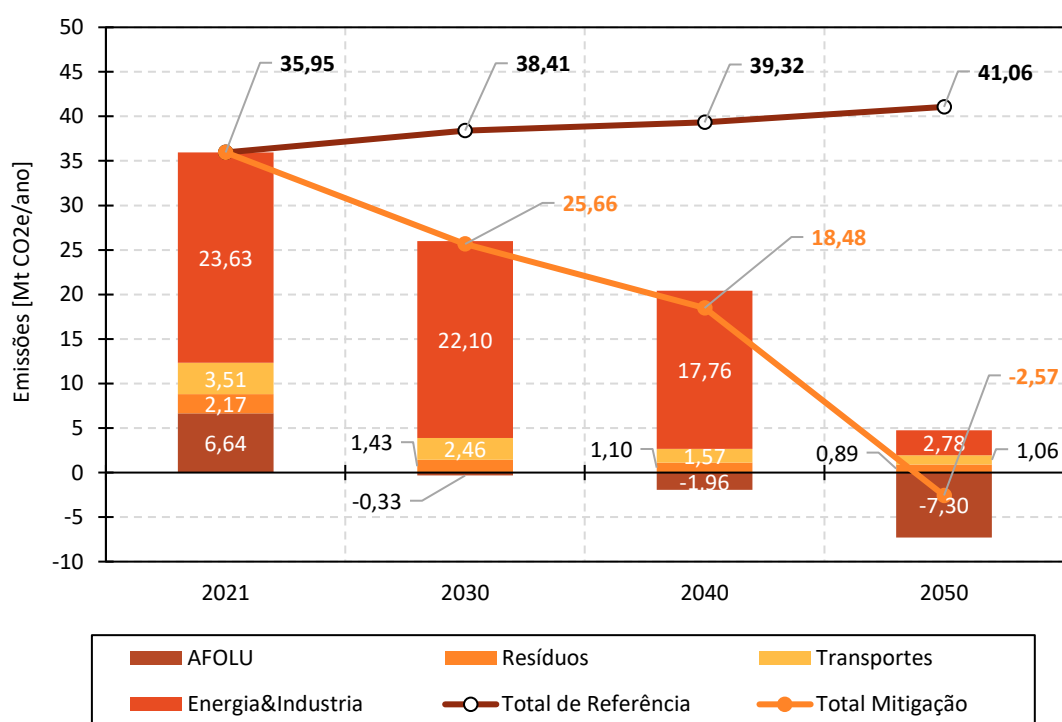


Figura 9. Evolução temporal das emissões de GEE no ES para o Cenário de Referência e para o Cenário de Mitigação separada para cada setor de atividade.

Por exemplo, na área temática de AFOLU, a estratégia AF4.1 – Implantação de florestas comerciais (Diretriz 4), aparece como uma das principais fontes de remoção de GEE do setor AFOLU. Entretanto, é importante destacar que a ampliação de florestas comerciais não gera uma remoção direta de GEE da atmosfera, visto que apesar de florestas comerciais removerem carbono da atmosfera, é necessário identificar o destino da madeira produzida para realmente caracterizar a remoção, pois a madeira produzida pode ser queimada sob forma de carvão vegetal, transformada em celulose ou empregada como material de construção. Desta forma, o potencial geral de remoção do setor de AFOLU considerado para a redução das emissões de GEE do ES não considerou as remoções desta

estratégia, conforme descrito no Capítulo 4. Apesar de não gerar uma redução direta de emissões, esta estratégia é considerada uma estratégia de suporte às reduções de consumo de combustíveis fósseis, visto que o uso da madeira enquanto carvão vegetal para combustível na indústria tem o potencial de reduzir 2,7 MtCO₂e/ano por meio da redução do uso de carvão mineral⁴. Análises semelhantes foram realizadas para setor de resíduos enquanto gerados de biocombustíveis para utilização em outros setores.

O cenário de mitigação proposto representa aproximadamente 27% de redução das emissões até 2030, em relação a 2021, e NetZero em 2050, atendendo a meta proposta de neutralização das emissões de GEE do ES até 2050.

A evolução das emissões no Cenários de Mitigação representa um indicativo baseado nas metas consideradas viáveis pelos setores envolvidos, mas dificilmente representarão a trajetória exata das emissões efetivamente trilhada pelos subsetores da economia do ES, visto que são esperadas transformações tecnológicas e, ou, mudanças de conjuntura externa ou interna ao longo do tempo até 2050. Isto torna a realização de revisões periódicas de vital importância para o atingimento da meta de neutralização de emissões em 2050. A evolução das emissões no Cenários de Mitigação desenhada neste momento representa um importante subsídio para o processo de tomada de decisão, identificação das políticas públicas, priorização de esforços e definição de metas e indicadores para o acompanhamento da implementação do Plano. Desta forma, esta curva de evolução representa um instrumento valioso para o acompanhamento e revisões das ações do Plano, incluindo a dinâmica de disseminação de novas tecnologias e processos, oferecendo subsídios para correções e ajustes periódicos de rotas do NetZeroES 2050.

Os Capítulos 3, 4, 5 e 6, a seguir, detalham como foram obtidas as reduções de cada setor para a construção do Cenário de Mitigação do ES (Figura 9). São apresentadas as Curvas ABC para cada setor, bem como Cenários de Mitigação, Diretrizes e Estratégias propostas para cada subsetor, incluindo a definição de indicadores, metas físicas e potenciais de mitigação, conforme exemplo apresentado na Tabela 1. Além disso, cada uma das Diretrizes apresentadas tem suas estratégias analisadas com base na análise multicritério e priorização descritas na seção anterior (Tabela 2).

⁴ Estratégia EI2.2. Emprego de biomassa/biocombustíveis na indústria.



3

**ENERGIA E
INDÚSTRIA**

A Figura 10 apresenta a distribuição das emissões acumuladas no setor Energia & Indústria (Curva ABC), que representa a contribuição de cada subsetor para as emissões de Energia & Indústria.

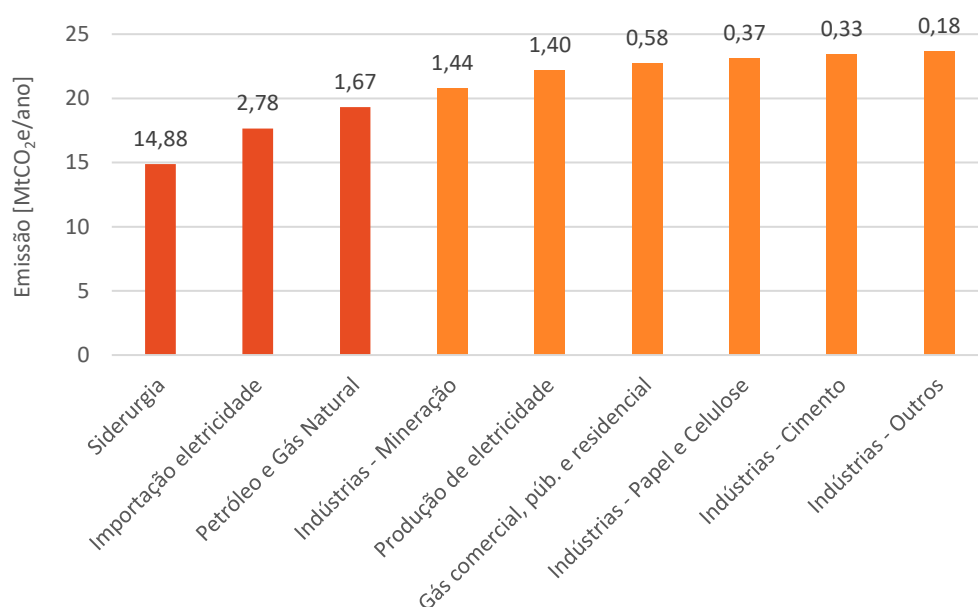


Figura 10. Distribuição das emissões acumuladas no setor Energia & Indústria (Curva ABC) para o ano base 2021, onde as fontes responsáveis por 80% das emissões do setor estão indicadas em vermelho.

As principais emissões do setor de Energia & Indústria estão predominantemente divididas em 5 grandes grupos: Siderurgia, Eletricidade (produção e importação), Petróleo e Gás,

Indústria de Mineração e Consumo de gás (residencial, comercial e público). A maior parcela das emissões está relacionada à Siderurgia, que é responsável por 14,88 MtCO₂e por ano, representando 63,0% das emissões do setor. Em segundo lugar aparecem as emissões referentes a importação e produção de eletricidade, que são responsáveis por 4,18 MtCO₂e por ano, correspondendo a 17,7% das emissões do setor, sendo 2,78 MtCO₂e por ano (11,8% do setor) relacionada à importação de energia elétrica e 1,40 MtCO₂e por ano (5,9% do setor) relacionada à produção de energia elétrica. As emissões referentes à produção de petróleo e gás são responsáveis por cerca de 1,67 MtCO₂e por ano, o que é 7,1% das emissões do setor. As emissões ligadas ao consumo de gás residencial, comercial e público são responsáveis por 0,58 MtCO₂e por ano, o que é referente a 2,4% das emissões do setor. As demais emissões do setor estão ligadas a Indústria de Papel e Celulose (0,37 MtCO₂e por ano, 1,6% do setor), Indústria de Cimento (0,33 MtCO₂e por ano, 1,4% do setor) e demais indústrias do ES (0,18 MtCO₂e por ano, 0,8% do setor).

Para o setor de Energia & Indústria foram identificadas 7 Diretrizes para mitigação, que são desdobradas em um conjunto de estratégias para implementação:

Diretriz 1 - Geração de eletricidade com fontes limpas e maximização de potencial (EI1)

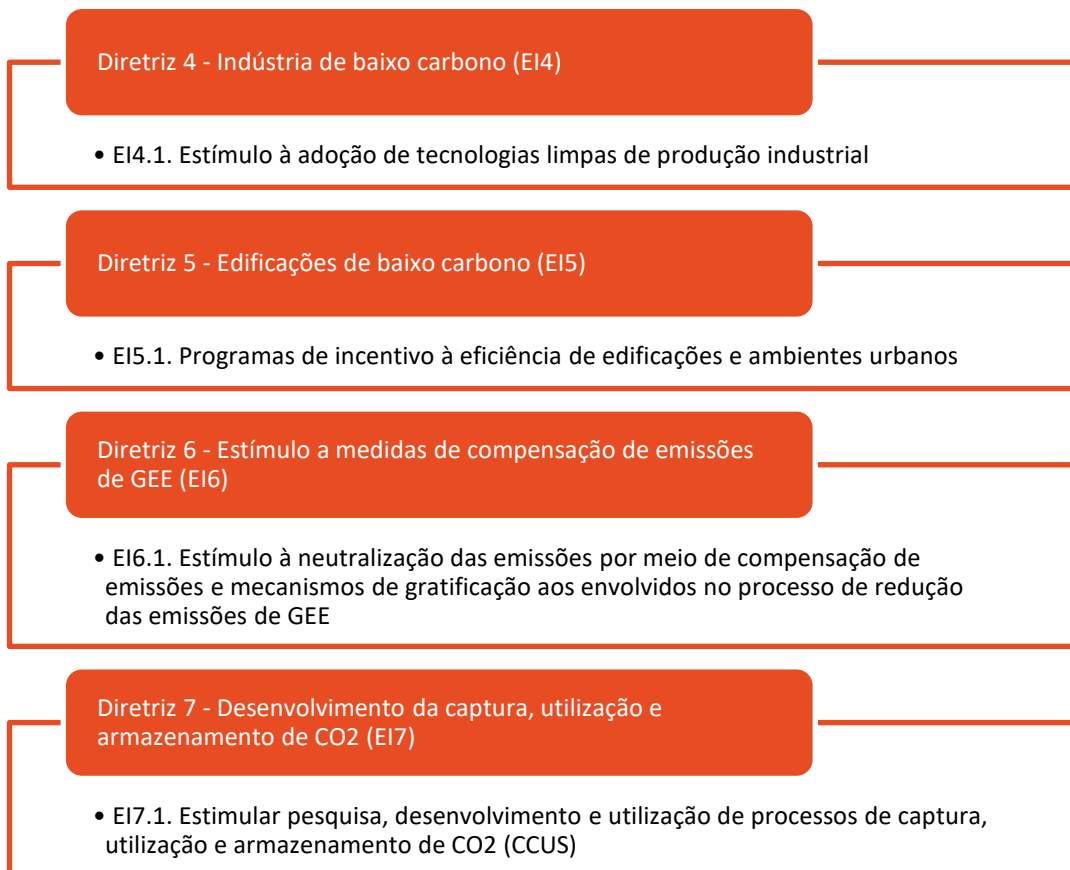
- EI1.1. Fomentar energia eólica
- EI1.2. Fomentar energia solar
- EI1.3. Aproveitamento do potencial de hidroeletricidade
- EI1.4. Estimular a aquisição de energia elétrica de fontes renováveis no mercado livre de energia (Ambiente de Contratação Livre)

Diretriz 2 - Emprego biocombustíveis e novos combustíveis (EI2)

- EI2.1. Fomentar produção e consumo de hidrogênio
- EI2.2. Fomentar o emprego de biomassa/biocombustíveis na indústria e geração de energia
- EI2.3. Gás natural como combustível de transição para combustíveis renováveis

Diretriz 3 - Ecossistema de Negócios e Infraestrutura para Energias Renováveis (EI3)

- EI3.1. Estímulo à atração de empresas ligadas a fabricação e desenvolvimento de produtos relacionados às energias renováveis
- EI3.2. Apoiar a modernização da infraestrutura de serviços de energia
- EI3.3. Ecossistema de inovação em energia renováveis



A Figura 11 apresenta a projeção das emissões de cada subsetor na área de Energia & Indústria para o Cenário de Referência (cenário sem ações de mitigação) e o Cenário de Mitigação, com a aplicação das diretrizes e estratégias propostas às emissões do setor. O aumento das emissões do setor no Cenário de Referência acompanha o crescimento estimado da demanda de energia, que foi projetado com base nas estimativas da Rota Estratégica para o Futuro da Indústria do ES: Energia 2035⁵, até 2030, e do PNE 2050⁶ para 2040 e 2050. A exceção é subsetor Siderurgia, para o qual não foi previsto crescimento adicional de emissões além dos valores já licenciados, segundo os representantes do setor.

⁵ https://portaldaindustria-es.com.br/system/repositories/files/000/001/164/original/RE_de_Energia_Apresenta%C3%A7%C3%A3o_Socioecon%C3%B4mica.pdf?1652461751

⁶ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>

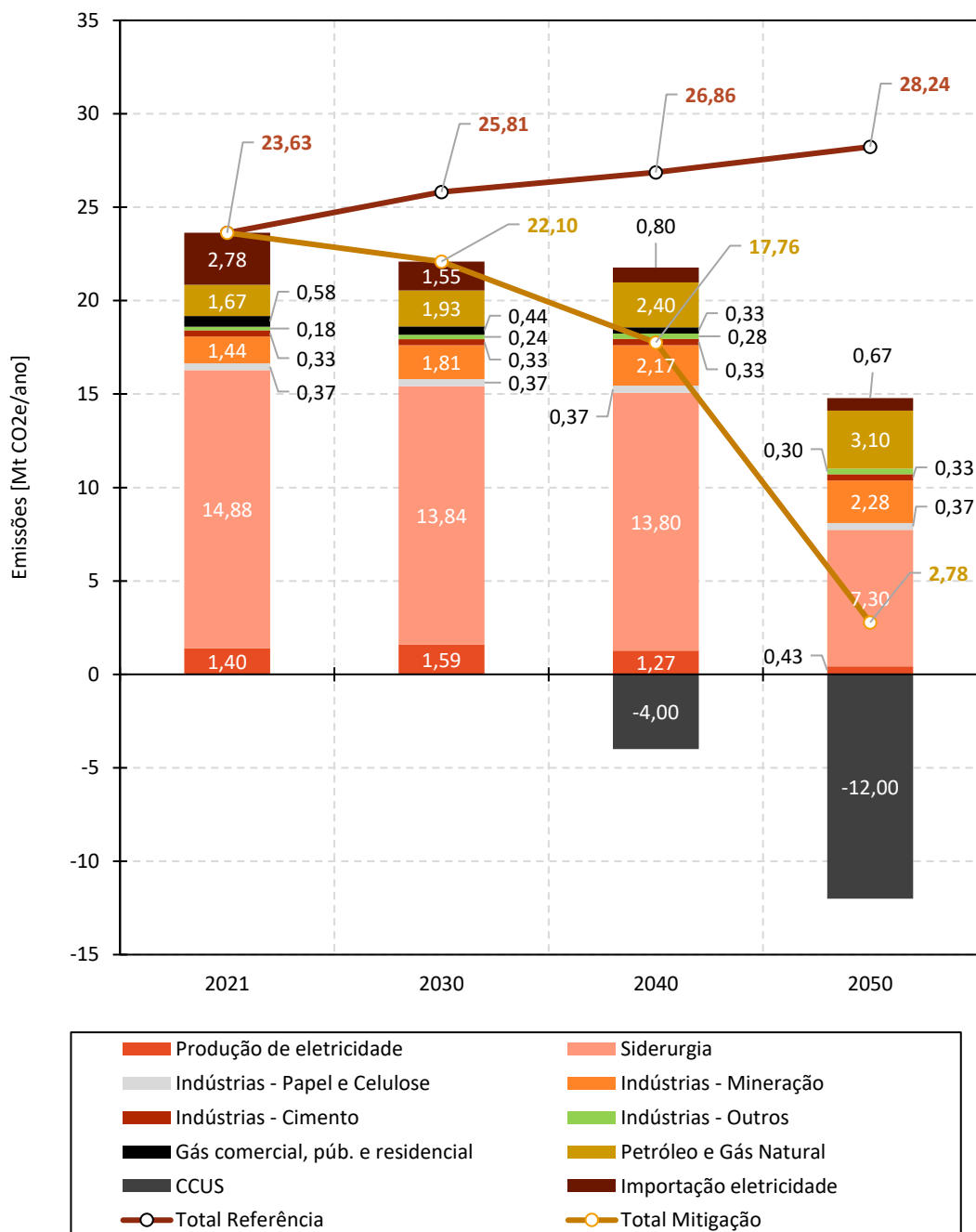


Figura 11. Projeção das emissões de GEE do setor de Energia & Indústria no ES para o Cenário de Referência e para o Cenário de Mitigação separada cada subsetor de atividade.

O Cenário de Mitigação é obtido com a aplicação das diretrizes e estratégias propostas às emissões do setor. As reduções nas emissões descritas derivam da aplicação das estratégias delineadas em cada Diretriz. Analogamente à abordagem utilizada para as outras áreas temáticas, foram estabelecidos indicadores específicos e metas físicas para cada estratégia proposta, que são destinados a quantificar não apenas a implementação efetiva, mas

também identificar o potencial de mitigação associado a cada abordagem. Estas metas físicas foram calculadas com base em projeções derivadas de estudos científicos (nacionais e internacionais), relatórios técnicos e análises de especialistas do setor. Contudo, é fundamental ressaltar que essas estimativas foram refinadas através de discussões aprofundadas com os principais interessados e partes envolvidas.

É importante salientar que estes cenários de mitigação de emissões foram considerados adequados pelos stakeholders, desde que sejam criadas e implementadas ações e políticas públicas, bem como mecanismos, incentivos e financiamentos que garantam a implementação das estratégias propostas. Uma vez definidas as metas físicas para cada indicador, essas foram integradas às variáveis utilizadas no procedimento de estimativa de emissão estabelecido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006). Esse procedimento permitiu calcular o impacto de cada estratégia nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) de cada setor de atividade, revelando, assim, o potencial de mitigação esperado para cada uma dessas estratégias.

A Figura 12 apresenta o potencial de mitigação de cada diretriz proposta com base nas metas físicas consideradas viáveis. É possível observar que as diretrizes apresentadas têm potenciais relativamente elevados de mitigação das emissões diretas do setor. Entretanto, conforme citado anteriormente, é necessário ressaltar que a projeção para o cenário de mitigação não é uma simples somatória dos potenciais de mitigação de cada diretriz ou estratégia, visto que algumas estratégias são concorrentes, complementares ou de suporte, apoiando a implementação de outras. A Figura 13 apresenta o potencial das estratégias relacionadas a cada uma das diretrizes propostas.

As estratégias das Diretrizes 1, 2 e 7 possuem impacto direto sobre emissões líquidas do setor. Uma exceção é a estratégia EI1.1 (Fomentar energia eólica), que apesar de possuir um grande potencial de impacto direto sobre emissões líquidas do setor, ampliando a geração de energia elétrica renovável no ES e reduzindo a dependência de energia elétrica importada ou gerada por combustíveis fósseis, os projetos atualmente anunciados estão todos focados na produção de hidrogênio. Desta forma a estratégia EI1.1 atua como suporte a geração de hidrogênio neste momento, mas também pode ser futuramente empregada para contribuir para a geração de energia elétrica renovável no ES nas próximas revisões deste Plano, melhorando o potencial global de mitigação.

Enquanto as estratégias das Diretrizes 1, 2 e 7 buscam gerar energia ou insumos para a mitigação das emissões, as estratégias das Diretrizes 4 e 5 têm o objetivo de fomentar a transformação e incentivar investimentos na indústria e edificações para a utilização de tecnologias mais eficientes e de baixo carbono, ou seja, estas estratégias buscam estimular a transformação tecnológica da indústria e das edificações para a redução de emissões. Ou seja, as estratégias das Diretrizes 4 e 5 são complementares às estratégias das Diretrizes 1, 2 e 7, visando a incentivar a adaptação de indústrias e edificações ao uso de energia ou

insumos para a mitigação das emissões gerados pelas estratégias das Diretrizes 1, 2 e 7. Por exemplo, a Estratégia EI2.1 (Diretriz 2) busca fomentar a produção de hidrogênio no ES, enquanto a Estratégia EI4.1 (Diretriz 4) busca estimular a transformação tecnológica na indústria para a transição da queima de combustíveis fósseis para o uso de hidrogênio.

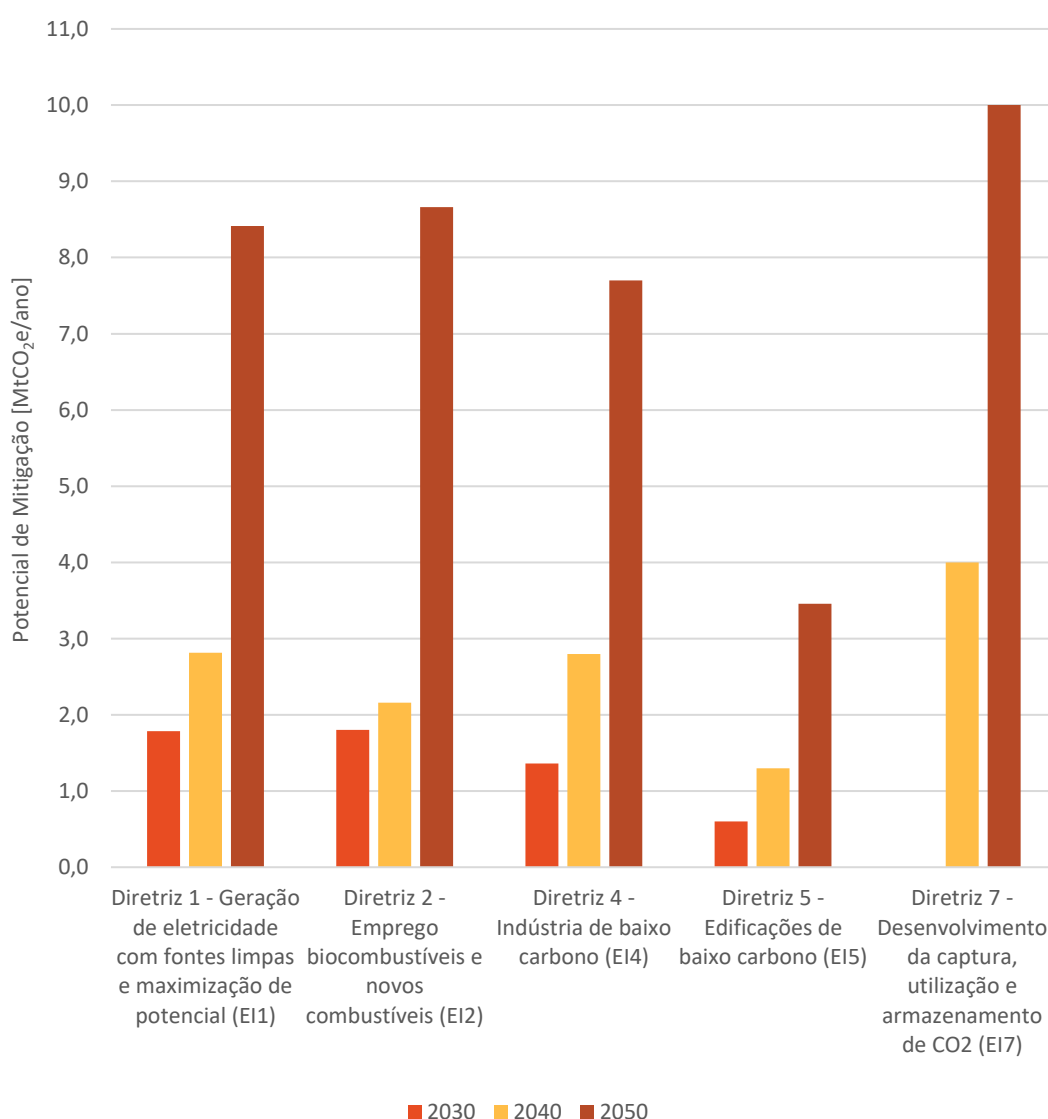


Figura 12. Potencial de mitigação das diretrizes propostas para o setor de Energia e Indústria.

As estratégias das Diretrizes 3 e 6 são consideradas estratégias de suporte. Tais diretrizes e estratégias não foram incluídas na Figura 12 e na Figura 13, pois não possuem potencial direto de mitigação, atuando como apoio ao processo de descarbonização e mecanismo de desenvolvimento de uma economia livre de carbono no ES.

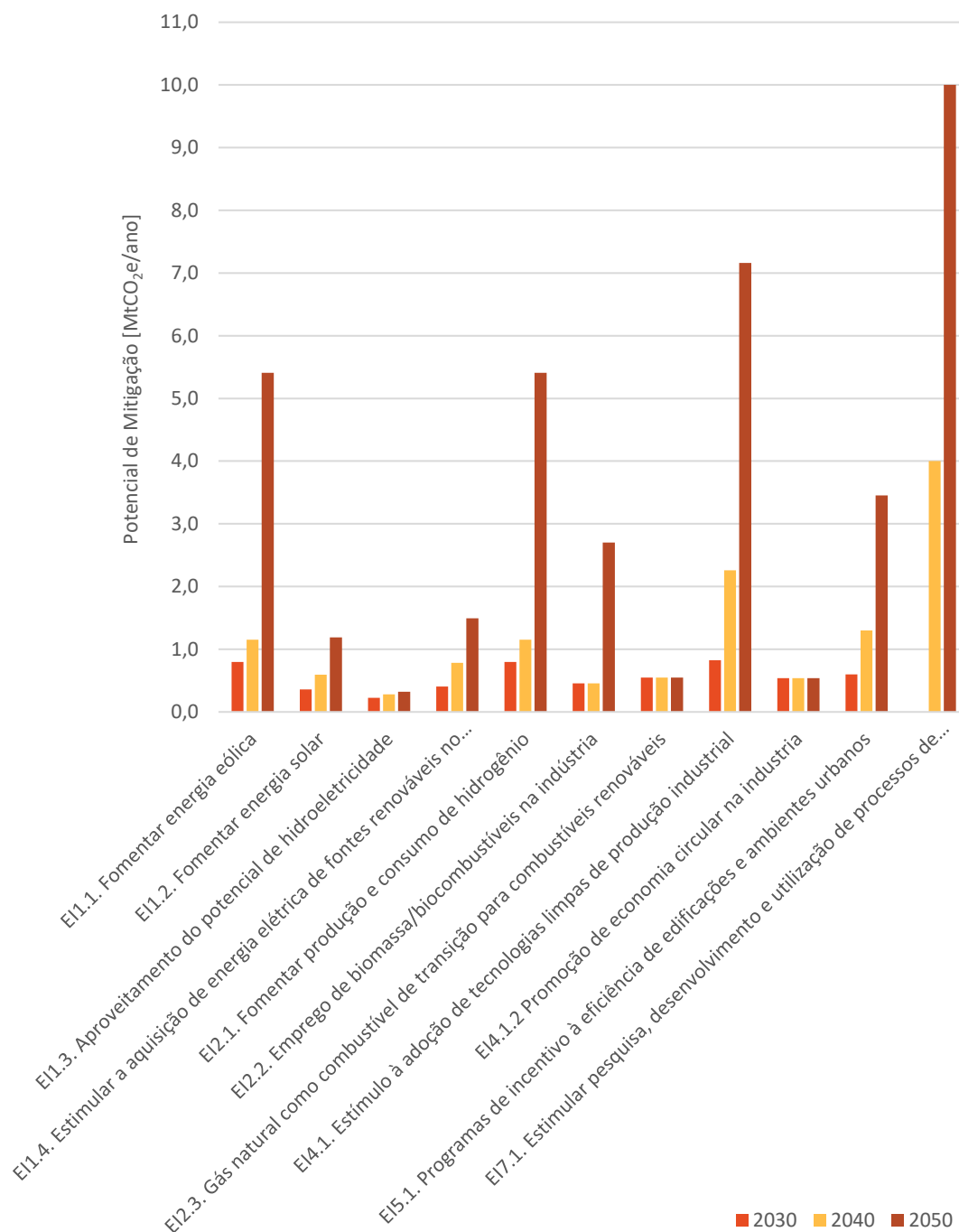


Figura 13. Potencial de mitigação das estratégias propostas para o setor de Energia e Indústria.

As estratégias da Diretriz 3 (Ecosistema de Negócios e Infraestrutura para Energias Renováveis) destacam a relevância das energias renováveis para impulsionar o crescimento econômico regional e reduzir as emissões. Isso inclui atrair empresas, tanto novas quanto existentes, para investir no setor, modernizar a infraestrutura, expandir redes de

distribuição e estimular parcerias. Além disso, o incentivo à inovação por meio de P&D, *start-ups* e colaborações entre várias entidades é vital para criar um ecossistema tecnológico robusto. Essas ações não apenas impulsionam o desenvolvimento econômico, mas também aceleram a transição energética, estabelecendo uma base tecnológica sólida e reduzindo custos operacionais, promovendo assim um futuro sustentável para a região.

A Diretriz 6 (Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE) contempla os mecanismos de compensação de emissões, que representam um vetor importante no caminho para a neutralidade de emissões de GEE, especialmente para setores de difícil descarbonização. Além disso, a compensação de emissões pode funcionar como fonte adicional de investimento nas ações de descarbonização, como recomposição e preservação florestal. Desta forma, as emissões residuais do setor (emissões que não foram mitigadas pelas estratégias propostas) têm o potencial de serem compensadas por outros setores. Assim, a Diretriz 6 é considerada como forma de acoplamento entre as emissões e estratégias de mitigação dos 4 setores, podendo representar um importante mecanismo de financiamento para projetos de compensação ou negociação de créditos de carbono.

A seguir são apresentadas descrições de cada diretriz e das estratégias relacionadas, elencando os indicadores, as metas físicas (para 2030, 2040 e 2050) e seus potenciais de mitigação. Cada estratégia é analisada qualitativamente com base nos aspectos ligados à tecnologia (potencial de mitigação, custo de mitigação e maturidade tecnológica), meio ambiente (vulnerabilidade climática, impactos na disponibilidade de água, qualidade do ar, produção de alimentos e biodiversidade), economia (impactos na disponibilidade de energia, geração de empregos, crescimento econômico e competitividade local) e política (aceitação pública, arcabouço regulatório, facilidade de implementação e acompanhamento e disponibilidade de financiamento). Com base nestes critérios é realizada uma priorização das estratégias identificadas.



Diretriz 1 Energia & Indústria (EI1)

GERAÇÃO DE ELETRICIDADE COM FONTES LIMPAS E MAXIMIZAÇÃO DE POTENCIAL

Descrição

A forte dependência da matriz de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN), aliada a um parque de geração elétrica estadual com forte participação de combustíveis fósseis e a tendência de aumento da demanda de energia elétrica em decorrência da eletrificação de vários setores propiciam uma oportunidade de implementar a política geral de Minimização das Emissões baseada no aumento da geração local com fontes de energia limpa. Neste contexto, são apontados pelo IPCC (2022) e PNE 2050 alternativas energéticas como energia solar, eólica, biocombustíveis, hidroelétrica e outras. Com a maturação das tecnologias, as fontes alternativas estão se tornando cada vez mais economicamente atrativas. Com base no diagnóstico são indicadas estratégias relacionadas às vocações e características do Estado.

Estratégias

EI1.1. Fomentar energia eólica

Os dados apresentados no Atlas Eólico do ES demonstram haver potencial eólico onshore significativo para utilização. Mais que isso, o potencial eólico offshore do ES é bastante relevante, contando com diversos empreendimentos em fase de licenciamento ambiental. Desta forma, esta estratégia busca delinear ações para fomentar o desenvolvimento acelerado desta modalidade de produção de energia elétrica no ES, principalmente nas regiões com maior potencial identificado, apoiando a cadeia produtiva e atraindo investimentos para este tipo de empreendimento.

EI1.2. Fomentar energia solar

O ES possui um potencial significativo de utilização de energia solar (4,50 a 5,25 kWh/m²/dia), o que tem levado a um grande crescimento desta modalidade energética no ES nos últimos anos. Esta estratégia busca concatenar ações que permitam o desenvolvimento acelerado do setor, não apenas potencializando o incremento do número de pequenos geradores de energia, mas também criando atratividade para empreendimentos geradores de médio e grande porte.

EI1.3. Aproveitamento do potencial de hidroeletricidade	A avaliação do potencial de hidroeletricidade do Espírito Santo estima um potencial remanescente de 893 MW, que representa 1,6 vezes a potência já instalada hoje nos rios do Estado. A partir da matriz de energia elétrica do ES, observa-se que das 22 (vinte e duas) usinas hidrelétricas nos rios do Estado, 17 (dezessete) são Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) com capacidade instalada superior a 5 MW e inferior a 30 MW. As PCH provocam baixo impacto ambiental e redução de perdas na transmissão de energia elétrica, pela proximidade dos centros consumidores, tornando-se um empreendimento atraente para ampliar a capacidade de geração do Estado. Esta estratégia busca desenhar ações para ampliar o aproveitamento do potencial de hidroeletricidade.
EI1.4. Estimular a aquisição de energia elétrica de fontes renováveis no mercado livre de energia (Ambiente de Contratação Livre)	Por meio do Ambiente de Contratação Livre (ACL), os consumidores podem contar com energia elétrica proveniente de fontes renováveis através da contratação da chamada Energia Incentivada, que possui descontos na Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão e na Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição. Entretanto, é importante destacar que, mesmo com os descontos, a Energia Incentivada pode ser mais cara do que a Energia Convencional. Desta forma, são necessários incentivos para fazer com que o consumidor adote esta modalidade de compra de eletricidade. Esta estratégia busca delinear ações para estimular a aquisição de energia elétrica nesta modalidade no ES, principalmente de fontes geradoras no Estado.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação Metas físicas			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
EI1.1. Fomentar energia eólica	EI1.1.1. Aumentar a capacidade instalada de geração eólica	Capacidade instalada de geração eólica (GW) até o ano considerado	0	3,96	5,95	0,798	1,154	5,410
EI1.2. Fomentar energia solar	EI1.2.1. Aumentar a capacidade instalada de geração solar	Capacidade instalada de geração fotovoltaica centralizada (GW) até o ano considerado	0,50	0,83	1,66	0,358	0,594	1,189
EI1.3. Aprov. do potencial de hidroeletricidade	EI1.3.1. Repotenciação e modernização das hidrelétricas do Estado	Aumento da capacidade instalada (GW) - acumulada em relação ao cenário base	0,0084	0,0122	0,0122	0,208	0,247	0,285

	EI1.3.2. Aumentar a capacidade instalada de geração hidrelétrica	Capacidade instalada de geração hidrelétrica (GW) até o ano considerado	0,018	0,051	0,055	0,018	0,034	0,036
EI1.4. Estimular a aquisição de energia elétrica de fontes renováveis no mercado livre de energia	EI1.4.1. Aumentar a aquisição de energia elétrica renovável	% da energia importada pelo estado representado por energia renovável comprada no mercado livre	19,5%	27,8%	36%	0,404	0,785	1,492

Análise multicritério e priorização

Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

	Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional				
	Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	Aceitação pública	Arcabouço regulatório	Facilidade de implementação e acompanhamento	Disponibilidade de financiamento	Prioridade
EI1.1. Fomentar energia eólica																	1
EI1.2. Fomentar energia solar																	1
EI1.3. Aprov. do potencial de hidroeletricidade																	1
EI1.4. Estimular a aquisição de energia elétrica de fontes renováveis no mercado livre de energia																	1

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





Diretriz 2 Energia & Indústria (EI2)

EMPREGO DE BIOCOMBUSTÍVEIS E NOVOS COMBUSTÍVEIS

Descrição

A maior parte das emissões do ES está relacionada ao consumo de combustíveis fósseis para a geração de energia e processos industriais. Desta forma, a busca por combustíveis alternativos que estejam alinhados às premissas de descarbonização mundial se torna bastante relevante. Esta diretriz busca acelerar a transição para uma economia de baixo carbono por meio do uso da bioenergia, do hidrogênio e do impulso aos diversos combustíveis de próxima geração, aproveitando os contextos nacional e global para tirar proveito das potencialidades locais e sempre observando os conceitos de eficiência energética.

Estratégias

EI2.1. Fomentar produção e consumo de hidrogênio

O hidrogênio é indicado como um dos combustíveis mais relevantes nas rotas para neutralização das emissões de GEE. O potencial eólico offshore do ES pode ser empregado como importante fonte de energia para a produção do hidrogênio verde. As maiores indústrias do ES já sinalizaram o interesse no emprego de hidrogênio como solução relevante para a neutralização de suas emissões, caracterizando uma demanda futura extremamente importante para a região.

Ao mesmo tempo, o potencial de gás natural do Estado pode viabilizar a produção de hidrogênio azul ou turquesa, mas esta rota depende significativamente da maturação da tecnologia. Além disso, outras formas de energias renováveis, disponíveis no ES, podem ser empregadas para produção de hidrogênio verde, como solar e biomassa. Desta forma, o hidrogênio é uma rota tecnológica bastante relevante para o ES, principalmente quando levadas em conta as condições de demanda já identificada, potencial de produção e projetos já anunciados. Esta estratégia busca desenhar ações para fomentar a produção de hidrogênio no ES, explorando as características identificadas.

EI2.2. Fomentar o emprego de biomassa/bio combustíveis na indústria e geração de energia	Esta estratégia busca a utilização de biomassa/biocombustíveis como insumo térmico na indústria, visto que há um potencial de redução de emissões considerável a ser explorado. Neste grupo podem ser destacados o uso de resíduos, biogás e carvão vegetal para produção de energia. Além do carvão vegetal, o potencial de produção de biogás e biometano a partir de resíduos urbanos (resíduo sólidos e efluentes sanitários) e resíduos agrossilvopastoris no ES é bastante significativo. É importante destacar que esta estratégia busca fomentar a ampliação do uso de biomassa/biocombustíveis (resíduos, biogás, carvão vegetal e outros) para produção de energia de maneira geral, incluindo o uso como insumo térmico, geração de energia elétrica, agente redutor nos processos ou outras aplicações que resultem na redução das emissões de GEE. Neste contexto, esta estratégia busca concatenar ações que permitam o desenvolvimento acelerado do setor, apoiando cadeia produtiva e atraindo investimentos para este tipo de empreendimento.
EI2.3. Gás natural como combustível de transição para combustíveis renováveis	O gás natural possui menor taxa de emissão de CO₂ por energia gerada que outros combustíveis fósseis como carvão mineral ou óleo combustível. Considerando as reservas e a infraestrutura já existentes no ES, o gás natural pode ser uma importante fonte de energia no processo de transição energética, principalmente quando considerado como combustível de transição para o hidrogênio ou biogás/biometano. Outro fator bastante relevante é a expressiva taxa de emissão de GEE ligada ao uso de carvão mineral em processos industriais no ES, indicando um significativo potencial de redução para a utilização de gás natural. Entretanto, por ser um combustível fóssil, com significativa emissão de GEE para a atmosfera, o gás natural não pode ser considerado uma solução a longo prazo. Diversos países desenharam rotas de transição baseadas na utilização de gás natural em curto e médio prazo, como mecanismo de transição para o hidrogênio (EU, 2021). Como rota de transição, a substituição do carvão e óleo combustível deve ser estimulada a curto e médio prazos. Para atingir a neutralização das emissões até 2050, o uso de gás natural, sem a utilização de métodos CCUS eficientes, não é uma solução recomendável individualmente. Desta forma, se a curto prazo o gás natural é uma opção viável à utilização de óleo ou carvão, a médio prazo deve ser iniciada a transição para que a longo prazo (2050) o uso de gás natural sem CCUS não seja mais considerado. É importante ressaltar que em médio e longo prazo a maturação da tecnologia de CCUS pode levar ao emprego do potencial de gás natural do ES para a produção de hidrogênio azul, permitindo a utilização do gás natural após 2050. Apesar das reservas reportadas no ES, existem limitações na oferta de gás natural para atender às demandas já existentes, principalmente com o aumento de consumo

projetado para o uso de gás natural como combustível de transição⁷. Políticas de transição devem contemplar medidas para contornar estas limitações, conferindo mais confiabilidade e estabilidade ao processo de transição.

Esta estratégia busca desenhar ações para o uso de gás natural como combustível de transição para combustíveis renováveis, de maneira a aproveitar o potencial/vocação do ES. As ações devem considerar que a adesão às políticas públicas de estímulo à migração de carvão e óleo para gás natural deve ser condicionada à apresentação de planos de transição para energias renováveis. Desta forma, políticas públicas de estímulo à migração de carvão e óleo para gás natural em curto prazo podem conduzir a um processo gradual de transição de médio e longo prazo.

Convém destacar que alguns setores de mais difícil descarbonização irão requerer, provavelmente, o uso do gás natural a longo prazo. Entretanto, para atingir a meta de emissões neutras de GEE para o ES, as emissões de GEE associadas ao uso de GN a longo prazo precisarão ser neutralizadas por meio de processos de compensação de emissões ou por processos de remoção/captura de carbono.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Aspectos/Detailamento para estabelecimento de metas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação Metas física			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
EI2.1. Fomentar produção e consumo de hidrogênio	EI2.1.1. Consolidar empreendimentos de produção e consumo de hidrogênio sem emissões de GEE	Produção e/ou consumo de Hidrogênio (kt/ano)	2,0	240,9	353,7	0,798	1,154	5,410
EI2.2. Fomentar o emprego de biomassa/biocombustíveis na indústria e geração de energia	2.2.1. Aumentar a participação da biomassa na matriz energética da produção industrial e geração de energia	Quantidade de biomassa consumida como fonte térmica na indústria	0,19Mt	0,19Mt	1,2 Mt	0,454	0,454	2,7
EI2.3. Gás natural como combustível de transição para combustíveis renováveis	2.3.1. Substituição de combustíveis fósseis pelo gás natural nos processos industriais	Quantidade de gás natural utilizada na indústria	1,3 Mm ³ /dia	1,3 Mm ³ /dia	1,3 Mm ³ /dia	0,55	0,55	0,55

⁷ Jornal A Gazeta 27/06/2022 – “ArcelorMittal Tubarão está atrás de gás natural. E não acha”. <https://www.agazeta.com.br/colunas/abdo-filho/arcelormittal-tubarao-esta-atras-de-gas-natural-e-nao-acha-0622>

Análise multicritério e priorização													
	Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional
	Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	
													Prioridade
Legenda: Excelente ou muito positivo Bom ou positivo Regular ou neutro Ruim ou negativo Péssimo ou muito negativo													
EI2.1. Fomentar produção e consumo de hidrogênio													1
EI2.2. Fomentar o emprego de biomassa/biocombustíveis na indústria e geração de energia ⁸													1
EI2.3. Gás natural como combustível de transição para combustíveis renováveis													1

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	2	8	11	12	13	17	14

⁸ É necessário destacar que, de maneira geral, o emprego de biomassa/biocombustíveis na indústria não contribui negativamente para a disponibilidade de água e produção de alimentos. A produção de biomassa e biocombustíveis (esterco de animal, palha de café), biometano ou biogás impactam positivamente na produção de alimento, aumentando o valor agregado da produção agrícola aumentando valor econômico ao que hoje é considerado. Entretanto, o uso de carvão vegetal está ligado a florestas comerciais que competem ou contribuem negativamente para a disponibilidade de água e produção de alimentos.



Diretriz 3 Energia & Indústria (EI3)

ECOSSISTEMA DE NEGÓCIOS E INFRAESTRUTURA PARA ENERGIAS RENOVÁVEIS

Descrição

As transformações energéticas pelas quais o mundo deve passar nos próximos anos serão responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento de vários setores da economia ligados a energias renováveis. Desta forma, tais transformações podem contribuir de maneira significativa para o crescimento econômico regional, caso as oportunidades sejam adequadamente aproveitadas. O fomento às atividades econômicas deste setor tem o potencial de não apenas gerar crescimento econômico baseado nos novos paradigmas energéticos, mas também acelerar o processo de transição energética e minimização das emissões, criando uma base tecnológica relevante e reduzindo custos de instalação e operação destes sistemas.

É importante destacar que para viabilizar esta política são necessárias estratégias e ações ligadas à atração de empresas, ambiente de negócios e infraestrutura do setor de energia. Desta forma, esta diretriz pretende criar estratégias e ações para fomentar um ecossistema de negócios e modernizar a infraestrutura para energias renováveis no Estado.

Estratégias

EI3.1. Estímulo à atração de empresas ligadas a fabricação e desenvolvimento de produtos relacionados às energias renováveis

Esta estratégia tem o objetivo de desenhar ações específicas para atração de empresas ligadas ao setor de energias renováveis. É importante destacar que as ações devem estar focadas em não apenas atrair novas empresas para ES, mas também em catalisar investimentos de empresas já instaladas no ES para atuar na cadeia produtiva ligada a energias renováveis, aproveitando a transição energética para gerar desenvolvimento econômico no ES. Além de propiciar desenvolvimento econômico para o ES, esta estratégia tem o potencial de estimular o processo de transição energética, criando uma base tecnológica relevante e reduzindo custos de instalação e operação destes sistemas no Estado.

EI3.2. Apoiar a modernização da infraestrutura de serviços de energia	Ações de ampliação da infraestrutura são extremamente relevantes no contexto da transição energética. Tais ações variam desde a ampliação de linhas de distribuição de gás natural/biometano e questões logísticas ligadas ao transporte de biomassa até ações especificamente ligadas ao setor elétrico. Neste último grupo, é relevante destacar que grande parte das ações necessárias são delineadas em nível federal, sendo necessária a atuação política do Estado como influenciador e demandante de ações do governo federal, envolvendo ações na esfera política, além das esferas técnicas e econômicas. Também são bastante relevantes as ações de fomento a parcerias entre entidades que podem conduzir ao objetivo desejado, principalmente para o desenvolvimento da infraestrutura e prestação de serviços de energia. Conforme já pontuado, tão importante quanto debater o aumento de geração de energia elétrica renovável é o incentivo à oferta de energia renovável, que poderá também vir de fora do Estado. Desta forma, ações como aumentar a capacidade instalada de Linhas de Transmissão (500kV, 345kV) e distribuição; e aumentar a capacidade instalada das Subestações (500kV, 345kV) para suportar o fluxo de potência previsto para os cenários de descarbonização são importantes. Neste contexto, serão necessários avanços nos sistemas de transmissão e distribuição de energia, uma vez que os cenários de descarbonização pressupõem que as organizações serão eletrointensivas. É importante que o estado implemente ações não apenas ligadas ao estímulo a novas fontes de energia e infraestrutura relacionada, mas também considere ações que desincentivem investimentos desalinhados ao Plano de Descarbonização. Desta forma, esta estratégia tem o objetivo de concatenar ações específicas para apoiar a modernização da infraestrutura de serviços de energia necessários para a transição energética, contemplando ações que incluem desde a ampliação de linhas de distribuição de gás natural/biometano, linhas de transmissão/distribuição, questões logísticas ligadas ao transporte de biomassa e outras.
EI3.3. Ecossistema de inovação em energia renováveis	Como parte das estratégias para criar um ecossistema de negócios na área de energias renováveis é importante desenhar ações de incentivo à inovação, incluindo P&D, incubadoras, <i>start-ups</i> e outros mecanismos catalisadores de inovação tecnológica. O objetivo central é fomentar a criação de um ecossistema de inovação na área de energia, que estimule a interação das empresas em diversos setores, sendo formado pela colaboração de diversos agentes como aceleradoras, <i>start-ups</i>, fundos de venture capital, parques tecnológicos, grandes empresas de tecnologia, associações, governo e universidades que trabalham com o mesmo propósito. A existência de um ecossistema de inovação catalisa o ingresso de investimento e acelera as transformações da região, por meio do desenvolvimento tecnológico e econômico na área.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050

EI3.1. Estímulo à atração de empresas ligadas a fabricação e desenvolvimento de produtos relacionados às energias renováveis	As estratégias nesta Diretriz não possuem potencial direto de mitigação, atuando como apoio ao processo de descarbonização e mecanismo de desenvolvimento de uma economia livre de carbono no ES. Tais estratégias focam na relevância das energias renováveis para impulsionar o crescimento econômico regional e reduzir as emissões. Isso inclui atrair empresas, tanto novas quanto existentes, para investir no setor, modernizar a infraestrutura, expandir redes de distribuição e estimular parcerias. Além disso, o incentivo à inovação por meio de P&D, <i>start-ups</i> e colaborações entre várias entidades é vital para criar um ecossistema tecnológico robusto. Essas ações não apenas impulsionam o desenvolvimento econômico, mas também aceleram a transição energética, estabelecendo uma base tecnológica sólida e reduzindo custos operacionais, promovendo assim um futuro sustentável para a região.
EI3.2. Apoiar a modernização da infraestrutura de serviços de energia	
EI3.3. Ecossistema de inovação em energia renováveis	

Análise multicritério e priorização													
	Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional
	Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	
EI3.1. Estímulo à atração de empresas ligadas a fabricação e desenvolvimento de produtos relacionados às energias renováveis													1
EI3.2. Apoiar a modernização da infraestrutura de serviços de energia													1
EI3.3. Ecossistema de inovação em energia renováveis													1

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	2	8	11	12	13	17	14
							



Diretriz 4 Energia & Indústria (EI4)

INDÚSTRIA DE BAIXO CARBONO

Descrição

Esta diretriz busca estimular o emprego e difusão dos conceitos de ecoeficiência e produção mais limpa na indústria capixaba, aumentando a eficiência dos processos industriais por meio de modificações que resultem do uso mais eficiente de energia e recursos naturais, diminuindo a pegada de carbono da indústria. Esta diretriz pretende fomentar modificações em processos industriais que tornem os processos mais eficientes e competitivos, visando à redução das emissões de GEE por unidade de produto ou Valor Agregado.

Estratégias

EI4.1. Estímulo à adoção de tecnologias limpas de produção industrial

O conceito de tecnologias limpas ou produção mais limpa está centrado na prevenção da poluição e no uso eficiente de recursos naturais, visando a minimizar as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Isso implica em mudanças nos processos industriais, como alterações de combustíveis, automação, reciclagem interna e externa, gestão de resíduos e economia circular. A adoção de tecnologias limpas permite inovações desde o modelo de negócio até soluções operacionais, reduzindo custos, utilizando recursos de forma mais eficaz e adaptando processos para uma produção de baixo carbono. Estratégias para tornar o consumo de energia e recursos mais eficiente são cruciais para a descarbonização, envolvendo não apenas a eficiência energética, mas também uma eficiência global na indústria, considerando energia, materiais e recursos naturais. A estratégia deve abranger melhorias na eficiência energética, aumento da geração de energia por meio de processos mais eficientes e uso mais racional de materiais, resultando na redução das emissões de GEE na indústria.

Esta estratégia tem o objetivo de fomentar a transformação e incentivar investimentos na indústria para a utilização de tecnologias mais eficientes e de baixo carbono, estimulando a transformação tecnológica da indústria para a redução de emissões.

Estratégias

Estratégia	Medida	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação Metas física			Potencial de mitigação [Mt CO2e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
EI4.1. Estímulo à adoção de tecnologias limpas de produção industrial	EI4.1.1. Mudança de rota tecnológica e de fonte energética e implementação de eficiência energética	% Neutralização e/ou descarbonização das emissões de GEE relacionadas a energia	25%	64%	100%	0,823	2,259	2,960
		% Neutralização e/ou descarbonização das emissões de GEE da indústria do setor de energia (produção de combustíveis)	0%	0%	100%	-	-	1,674
		% Redução de emissões absolutas de CO2 na Indústria por mudança de tecnologia	0	0	25%	0	0	4,2
	EI4.1.2. Promoção de economia circular na indústria	Aumento da carga metálica em substituição de matérias primas mais carbonosas em processos produtivos	4,4%	4,4%	4,4%	0,54	0,54	0,54



Diretriz 5 Energia & Indústria (EI5)

EDIFICAÇÕES DE BAIXO CARBONO

Descrição

Esta diretriz busca estruturar e fomentar políticas e estratégias de incentivo a construções sustentáveis (públicas e privadas), incluindo a melhoria da eficiência energética de edificações, uso de materiais e demais modificações. Adicionalmente, com esta diretriz pretende-se fomentar a inserção de critérios de eficiência energética de edificações em instrumentos de política urbana, de acordo com iniciativas nacionais de conservação de energia, incorporando uso eficiente e geração de energia às edificações e fomentando a economia verde nos setores de construção civil, indústria e serviços.

Estratégias

EI5.1. Programas de incentivo à eficiência de edificações e ambientes urbanos

Uma parcela significativa da energia consumida pelos setores residencial, comercial e público está relacionada ao consumo energético de edificações. O aumento de eficiência energética de edificações é um instrumento relevante para diminuir o consumo de energia e, consequentemente, as emissões de GEE.

Esta estratégia deve incluir ações para estímulo ao aumento de eficiência energética de edificações, tanto novas quanto já construídas, de modo a maximizar o uso de iluminação e ventilação naturais, inserindo critérios de eficiência energética de edificações em obras estaduais e em instrumentos de política urbana (como o Código de Obras Municipais) de acordo com iniciativas nacionais de conservação de energia, como o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e Gás Natural (Conpet), Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (Ence), Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e outros.

Paralelamente, é desejável o incentivo/melhoria da rede de distribuição de gás, estimulando o uso de gás canalizado em substituição ao GLP, com o potencial de reduzir o nível de emissões fugitivas em edificações e permitir que o biometano o substitua no médio prazo.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Aspectos/Detalhamento para estabelecimento de metas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação Metas física			Potencial de mitigação [Mt CO2e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
EI5.1. Programas de incentivo à eficiência de edificações e ambientes urbanos	EI5.1.1. Redução do consumo de combustíveis fósseis nos segmentos residencial, comercial e público, por meio do uso de eletricidade, H2V e biocombustíveis	Redução % do consumo de combustíveis fósseis nos segmentos, residencial, comercial e público em relação ao cenário de referência	-	-	100%	-	-	0,755
	EI5.1.1. Redução da demanda de energia elétrica nos segmentos, residencial, comercial e público	Redução % do consumo de energia elétrica nos segmentos, residencial, comercial e público em relação ao cenário de referência	10%	20%	23%	0,6	1,3	2,7

Análise multicritério e priorização

Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

EI5.1. Programas de incentivo à eficiência de edificações e ambientes urbanos

Tecnologia		Ambiental		Economia		Político Institucional	
Potencial de mitigação							
Custo de mitigação							
Maturidade tecnológica							
Vulnerabilidade climática							
Impacto na disponibilidade de água							
Impacto na qualidade do ar							
Impacto na produção de alimentos							
Impacto na biodiversidade							
Impacto na disponibilidade de energia							
Impacto na geração de empregos							
Impacto no crescimento econômico							
Competitividade local							
Aceitação pública							
Arcabouço regulatório							
Facilidade de implementação e acompanhamento							
Disponibilidade de financiamento							
Prioridade							

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





Diretriz 6 Energia & Indústria (EI6)

ESTÍMULO A MEDIDAS DE COMPENSAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE

Descrição

Esta diretriz tem como objetivo o estímulo à utilização de mecanismos de compensação de emissões, para o caso específico de setores de difícil descarbonização. As técnicas de compensação devem, preferencialmente, estar relacionadas a co-benefícios, como a restauração de florestas e biodiversidade no ES. Neste contexto, a compensação de alguns setores pode ser um mecanismo importante para fomento de atividades de captura em outros setores.

Estratégias

EI6.1 Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE

Esta estratégia é comum a todas as áreas temáticas, sendo considerada como forma de acoplamento entre as emissões os setores de Energia & Indústria, AFOLU, Resíduos e Transportes, podendo representar um importante mecanismo de financiamento para projetos de compensação ou negociação de créditos de carbono.

Mecanismos de compensação de emissões são um vetor importante no caminho para a neutralidade de emissões de GEE. Além de promover a compensação de emissões para setores de difícil descarbonização, a compensação de emissões pode funcionar como fonte adicional de investimento nas ações de descarbonização, como recomposição e preservação florestal.

Desta forma, setores que tenham dificuldade de neutralizar totalmente suas emissões podem compensar parte de suas emissões apoiando financeiramente projetos de captura de carbono no ES. Caberia ao Governo montar esta estrutura de apoio à negociação entre “projetos de remoção” e aqueles que precisam apoiar projetos de remoção para compensar suas emissões, ou negociação de créditos de carbono, sendo importante as políticas estaduais de mudanças climáticas estejam alinhadas às políticas federais.

Empresas ou entidades que conseguissem a neutralização por ações próprias ou compensação de emissões receberiam uma certificação do Estado, por meio de um Selo de Carbono Neutro (que preferencialmente atenda critérios e premissas compatíveis com o Mecanismo do Acordo de Paris e com os principais mercados de crédito de carbono regulados, dentre os quais os da União Europeia). A certificação pode ser um importante mecanismo comercial, principalmente para os envolvidos no comércio exterior e/ou um mecanismo de gratificação para os atores envolvidos no processo de redução das emissões de GEE. Neste contexto, a gratificação vai além do pagamento monetário, podendo incluir isenções fiscais e tarifárias; favorecimento para obtenção de crédito; garantia ou preferência de acesso a

Esta estratégia busca desenhar ações para estimular a neutralização das emissões por meio de compensações e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE. Esta estratégia apresenta forte transversalidade entre os setores da economia, havendo estratégias análogas em cada uma das áreas estratégicas.

[illegible][illegible]



Diretriz 7 Energia & Indústria (EI7)

DESENVOLVIMENTO DA CAPTURA, UTILIZAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE CO₂

Descrição

Considerando as potencialidades de biocombustíveis e gás natural no ES, esta diretriz busca estimular o desenvolvimento e utilização de processos de captura, utilização e armazenamento de CO₂ (CCUS). Trata-se de uma tecnologia em maturação, mas que vem sendo empregada de maneira crescente na transição energética e acoplada ao uso de biocombustíveis, que pode levar a processos de geração de energia com remoção líquida de CO₂ da atmosfera.

Estratégias

EI7.1. Estimular pesquisa, desenvolvimento e utilização de processos de captura, utilização e armazenamento de CO₂ (CCUS)

Considerando as reservas e infraestrutura existentes de gás natural no ES, as técnicas de CCUS podem ser importantes instrumentos para a transição energética do Estado. CCUS pode ser utilizada para converter o gás natural em hidrogênio azul com a captura do CO₂ emitido ou ainda acoplada ao uso de biocombustíveis, que pode levar a processos de geração de energia com remoção líquida de CO₂ da atmosfera.

Esta estratégia busca desenhar ações para estimular o desenvolvimento de projetos de CCUS, por meio de ações de incentivo e estímulo à atração de investimentos locais e externos.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação		
			Metas físicas			[Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
EI7.1. Estimular pesquisa, desenvolvimento e utilização de processos de captura, utilização e armazenamento de CO ₂ (CCUS)	EI7.1.1. Implementação de CCUS para captura de emissões residuais de carbono	Quantidade de CO ₂ capturada ao ano em processos de CCUS (Mt/ano)	0	4,0	10	0	4,0	10

Análise multicritério e priorização													
Legenda:	Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional
	Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	Aceitação pública
Excelente ou muito positivo Bom ou positivo Regular ou neutro Ruim ou negativo Péssimo ou muito negativo													
Facilidade de implementação e acompanhamento Disponibilidade de financiamento													
Prioridade													
EI7.1. Estimular pesquisa, desenvolvimento e utilização de processos de captura, utilização e armazenamento de CO2 (CCUS)													1

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	2	8	11	12	13	17	14
							



4

AGROPECUÁRIA, FLORESTAS E MUDANÇAS DO USO DO SOLO

A Figura 14 apresenta a distribuição das emissões acumuladas no setor AFOLU (Curva ABC), que representa a contribuição de cada subsetor para as emissões.

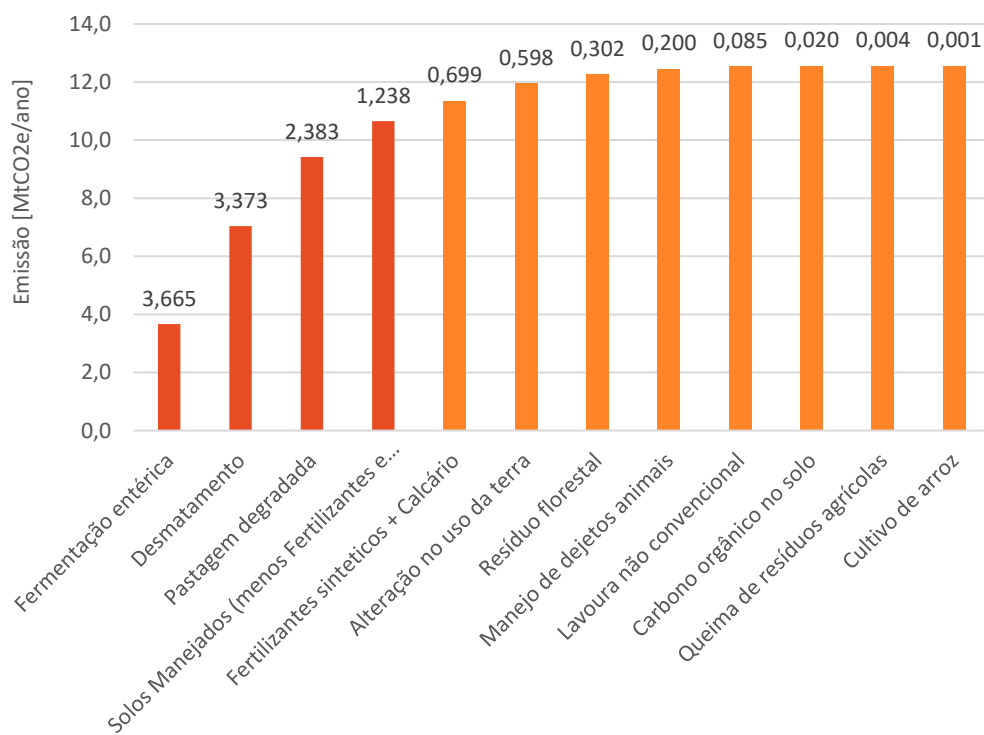


Figura 14. Distribuição das emissões acumuladas no setor AFOLU (Curva ABC) para o ano base 2021, onde as fontes responsáveis por 80% das emissões do setor estão indicadas em vermelho.

As principais emissões do setor de AFOLU, em 2021, estão predominantemente divididas em 4 grandes grupos: fermentação entérica, desmatamento, solos manejados e uso de fertilizantes sintéticos e calcário. A maior parcela das emissões está relacionada às emissões referentes à fermentação entérica, que são responsáveis por 3,665 MtCO₂e por ano, respondendo por 30,0% das emissões do setor. Em segundo lugar aparecem as emissões referentes a desmatamento, que são responsáveis por 3,373 MtCO₂e por ano, o que é referente a 27,6% das emissões do setor. As emissões provenientes de pastagens degradadas são responsáveis por 2,383 MtCO₂e por ano, correspondentes a 19,5% das emissões do setor. As emissões referentes a solos manejados⁹ são responsáveis por cerca de 1,238 MtCO₂e por ano, o que é referente a 10,1% das emissões do setor. O grupo relacionado a fertilizantes sintéticos e calcário é responsável por 0,699 MtCO₂e por ano, o que representa 5,76% das emissões do setor.

É importante destacar que o setor AFOLU apresenta 3 parcelas principais de remoção de GEE da atmosfera, ligadas a pastagens bem-manejadas, sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta (sistemas ILPF) e florestas plantadas. Em 2021, pastagens bem-manejadas foram responsáveis pela remoção de 2,834 MtCO₂e por ano. Enquanto florestas primárias e secundárias e sistemas ILPF foram responsáveis por 1,864 MtCO₂e por ano e 1,194 MtCO₂e por ano, respectivamente. Estas reduções fazem com que as emissões líquidas do setor sejam substancialmente menores que as emissões brutas (emissões líquidas = 6,19 MtCO₂e por ano, emissões brutas = 12,23 MtCO₂e por ano).

Para o setor de AFOLU foram identificadas 4 Diretrizes para mitigação, que são desdobradas em um conjunto de estratégias para implementação:

Diretriz 1 - Descarbonização pelo uso da terra (AF1)

- AF1.1. Implantação de sistemas integrados agricultura, pecuária e floresta
- AF1.2. Recuperação de pastagem degradadas
- AF1.3. Promoção de práticas conservacionistas no manejo do solo e de resíduos.
- AF1.4. Erradicação do desmatamento da Mata Atlântica e monitoramento e controle de incêndios

⁹ As emissões relacionadas a solos manejados sem contar o uso de fertilizantes sintéticos e calcário são principalmente devidas à deposição de dejetos em pastagem (0,498 MtCO₂e/ano), sendo o principal dejeito de gado de corte (0,362 MtCO₂e/ano) e em segundo lugar gado de leite (0,120 MtCO₂e/ano).

Diretriz 2 - Promoção de melhor aproveitamento do uso da terra (AF2)

- AF2.1. Promoção de práticas de redução dos gases da fermentação entérica

Diretriz 3 - Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE (AF3)

- AF3.1. Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE

Diretriz 4 - Remoção de GEE da atmosfera (AF4)

- AF4.1. Implantação de florestas comerciais
- AF4.2. Restauração da Mata Atlântica, incluindo áreas de manguezais
- AF4.3. Incentivo à regularização ambiental das propriedades rurais e criação de Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN)
- AF4.4. Compensação por serviços ambientais
- AF4.5. Estimular a certificação de créditos de carbono no setor (Mercado Voluntário de Carbono)

A Figura 15 apresenta a projeção das emissões de cada subsetor na área de AFOLU para o Cenário de Referência (cenário sem ações de mitigação) e o Cenário de Mitigação, com a aplicação das diretrizes e estratégias propostas às emissões do setor. O aumento das emissões do setor de AFOLU no Cenário de Referência foi extrapolado considerando uma taxa de crescimento efetivo de rebanho (bovinos, suínos, galináceos, asininos, muares, bubalinos, caprinos e equinos), quantidade de fertilizantes aplicados no solo, produção e área de cultivo de culturas e produção de etanol e açúcar.

O Cenário de Mitigação é obtido com a aplicação das diretrizes e estratégias propostas às emissões do setor. As reduções nas emissões descritas derivam da aplicação das estratégias delineadas em cada Diretriz. Analogamente à abordagem utilizada para as outras áreas temáticas, foram estabelecidos indicadores específicos e metas físicas para cada estratégia proposta, que são destinados a quantificar não apenas a implementação efetiva, mas também o potencial de mitigação associado a cada abordagem. Estas metas físicas foram calculadas com base em projeções derivadas de estudos científicos (nacionais e internacionais), relatórios técnicos e análises de especialistas do setor. Contudo, é fundamental ressaltar que essas estimativas foram refinadas através de discussões aprofundadas com os principais interessados e partes envolvidas.

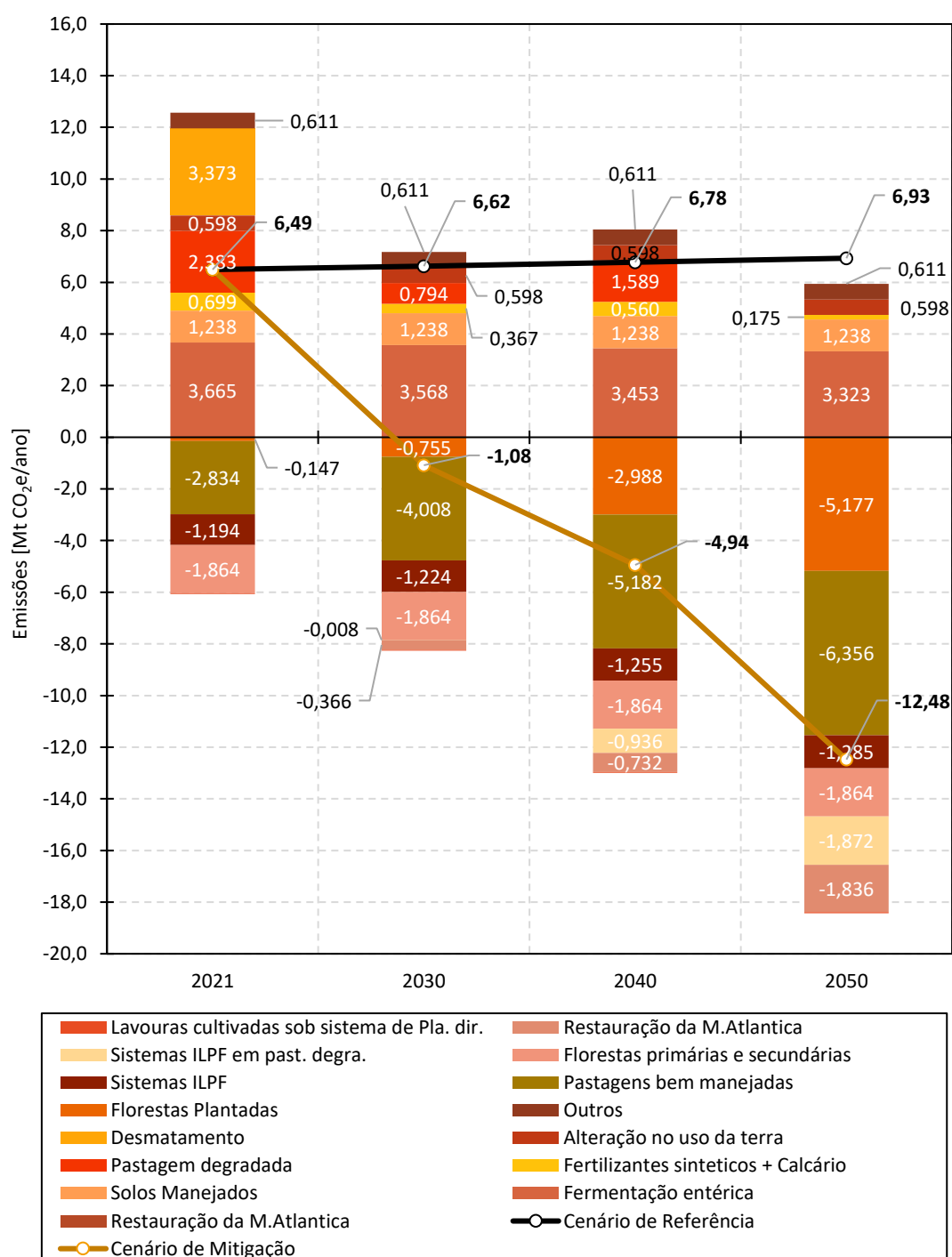


Figura 15. Projeção das emissões de GEE do setor de AFOLU no ES para o Cenário de Referência e para o Cenário de Mitigação separada cada subsetor de atividade.

É importante salientar que estas metas físicas foram consideradas adequadas pelos atores envolvidos, desde que sejam ampliadas ações e políticas públicas que garantam a

implementação das estratégias propostas. Uma vez definidas as metas físicas para cada indicador, essas foram integradas às variáveis utilizadas no procedimento de estimativa de emissão estabelecido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Esse procedimento permitiu calcular o impacto de cada estratégia nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) de cada setor de atividade, revelando, assim, o potencial de mitigação esperado para cada uma dessas estratégias.

De maneira geral, as diretrizes empregadas trazem um efeito apenas marginal sobre as emissões brutas do setor, com exceção da erradicação do desmatamento, que evita a emissão de 3,37 MtCO₂e por ano, e redução de pastagens degradadas, que evita a emissão de 2,38 MtCO₂e por ano. As outras emissões do setor continuam a crescer ou se mantêm praticamente constantes até 2050. Por outro lado, as diretrizes de mitigação afetam de maneira bastante significativa os processos de remoção de GEE da atmosfera, fazendo com que as remoções passem de 6,04 MtCO₂e por ano, em 2021, para 18,42 MtCO₂e por ano, em 2050. Este crescimento demonstra o potencial de captura de GEE do setor AFOLU, gerando a possibilidade de compensação de emissões de setores de mais difícil descarbonização ou mesmo a venda de créditos de carbono. Com a aplicação dos potenciais de redução estimados para 2050 a taxa líquida de emissão do setor é - 12,48 MtCO₂e por ano, ou seja, uma remoção anual de 12,48 MtCO₂e. O setor AFOLU é o único dos setores de atividade que obteve emissão líquida negativa em 2050. De fato, é interessante notar que já em 2030 as emissões líquidas projetadas do setor caem para - 1,08 MtCO₂e por ano, se tornando carbono negativo já em 2030. Esta redução está principalmente ligada a erradicação do desmatamento¹⁰ e redução de pastagens degradadas.

A Figura 16 apresenta o potencial de mitigação de cada diretriz proposta com base nas metas físicas consideradas viáveis. Cada uma das diretrizes tem um potencial de mitigação mais efetivo para alguns subsetores do que outros. A Figura 17 apresenta o potencial das estratégias relacionadas a cada uma das diretrizes propostas. As três principais estratégias relacionadas aos maiores níveis de redução de emissões são AF1.2 – Recuperação de pastagens degradadas (Diretriz 1), AF1.4 – Erradicação do desmatamento da Mata Atlântica e monitoramento e controle de incêndios (Diretriz 1) e AF4.1 – Implantação de florestas comerciais (Diretriz 4).

¹⁰ O conceito de erradicação de desmatamento estabelecido neste Plano é a eliminação de qualquer desmatamento ilegal. A supressão de vegetação legalmente autorizada deverá ser desestimulada, mas quando inevitável deverá haver compensação da área desmatada.

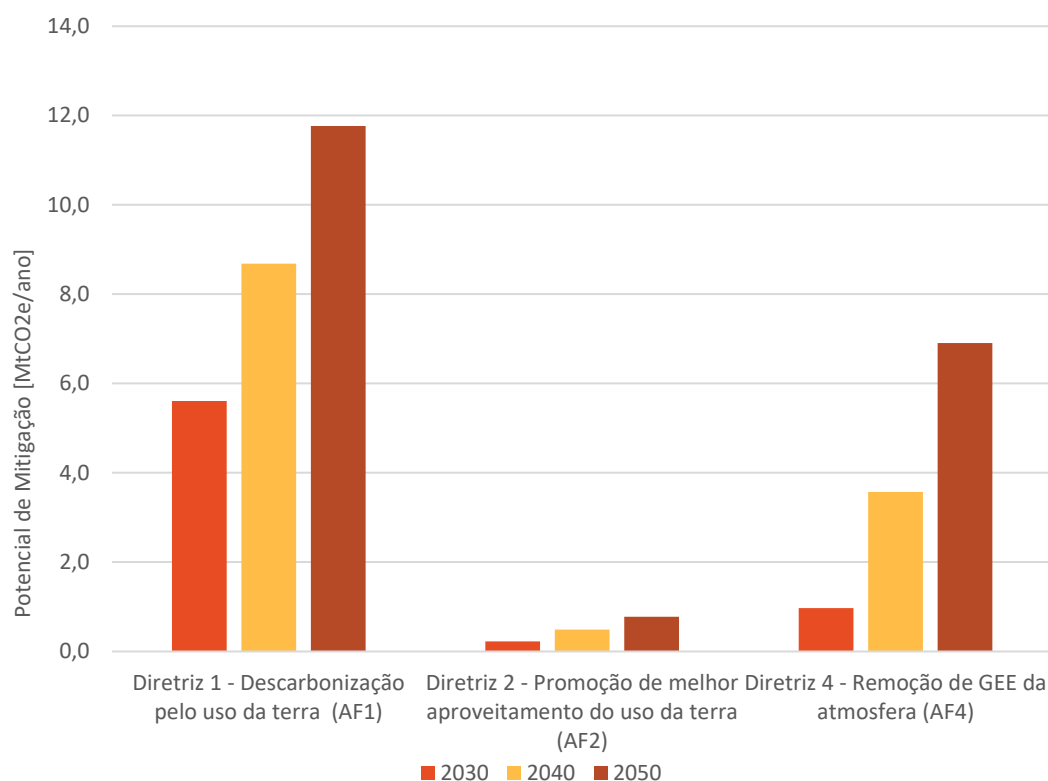


Figura 16. Potencial de mitigação das diretrizes propostas para o setor AFOLU.

É relevante destacar que a estratégia AF1.2 – Recuperação de pastagens degradadas atua sobre dois pontos importantes das emissões líquidas do setor de AFOLU. O primeiro ponto é a redução de emissão ligada a pastagens degradadas, que emitem GEE pela perda de carbono com o tempo. O segundo ponto é o aumento da remoção de carbono da atmosfera por pastagens bem manejadas. A meta desta estratégia é eliminar a presença de pastagem degradada até 2050, sendo que 70% da pastagem recuperada permanecerá como monocultivo (287.000 ha) e 30% será recuperada com a introdução do componente arbóreo (sistema silvipastoril - 123.000 ha). Assim, não haverá a emissão de GEE em função da existência de pastagem degradada e haverá aumento da remoção de carbono da atmosfera pelas pastagens bem manejadas.

A estratégia AF1.4 - Erradicação do desmatamento da Mata Atlântica e monitoramento e controle de incêndios baseia-se no conceito de eliminação de qualquer desmatamento ilegal e que o desmatamento legalmente autorizado (supressão da vegetação) seja desestimulado, mas quando inevitável deverá haver compensação da área desmatada. Este conceito é bastante importante, visto que o desmatamento no ES é responsável por 27,6% das emissões brutas do setor de AFOLU ou 54,5% das emissões líquidas, sendo bastante relevante para a política estadual de descarbonização. Além disso, as estratégias AF4.2, AF4.3 e AF4.4 são centradas na restauração da Mata Atlântica como instrumento de remoção de GEE da atmosfera, e as ações de compensação de desmatamento legalmente autorizadas podem ser um importante incremento das ações de restauração já planejadas.

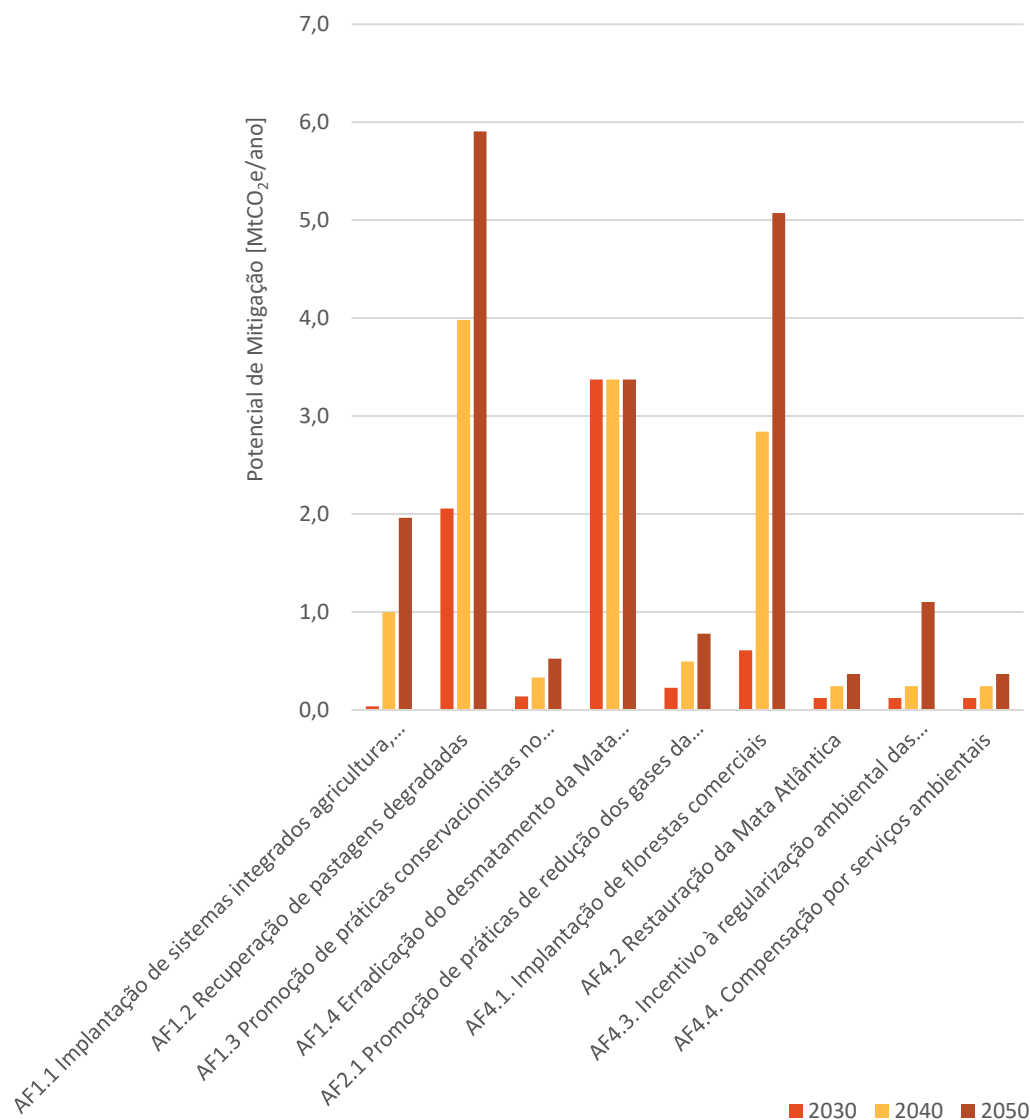


Figura 17. Potencial de mitigação das estratégias propostas para o setor de AFOLU.

A estratégia AF4.1 – Implantação de florestas comerciais (Diretriz 4) aparece como a principal fonte de remoção de GEE do setor AFOLU. O aumento da área com florestas comerciais, apesar do enorme potencial de sequestrar GEE, foi baseado nas demandas existentes e na disponibilidade atual de área no estado. A implantação de novos 167.000 ha de florestas comerciais no ES partiu dos números apresentados pela CEDAGRO (2021), considerando o plantio florestal com taxa média de estocagem de 30,38 ton CO₂ eq/ha.ano (Silva et al, 2022). Entretanto, é importante destacar que a ampliação de florestas comerciais não gera uma remoção direta de GEE da atmosfera. Florestas comerciais removem carbono da atmosfera, porém é necessário identificar o destino da madeira produzida para realmente caracterizar a remoção, visto que a madeira produzida pode ser queimada sob forma de carvão vegetal, transformada em celulose ou empregada como

material de construção. Neste aspecto o uso como material de construção é um armazenamento de mais longo prazo, mas é necessário manter o rastreamento do berço ao túmulo da madeira, pois caso ela seja incinerada em sua disposição final após o uso, o carbono removido voltará para a atmosfera. O uso da madeira enquanto carvão vegetal para combustível/agente redutor na indústria tem o potencial de reduzir 2,7 MtCO₂e por ano¹¹ por meio da redução do uso de carvão mineral. O impacto desta estratégia para as emissões globais do ES deve ser analisado em conjunto com as ações de outros setores. Desta forma, o potencial geral final de remoção do setor de AFOLU considerado para a redução das emissões de GEE do ES não considerou as remoções desta estratégia. Ou seja, as emissões líquidas do setor ficaram em 7,2 MtCO₂e por ano, com a exclusão da captura de GEE por florestas comerciais.

De maneira análoga às outras áreas temáticas, a Diretriz de Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE (Diretriz 3 – AF3) não foi incluída no gráfico de potencial de mitigação de cada diretriz para o setor de AFOLU (Figura 23). Conforme citado anteriormente, os mecanismos de compensação de emissões são um vetor importante no caminho para a neutralidade de emissões de GEE, especialmente para setores de difícil descarbonização. Além disso, a compensação de emissões pode funcionar como fonte adicional de investimento nas ações de descarbonização, como recomposição e preservação florestal. Desta forma, as emissões residuais de um dado setor (emissões que não foram mitigadas pelas estratégias propostas) têm o potencial de ser compensadas por outros setores. Assim, a Diretriz 3 é considerada como forma de acoplamento entre as emissões dos 4 setores, podendo representar um importante mecanismo de financiamento para projetos de compensação ou negociação de créditos de carbono.

De maneira análoga ao capítulo anterior, a parte final deste capítulo apresenta descrições de cada diretriz e das estratégias relacionadas, elencando os indicadores, as metas físicas para 2030, 2040 e 2050 e seus potenciais de mitigação. Cada estratégia é analisada qualitativamente com base nos aspectos ligados à tecnologia (potencial de mitigação, custo de mitigação e maturidade tecnológica), meio ambiente (vulnerabilidade climática, impactos na disponibilidade de água, qualidade do ar, produção de alimentos e biodiversidade), economia (impactos na disponibilidade de energia, geração de empregos, crescimento econômico e competitividade local) e político institucionais (aceitação pública, arcabouço regulatório, facilidade de implementação e acompanhamento e disponibilidade de financiamento). Com base nestes critérios foi realizada uma priorização das estratégias identificadas.

¹¹ Estratégia EI2.2. Emprego de biomassa/biocombustíveis na indústria.



Diretriz 1 AFOLU (AF1)

DESCARBONIZAÇÃO PELO USO DA TERRA

Descrição

Esta diretriz busca estimular o uso de tecnologias que abordam os principais pontos de emissão de GEE no setor AFOLU, criando mecanismos para a implementação de sistemas produtivos sustentáveis, como plantio direto, uso de bioinsumos, sistemas integrados agricultura, pecuária e floresta, recuperação de pastagem degradadas, manejo do solo adequado e controle do desmatamento.

Estratégias

AF1.1. Implantação de sistemas integrados agricultura, pecuária e floresta

No setor AFOLU do Estado do Espírito Santo, a pecuária é responsável pela maior parte das emissões de gases de efeito estufa, devido principalmente à fermentação entérica dos ruminantes. Em contrapartida, os solos utilizados para esta atividade também podem remover ou sequestrar CO₂ atmosférico, dependendo da forma como são manejados. Aliado a recuperação das pastagens e a técnica de plantio direto, juntamente com outras propostas do Programa de Agricultura de Baixo Carbono (ABC), a implantação de sistemas integrados, principalmente com espécies arbóreas, pode trazer um balanço positivo para a atividade.

A Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) é uma estratégia de produção sustentável que integra atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agro ecossistema. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são descritos como sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas e forrageiras, em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações desses componentes.

Os benefícios desses sistemas são inúmeros. Para o produtor, há a diversificação das atividades produtivas, que gera mais segurança financeira, passando a contar com a renda oriunda da nova atividade, e ainda com a possibilidade de venda de créditos de carbono. Para o meio ambiente, a integração também reduz o uso de agroquímicos, a abertura de novas áreas para fins agropecuários e o passivo ambiental, possibilitando ao mesmo tempo o aumento da biodiversidade e do controle dos processos erosivos com a manutenção da cobertura do solo, e ainda, aliada a práticas conservacionistas, como o plantio direto, se constitui em uma alternativa econômica e sustentável para elevar a produtividade de áreas degradadas. Para o gado, existem diversos estudos que demonstram o aumento do conforto animal devido ao sombreamento das árvores integradas às áreas de pastagem.

AF1.2. Recuperação de pastagem degradadas	No Estado do Espírito Santo o efetivo de bovinos segundo o IBGE em 2017 foi de 1,650 milhões de cabeças, sendo a maioria dos animais de corte e leite criados em sistema de pastagens, numa área de 1,473 milhões de ha, representando 45% das terras capixabas. Desse total, cerca de 11% encontram-se em processo de degradação, o que corresponde a 157 mil ha. A degradação das pastagens tem várias causas, sendo as mais comuns o uso contínuo da pastagem sem a reposição de nutrientes via adubação, manejo inadequado e taxas de lotação impróprias para a área. Conceitualmente é o processo evolutivo de perda de vigor, de produtividade e de capacidade de recuperação natural das pastagens para sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais. Este processo também tem impacto na capacidade do sistema de produção em superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras, que culminam na degradação avançada dos recursos naturais, em razão de manejos inadequados. Com o avanço do processo de degradação, verifica-se perda de cobertura vegetal e redução no teor de matéria orgânica do solo, com resultante aumento da emissão de CO₂ para a atmosfera. Recuperar uma pastagem consiste no restabelecimento da produção de forragem de acordo com o interesse econômico. A recuperação de pastagens degradadas, o seu adequado manejo e a manutenção da produtividade contribuem para mitigar a emissão dos gases do efeito estufa através do aumento de estoque de carbono atmosférico no solo. Por fim, o aumento de produtividade das pastagens recuperadas possibilita a liberação de áreas para atividades agrícolas, florestais e de preservação, aumentando também a oferta de serviços ambientais, reduzindo a abertura de novas áreas de ecossistemas naturais.
AF1.3. Promoção de práticas conservacionistas no manejo do solo e de resíduos	O manejo adequado do solo gera aumento da quantidade de matéria orgânica, melhoria de sua qualidade, promovendo a fixação de carbono, melhor eficiência da atividade microbiana e até mesmo absorção de nutrientes pelas plantas. O manejo adequado do solo também mitiga de forma eficiente a erosão e perdas de nutrientes, ao mesmo tempo que proporciona melhoria da produtividade. As técnicas empregadas variam desde uso de fertilizantes apropriados até o uso de plantas fixadoras de nitrogênio e plantio direto em áreas cultivadas e o manejo adequado de dejetos oriundos da avicultura, suinocultura e bovinocultura intensiva. Além de contribuir de maneira significativa para a fixação de CO₂ no solo, o manejo adequado é um importante instrumento de aumento de produtividade.

AF1.4. Erradicação do desmatamento da Mata Atlântica e monitoramento e controle de incêndios	Em nível nacional, o desmatamento e os incêndios florestais estão entre os principais causadores da emissão de gases de efeito estufa. No caso específico do Estado do Espírito Santo, não há indícios de que estas sejam as principais fontes de emissão, mas também não existem fontes de dados definitivas e fidedignas que atestem o contrário. Na verdade, considerando as bases de dados atualmente disponíveis, especialmente em nível estadual, há uma grande incerteza sobre o impacto destas duas fontes de emissão na contabilidade do balanço dos gases de efeito estufa. Além disso, mesmo que se conclua que atualmente estas duas fontes de emissão não sejam as mais significativas no balanço geral, elas apresentam grande potencial para o agravamento do problema, especialmente os passivos florestais, que estocam grandes quantidades de carbono. É importante lembrar que a erradicação do desmatamento, muito mais do que uma meta, é uma exigência legal, tendo em vista que o bioma predominante no ES é a Mata Atlântica, na qual é expressamente vedado o corte raso, e mesmo o corte seletivo só pode ocorrer mediante plano de Manejo aprovado por órgão competente. Nesse sentido, mecanismos de comando e controle são fundamentais para se combater o desmatamento. Sendo assim, a necessidade de monitoramento e controle destes estoques de carbono deve ser permanente, uma vez que, a qualquer momento, podem ocorrer mudanças de conjuntura econômica e social, o que poderia se reverter em uma utilização destes estoques com consequente liberação de carbono para a atmosfera.
---	--

Metas e potencial de mitigação								
Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
AF1.1 Implantação de sistemas integrados agricultura, pecuária e floresta	AF1.1.1. Implantação de sistema silvipastoril em áreas de pastagem degradada	Área recuperada e com árvores (ha) - acumulado	5.000	61.500	123.000	0,008	0,936	1,872
	AF1.1.2. Implantação de novas áreas de sistemas ILPF	Área adicional (ha) de novos sistemas ILPF - acumulado	5.000	10.000	15.000	0,030	0,061	0,091
AF1.2 Recuperação de pastagens degradadas	AF1.2.1. Recuperação de pastagem degradada (continuando como monocultivo)	Área recuperada (ha) - acumulado	100.000	193.500	287.000	2,058	3,982	5,906
AF1.3 Promoção de práticas conservacionistas no manejo do solo e de resíduos	AF1.3.1. Adoção do uso de fertilizantes organominerais e de plantas fixadoras de nitrogênio (visando à redução do uso de calcário e fertilizantes sintéticos)	Redução percentual do uso de adubação convencional (calcário e fertilizantes sintéticos), substituída por fertilizantes organominerais (%)	20%	47,5%	75%	0,140	0,332	0,525
AF1.4 Erradicação do desmatamento da Mata Atlântica e monitoramento e controle de incêndios	AF1.4.1. Intensificação da vigilância e fiscalização, erradicando o desmatamento da Mata Atlântica, incluindo áreas de manguezais	Área desmatada anualmente (ha)	0	0	0	3,373	3,373	3,373
	AF1.4.2. Implantação de sistema de previsão de risco e combate a incêndios	Área máxima queimada anualmente (ha)	3.000	2000	1.000			

Análise multicritério e priorização

Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

	Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional				
	Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	Aceitação pública	Arcabouço regulatório	Facilidade de implementação e acompanhamento	Disponibilidade de financiamento	Prioridade
AF1.1 Implantação de sistemas integrados agricultura, pecuária e floresta																	1
AF1.2 Recuperação de pastagens degradadas																	1
AF1.3 Promoção de práticas conservacionistas no manejo do solo e de resíduos																	1
AF1.4 Erradicação do desmatamento da Mata Atlântica e monit. e controle de incêndios																	1

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





Diretriz 2
AFOLU (AF2)

PROMOÇÃO DE MELHOR APROVEITAMENTO DO USO DA TERRA

Descrição

Esta diretriz busca alinhar a produção agropecuária do ES com os princípios atuais de boas práticas agrícolas operacionais no setor, criando programas para promover o aumento de produtividade por área plantada e a redução das emissões por unidade de produto. O aumento da produtividade com sustentabilidade está fortemente relacionado com melhores práticas de cultivo, manejo, tecnologia, uso de material genético e técnicas adequadas, o que permite ganhos diretos e indiretos e otimização dos recursos.

Estratégias

AF2.1. Promoção de práticas de redução dos gases da fermentação entérica

Os bovinos são animais ruminantes que conseguem utilizar de forma eficiente a fibra contida em pastagens e em outros alimentos para obtenção de energia e produção de carne, leite, lã etc. A fermentação entérica é um processo natural desses animais e como resultado final desse processo digestivo ocorre a eliminação de cerca de 95% de gás metano através da eructação. A maior parte desse gás é produzido por animais criados em pastagens que, em grande proporção, encontram-se degradadas, sendo também esse sistema de criação o mais utilizado no ES. A ineficiência dos processos produtivos na criação de bovinos de forma extensiva ocasiona maiores emissões de metano por unidade de produto de origem animal produzido.

É possível, através da manipulação da dieta, melhoramento genético e manejo de pastagens, reduzir a produção de metano entérico pelos bovinos e aumentar a eficiência no processo de produção de bovinos.

Manipulando a composição nutricional da alimentação de ruminantes pode-se alterar a produção de metano, haja visto que a composição e qualidade dos alimentos interferem na fermentação e nos produtos resultantes da fermentação ruminal. A produção de metano no rúmen é menor em animais cujas dietas são balanceadas e constituídas de alimentos menos fibrosos (concentrados) ou com fibras mais digestíveis. A emissão de gases em forma de metano varia entre 4 e 12% da energia bruta do alimento ingerido, sendo em média de 8%, dependendo das características da dieta. Os modificadores ruminais adicionados às dietas de bovinos como aditivos alimentares (ionóforos), enzimas, extratos de plantas (taninos, saponinas), óleos essenciais, lípidos na dieta, também são uma opção para redução de gases de efeito estufa emitidos pelos animais. Essas substâncias agem direta ou indiretamente inibindo as bactérias/arqueias metanogênicas.

Com animais melhorados geneticamente é possível aumentar o desempenho produtivo animal através do fornecimento de dieta de acordo com a exigência do animal que consegue responder com maior produtividade/kg de alimento ingerido.

Já com o manejo adequado da pastagem é possível favorecer a produção animal através do fornecimento do capim com melhor valor nutricional o que refletirá positivamente no desempenho animal, na redução do ciclo de produção animal a pasto além de evitar a degradação das pastagens. Assim como o manejo das pastagens, têm - se a taxa de lotação animal adequada a área de pasto e a fertilidade do solo que são igualmente importantes para o sucesso da bovinocultura a pasto. Pastagens produtivas e manejadas adequadamente, além de propiciarem condições favoráveis para aumentos significativos no desempenho animal e índices zootécnicos, também podem absorver grande parte do carbono emitido pela atividade pecuária, tornando-se componente importante no balanço de GEE.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
AF2.1 Promoção de práticas de redução dos gases da fermentação entérica	AF2.1.1. Adoção de manejo de pastagem, terminação intensiva de bovinos a pasto, confinamento, modificação da dieta animal e melhoramento genético animal	Redução da emissão de GEE pela adoção da tecnologia (%)	6%	12,5%	19%	0,23	0,49	0,78

Análise multicritério e priorização

Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

AF2.1 Promoção de práticas de redução dos gases da fermentação entérica

Tecnologia	Ambiental	Economia	Político Institucional	Prioridade
Potencial de mitigação				
Custo de mitigação				
Maturidade tecnológica				
Vulnerabilidade climática				
Impacto na disponibilidade de água				
Impacto na qualidade do ar				
Impacto na produção de alimentos				
Impacto na biodiversidade				
Impacto na disponibilidade de energia				
Impacto na geração de empregos				
Impacto no crescimento econômico				
Competitividade local				
Aceitação pública				
Arcabouço regulatório				
Facilidade de implementação e acompanhamento				
Disponibilidade de financiamento				
				1

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





Diretriz 3
AFOLU (AF3)

ESTÍMULO A MEDIDAS DE COMPENSAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE

Descrição

Esta diretriz tem como objetivo o estímulo à utilização de mecanismos de compensação de emissões, para o caso específico de setores de difícil descarbonização. As técnicas de compensação devem, preferencialmente, estar relacionadas aos cobenefícios, como a restauração de florestas e biodiversidade no ES. Neste contexto, a compensação de alguns setores pode ser um mecanismo importante para fomento de atividades de captura em outros setores.

Estratégias

AF3.1 Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE

Esta estratégia é comum a todas as áreas temáticas, sendo considerada como forma de acoplamento entre as emissões os setores de Energia & Indústria, AFOLU, Resíduos e Transportes, podendo representar um importante mecanismo de financiamento para projetos de compensação ou negociação de créditos de carbono.

Mecanismos de compensação de emissões são um vetor importante no caminho para a neutralidade de emissões de GEE. Além de promover a compensação de emissões para setores de difícil descarbonização, a compensação de emissões pode funcionar como fonte adicional de investimento nas ações de descarbonização, como recomposição e preservação florestal.

Desta forma, setores que tenham dificuldade de neutralizar totalmente suas emissões podem compensar parte de suas emissões apoiando financeiramente projetos de captura de carbono no ES. Caberia ao Governo montar esta estrutura de apoio à negociação entre “projetos de remoção” e aqueles que precisam apoiar projetos de remoção para compensar suas emissões, ou negociação de créditos de carbono, sendo importante as políticas estaduais de mudanças climáticas estarem alinhadas às políticas federais.

Empresas ou entidades que conseguissem a neutralização por ações próprias ou compensação de emissões receberiam uma certificação do Estado, por meio de um Selo de Carbono Neutro (que preferencialmente atenda critérios e premissas compatíveis com o Mecanismo do Acordo de Paris e com os principais mercados de crédito de carbono regulados, dentre os quais os da União Europeia). A certificação pode ser um importante mecanismo comercial, principalmente para os envolvidos no comércio exterior e/ou um mecanismo de gratificação para os atores envolvidos no processo de redução das emissões de GEE. Neste contexto, a gratificação vai além do pagamento monetário, podendo incluir isenções fiscais e tarifárias; favorecimento para obtenção de crédito; garantia ou preferência de acesso a

mercados; programas especiais ou serviços públicos; disponibilidade e direcionamento de subsídios à produção; oferta de tecnologia, equipamentos e infraestrutura e apoio em termos de capacitação, treinamento e assistência técnica.

Esta estratégia busca desenhar ações para estimular a neutralização das emissões por meio de compensações e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE. Esta estratégia apresenta forte transversalidade entre os setores da economia, havendo estratégias análogas em cada uma das áreas estratégicas.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
RE6.1 Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE	As emissões residuais de outros setores (Resíduos, Energia & Indústria e Transporte) podem ser compensadas pelo setor AFOLU. Além disso, emissões residuais de subsetores do AFOLU que não conseguiram neutralizar suas emissões (emissões que não foram mitigadas pelas estratégias propostas) têm o potencial de compensar suas emissões com as remoções de GEE geradas pelo setor de AFOLU. Esta estratégia é considerada como forma de acoplamento entre as emissões/remoções dos 4 setores e subsetores, podendo representar um importante mecanismo de financiamento para projetos de compensação ou negociação de créditos de carbono. No caso do setor de AFOLU, o saldo líquido das reduções é de 14,55 MtCO ₂ e/ano ou de 9,38 MtCO ₂ e/ano se forem desconsideradas as remoções de florestas comerciais plantadas.							

Análise multicritério e priorização

Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

RE6.1 Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação e gratificação

Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional			
Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	Aceitação pública	Arcabouço regulatório	Facilidade de implementação e acompanhamento	Disponibilidade de financiamento
Prioridade															
1															

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





Diretriz 4
AFOLU (AF4)

REMOÇÃO DE GEE DA ATMOSFERA

Descrição

Esta diretriz busca estimular o desenvolvimento de atividades que levem à captura/remoção de carbono da atmosfera, aproveitando o grande potencial florestal do ES.

Estratégias

AF4.1. Implantação de florestas comerciais

Do que atualmente se sabe sobre as melhores estratégias para se retirar carbono da atmosfera, os plantios florestais estão entre os mecanismos mais eficientes em converter o carbono atmosférico em biomassa por meio da fotossíntese. Além de ser uma forma das mais eficientes, o que é função especialmente da grande produtividade de biomassa que atualmente se consegue obter graças ao desenvolvimento tecnológico e às questões ligadas ao solo e ao clima, trata-se também de uma das maneiras mais baratas de se realizar esta conversão. Em síntese, pode-se dizer que os plantios florestais se apresentam como uma das alternativas com melhor custo-benefício para retirar carbono da atmosfera. Se fossem vistos apenas como uma estratégia para sequestrar carbono, eles já seriam uma das melhores opções, mas essencialmente as florestas implantadas se constituem em uma atividade econômica das mais relevantes, movimentando diversas cadeias produtivas, uma vez que a madeira, que é o principal produto, apresenta uma gama de usos.

Considerando o significativo crescimento do mercado de carbono e a valorização dos créditos de carbono neste mercado, pode-se dizer que as formas tradicionais de realizar plantios florestais como atividade econômica tendem a se potencializar uma vez que o crédito de carbono passe a ser mais um produto econômico da floresta, tornando este tipo de atividade mais atrativa.

É importante considerar que a produção florestal demanda um tempo maior do que os produtos agrícolas, o que implica em aumento de riscos, associados ao processo produtivo (ocorrência de secas, pragas, doenças, incêndios), mas principalmente ao mercado comprador do produto. É comum que o produtor florestal após alguns anos cultivando a floresta, no momento ideal da colheita não encontre preços atrativos ou mesmo compradores interessados em adquirir o seu produto. Sendo assim, uma estratégia que vise a aumentar a área de plantios florestais deve se preocupar com o mercado comprador. Uma das maneiras de melhorar esta relação é estruturar as cadeias produtivas, fazendo com que o interessado no produto florestal se conecte com potenciais produtores.

AF4.2. Restauração da Mata Atlântica, incluindo áreas de manguezais	Entre os biomas brasileiros, no intervalo de 2000 a 2018, a Mata Atlântica foi responsável por 14% das remoções totais, fixando 1,25 GtCO₂e, sendo o aumento do sequestro de carbono neste bioma atribuído principalmente à regeneração da vegetação secundária. Segundo dados do SEEG, o estoque de carbono em florestas da Mata Atlântica é de 130,38 toneladas de carbono por hectare, e a taxa de remoção das florestas primárias é de 0,32 tonC/ha/ano, enquanto nas florestas secundárias a taxa é de 1,66 tonC/ha/ano, para as estimativas de restauração. O Governo do Estado do Espírito Santo possui ações de políticas públicas já consolidadas de incentivo à restauração da Mata Atlântica, como o programa Reflorestar, que até o ano de 2019 recuperou um total de 9778,71 ha na forma de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) em diferentes municípios do Estado. Tal plano foi originalmente concebido para preservação dos recursos hídricos do ES. Em alinhamento com a nota técnica que estabelece as ações para construção do Plano Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC), aprovada pelo Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas, esta estratégia visa a potencializar o Programa Reflorestar, integrando-o com as metas climáticas do ES. Dentro do bioma Mata Atlântica, destaca-se ainda a demanda por maiores estudos envolvendo o potencial de remoção e estoque de gases de efeito estufa (GEE), das áreas de manguezais, assim como o incentivo a projetos de restauração desse ecossistema, que vêm passando por pressões antrópicas, principalmente em áreas urbanas. Segundo o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, para o período 2019-2020, o Espírito Santo possuía 7424 ha de mangue, considerando apenas a vegetação de porte arbóreo. Esta estratégia tem o objetivo de desenhar instrumentos de política pública para potencializar as ações do Programa Reflorestar e de projetos em áreas de manguezais, ampliando o potencial de restauração da Mata Atlântica do ES.
AF 4.3. Incentivo à regularização ambiental das propriedades rurais e criação de Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN)	O Estado do Espírito Santo, era em sua totalidade formado por diferentes formações vegetacionais pertencentes à Mata Atlântica. Atualmente, segundo Fundação SOS Mata Atlântica e INPE¹², restam 12,6% de área preservada no território capixaba. Preservar esses remanescentes florestais é de suma importância, não só pela conservação da biodiversidade, mas também pela manutenção do estoque de carbono, de forma que, para ajudar a conter o desmatamento, a criação de áreas protegidas por lei é uma importante estratégia. Segundo o cadastro nacional de unidades de conservação, no Espírito Santo existem 121 UC nas três esferas administrativas; deste total, 54 unidades são RPPN. Nesta categoria é permitido o uso direto dos recursos naturais, envolvendo coleta e uso, comercial ou não, desde que de forma manejada e equilibrada. Assim, o proprietário pode continuar a obter recursos financeiros da área, desde que de forma sustentável. É preciso criar estímulos para que os proprietários rurais explorem esta modalidade de uso da terra. Além da criação de RPPNs, o incentivo à regularização ambiental, que tem como foco desenvolver ações que identifiquem seus gargalos e auxiliem o produtor rural a recompor os passivos da propriedade por meio de apoio técnico e implementação de tecnologias de baixa emissão de carbono, deve ser fomentado.

¹² Atlas da Mata Atlântica faz radiografia do desmatamento no Espírito Santo - <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2016/12/Atlas-municipios-SOS-Espirito-Santo.pdf>

AF4.4. Compensação por serviços ambientais	Considerando o elevado potencial de manutenção de estoque carbono da atividade Agropecuária, esta estratégia busca construir ações para gratificação aos produtores rurais responsáveis pela manutenção de estoque carbono. Neste contexto, a gratificação vai além do pagamento monetário, podendo incluir isenções fiscais e tarifárias; favorecimento para obtenção de crédito; garantia ou preferência de acesso a mercados; programas especiais ou serviços públicos; disponibilidade e direcionamento de subsídios à produção; oferta de tecnologia, equipamentos e infraestrutura e apoio em termos de capacitação, treinamento e assistência técnica. É importante ter em mente que as estratégias de gratificação diferem das obrigações legais que normalmente são impostas ao setor produtivo por meio de ferramentas de comando e controle, que muitas vezes são de baixa efetividade por falta de capacidade do Estado e por gerar resistências por parte daqueles que são penalizados. Assim, embora as ferramentas de comando e controle sejam importantes, uma vez complementadas por políticas de compensação ambiental, sua eficiência pode melhorar sensivelmente. Estudos mostram que a compensação por serviços ambientais costuma ser uma ótima ferramenta de conscientização bem como um ótimo instrumento de mudanças culturais acerca de temas controversos em relação ao meio ambiente e seu manejo sustentável.
AF4.5. Estimular a certificação de créditos de carbono no setor (Mercado Voluntário de Carbono)	O mercado de carbono tem crescido substancialmente nos últimos anos, com algumas empresas do setor projetando um crescimento de até 15 vezes do mercado até 2030¹³. Neste contexto, a inserção do produtor rural no mercado de créditos de carbono torna-se extremamente importante. Entretanto, os custos de certificação de créditos são proibitivamente elevados para pequenos e médios produtores. Neste contexto, esta estratégia busca delinear ações que viabilizem a participação de produtores do ES, por meio de apoio técnico no processo de certificação e comercialização de créditos. O ES tem um projeto em elaboração nesta linha de trabalho, o Programa Estadual de Carbono. É importante destacar que esta estratégia requer não apenas o apoio técnico no processo de certificação e comercialização de créditos, mas também a criação de uma câmara de compensação de créditos do ES, favorecendo que os créditos gerados no ES sejam, preferencialmente, comercializados no ES como parte das compensações de setores de difícil descarbonização e estimulando projetos de remoção de GEE da atmosfera no ES. Além disso, créditos gerados (redução de emissões) no ES que sejam comercializados para fora do Estado devem ser registrados e não contabilizados nas reduções do ES, para evitar dupla contagem. Esta estratégia busca delinear ações para apoio à certificação, criação da câmara de compensação e “comercialização” de créditos entre setores do ES. Esta estratégia apresenta forte transversalidade entre os setores da economia, havendo estratégias análogas em cada uma das áreas estratégicas.

¹³ <https://exame.com/inovacao/credito-de-carbono-deve-aumentar-15-vezes-ate-2030/>

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
AF4.1. Implantação de florestas comerciais	AF4.1.1. Implantação de novas áreas com florestas comerciais	Área adicional (ha) de florestas comerciais - acumulado	20.000	93.500	167.000	0,608	2,841	5,073
AF4.2 Restauração da Mata Atlântica, incluindo áreas de manguezais	AF4.2.1. Ampliação da área com projetos de restauração da Mata Atlântica, incluindo áreas de manguezais	Área adicional (ha) de Mata Atlântica restaurada - acumulado	20.500	41.000	62.200	0,122	0,244	0,366
AF4.3. Incentivo à regularização ambiental das propriedades rurais	AF4.3.1. Estabelecimento de novas áreas com florestas (nativas/comerciais) e SAFs (PRAVALER)	Novas áreas restauradas em função da regularização ambiental (ha) - acumulado	20.000	40.000	181.000	0,122	0,244	1,104
AF4.4. Compensação por serviços ambientais	AF4.4.1. Ampliação da área com projetos de restauração da Mata Atlântica por meio de gratificação (REFLORESTAR)	Novas áreas restauradas em função da gratificação (ha) - acumulado	20.000	40.000	60.000	0,122	0,244	0,366

Análise multicritério e priorização

Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

	Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional				Prioridade
	Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	Aceitação pública	Arcabouço regulatório	Facilidade de implementação e acompanhamento	Disponibilidade de financiamento	
AF4.1. Implantação de florestas comerciais																	1
AF4.2 Restauração da Mata Atlântica, incluindo áreas de manguezais																	1
AF4.3. Incentivo à regularização ambiental das propriedades rurais																	1
AF4.4. Compensação por serviços ambientais																	1
AF4.5. Estimular a certificação de créditos de carbono no setor																	1

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





5

RESÍDUOS

A Figura 18 apresenta a distribuição das emissões acumuladas no setor de Resíduos (Curva ABC), que representa a contribuição de cada subsetor para as emissões.

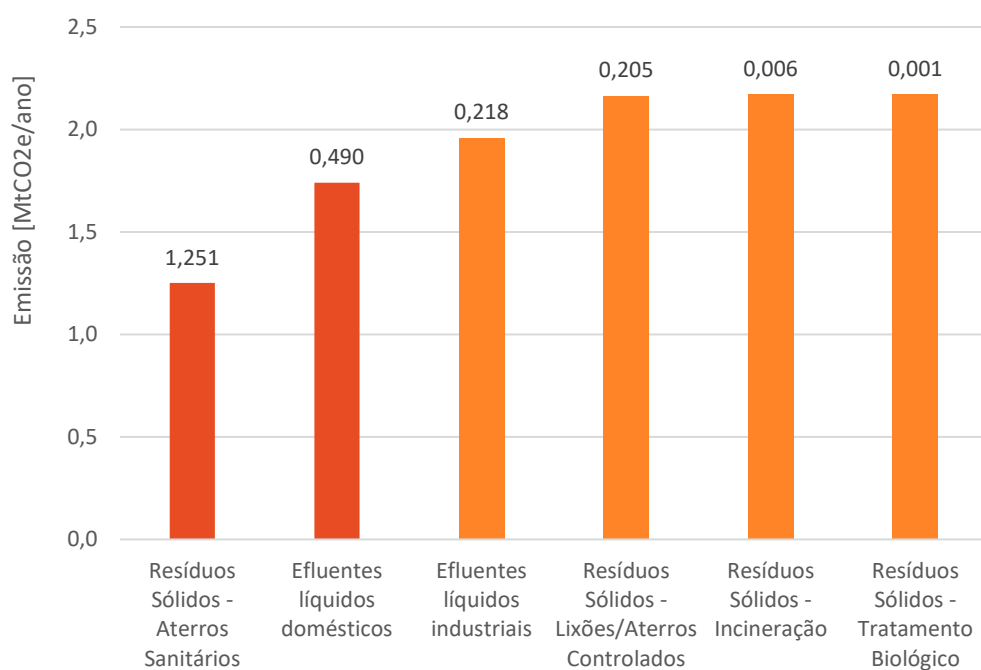


Figura 18. Distribuição das emissões acumuladas no setor de Resíduos (Curva ABC) para o ano base 2021, onde as fontes responsáveis por 80% das emissões do setor estão indicadas em vermelho.

As principais emissões do setor de Resíduos estão predominantemente divididas em 4 grandes grupos: aterros sanitários, lixões e aterros controlados, tratamento de efluentes líquidos domésticos e tratamento de efluentes líquidos industriais. A maior parcela das emissões está relacionada às emissões referentes a aterros sanitários, que são responsáveis por cerca de 1,25 MtCO₂e por ano, correspondentes a 58% das emissões do setor. Em segundo lugar aparecem as emissões referentes a efluentes líquidos domésticos, que são responsáveis por cerca de 0,49 MtCO₂e por ano, o que representa 23% das emissões do setor. As emissões referentes a efluentes líquidos industriais são responsáveis por cerca de 0,22 MtCO₂e por ano, que é referente a 10% das emissões do setor. Lixões e aterros controlados são responsáveis por 0,21 MtCO₂e por ano, 9% das emissões do setor.

Para o setor de Resíduos foram identificadas 6 Diretrizes para mitigação, que são desdobradas em um conjunto de estratégias para implementação:

Diretriz 1 - Controle de perdas em aterros sanitários (RE1)

- RE1.1. Ampliar aterros com coleta e queima ativa de biogás
- RE1.2. Erradicar lixões e aterros controlados e combate à queima de resíduos a céu aberto

Diretriz 2 - Desvios de orgânicos em aterros sanitários (RE2)

- RE2.1. Ampliar destinação de resíduos verdes de RLU e outros resíduos orgânicos de grandes geradores para compostagem ou metanização
- RE2.2. Ampliar destinação da fração orgânica de RAA para compostagem ou metanização
- RE2.3. Ampliar destinação de lodos de ETE provenientes de RSPS para compostagem ou metanização

Diretriz 3 - ETEs com aproveitamento energético (RE3)

- RE3.1. Ampliar a implantação de sistemas de coleta e queima de biogás (com ou sem aproveitamento energético)

Diretriz 4 - Produção de energia em aterros sanitários (RE4)

- RE4.1. Fomentar a ampliação de aproveitamento energético de biogás em aterros

Diretriz 5 - Eficiência ambiental de ETE (RE5)

- RE5.1. Incentivo a sistemas ecoeficientes para tratamento de esgotos

Diretriz 6 - Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE (RE6)

- RE6.1. Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE

A Figura 19 apresenta a projeção das emissões de cada um dos subsetores para o Cenário de Referência (cenário sem ações de mitigação) e o Cenário de Mitigação, com a aplicação das diretrizes e estratégias propostas às emissões do setor. É interessante observar que as emissões do Cenário de Referência não crescem como nos outros setores (Energia e Indústria, AFOLU e Transportes). De fato, pode ser observada uma gradual queda das emissões no cenário de referência, pois foi assumido que as ações referentes ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) serão implementadas pelo setor, inclusive no Cenário de Referência, levando a uma redução de emissões referentes à disposição final de resíduos sólidos, mesmo com o aumento previsto da população. Em 2050, as emissões projetadas para o Cenário de Referência seriam de cerca de 1,75 MtCO₂e no setor de Resíduos, cerca de 20% menores que as emissões de 2021 (2,17 MtCO₂e).

Além das reduções relacionadas ao PLANARES, as estratégias de mitigação propostas no Plano de Descarbonização e Neutralização de Emissões de GEE do ES geram uma redução adicional de cerca 0,85 MtCO₂e no setor, levando a emissões de GEE projetadas para 2050 de aproximadamente 0,89 MtCO₂e, uma redução de aproximadamente 59% das emissões em relação a 2021. Para 2030, a redução esperada das emissões do setor é de 34% em relação aos níveis de emissão de 2021.

O subsetor mais afetado pelas estratégias de mitigação são as emissões de aterros sanitários, com 49% de redução projetada para 2030 e 82% de redução em 2050 em relação a 2021. A estratégia de ampliar coleta e queima ativa de biogás em aterros sanitários é a principal responsável por esta redução, sendo a estratégia de mitigação com maior potencial para reduzir as emissões do setor.

As reduções nas emissões descritas derivam da aplicação das estratégias delineadas em cada Diretriz. Para cada estratégia, foram estabelecidos indicadores específicos e metas físicas, destinados a quantificar não apenas a implementação efetiva, mas também o potencial de mitigação associado a cada abordagem. Estas metas físicas foram calculadas com base em projeções derivadas de estudos científicos (nacionais e internacionais),

relatórios técnicos e análises de especialistas do setor. Contudo, é fundamental ressaltar que essas estimativas foram refinadas através de discussões aprofundadas com os principais interessados e partes envolvidas.

É importante salientar que estas metas físicas foram consideradas adequadas pelos *stakeholders*, desde que sejam criadas ações e políticas públicas que garantam a implementação das estratégias propostas. Uma vez definidas as metas físicas para cada indicador, essas foram integradas às variáveis utilizadas no procedimento de estimativa de emissão estabelecido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Esse procedimento permitiu calcular o impacto de cada estratégia nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) de cada setor de atividade, revelando, assim, o potencial de mitigação esperado para cada uma dessas estratégias.

A Figura 20 apresenta o potencial de mitigação de cada estratégia proposta com base nas metas físicas consideradas viáveis. Desta forma, observa-se que é possível separar as estratégias em 2 grandes grupos. O primeiro grupo é composto pelas diretrizes que resultam em elevado potencial de mitigação diretamente para o setor Resíduos, como: controle de Perdas em Aterros Sanitários (RE1), ETEs com aproveitamento energético (RE3), produção de energia em aterros sanitários (RE4) e eficiência energética em ETEs (RE5). As estratégias deste grupo são responsáveis por quase todo potencial de mitigação do setor (99% da redução das emissões em 2050). O segundo grupo é formado por aquelas estratégias que têm potencial de mitigação das emissões de GEE em outros setores, por meio da produção de biomassa e, ou, biocombustíveis, relacionados à Diretriz 2 – Desvios de orgânicos em aterros sanitários. Neste contexto, estas estratégias são relevantes para



Plano Nacional de Resíduos Sólidos

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), instituído por meio do Decreto Nº 11.043/2022, representa um importante instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, pois descreve a rota para se alcançar os objetivos e materializar a Política Nacional de Resíduos Sólidos por meio de diretrizes, estratégias, ações e metas para melhorar a gestão de resíduos sólidos no País. Além do encerramento de todos os lixões, é previsto o aumento da recuperação de resíduos para cerca de 50% em 20 anos. O plano prevê ainda o aumento da reciclagem de resíduos da construção civil para 25%, incentiva a reciclagem de materiais, contribui para a criação de empregos verdes, bem como possibilita melhor atendimento a compromissos internacionais e acordos multilaterais, e representa passo importante no processo de acesso do Brasil à OCDE.

Para mais informações, consulte: <https://sinir.gov.br/informacoes/plano-nacional-de-residuos-solidos/>.

gerar biogás e biomassa para reduzir o consumo de combustíveis fósseis em outros setores, como energia e indústria ou transportes, mas não afetam de maneira significativa as emissões do setor de resíduos.

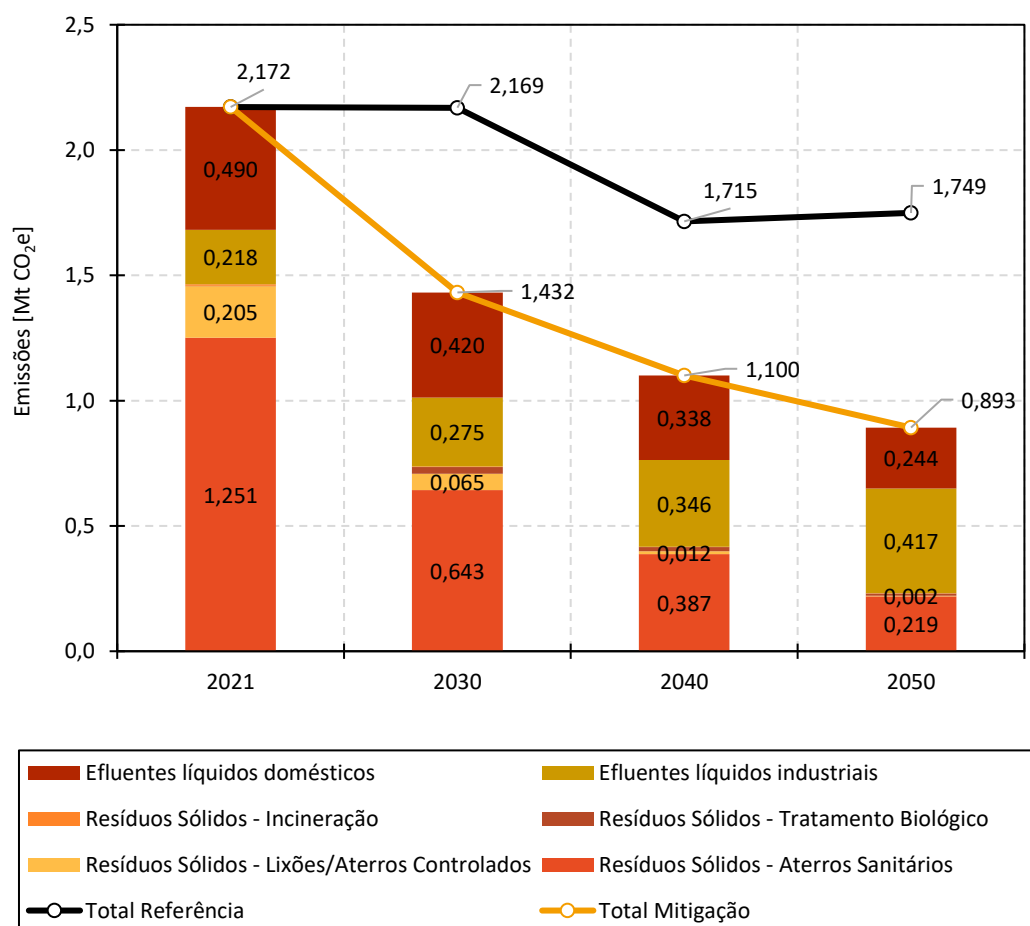


Figura 19. Projeção das emissões de GEE do setor de Resíduos no ES para o Cenário de Referência e para o Cenário de Mitigação separada para cada subsetor de atividade.

É importante destacar que a Figura 20 não apresenta o potencial de mitigação da Diretriz 6 - Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE (RE6). Conforme citado anteriormente, os mecanismos de compensação de emissões são um vetor importante no caminho para a neutralidade de emissões de GEE, especialmente para setores de difícil descarbonização. Além disso, a compensação de emissões pode funcionar como fonte adicional de investimento nas ações de descarbonização, como recomposição e preservação florestal. Desta forma, as emissões residuais de um setor (emissões que não foram mitigadas pelas estratégias propostas) têm o potencial de ser compensadas por outros setores. Assim, a Diretriz 6 é considerada como forma de acoplamento entre as

emissões dos 4 setores, podendo representar um importante mecanismo de financiamento para projetos de compensação ou negociação de créditos de carbono.

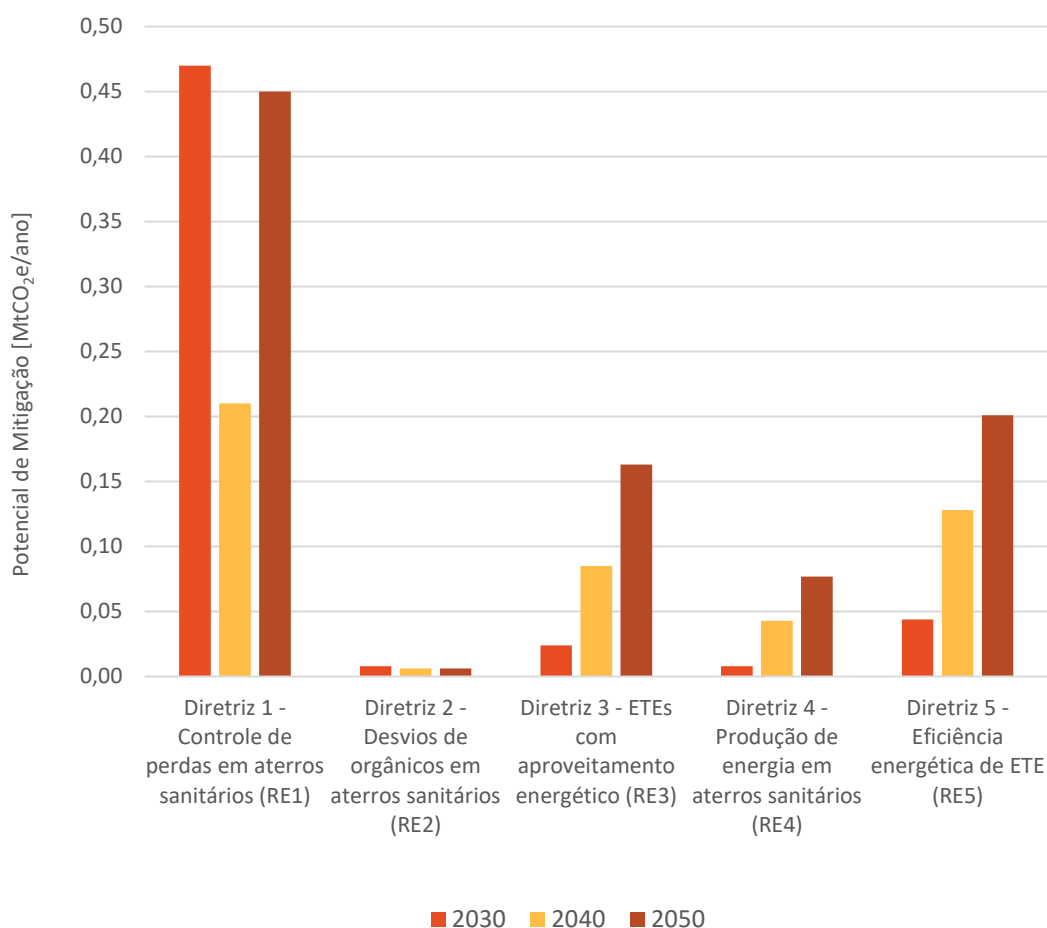


Figura 20. Potencial de mitigação das diretrizes propostas para o setor de Resíduos.

De maneira análoga aos capítulos anteriores, a parte final deste capítulo apresenta descrições de cada diretriz e das estratégias relacionadas, elencando os indicadores, as metas físicas para 2030, 2040 e 2050 e seus potenciais de mitigação. Cada estratégia é analisada qualitativamente com base nos aspectos ligados à tecnologia (potencial de mitigação, custo de mitigação e maturidade tecnológica), meio ambiente (vulnerabilidade climática, impactos na disponibilidade de água, qualidade do ar, produção de alimentos e biodiversidade), economia (impactos na disponibilidade de energia, geração de empregos, crescimento econômico e competitividade local) e político institucionais (aceitação pública, arcabouço regulatório, facilidade de implementação e acompanhamento e disponibilidade de financiamento). Com base nestes critérios foi realizada uma priorização das estratégias identificadas.



Diretriz 1 Resíduos (RE1)

CONTROLE DE PERDAS EM ATERROS SANITÁRIOS

Descrição

Dos 6 aterros sanitários em operação no Espírito Santo, 4 já contam com captação ativa de biogás, sendo que 2 desses queimam seus gases em *flares* industriais (1 com aproveitamento energético). No entanto, 2 aterros sanitários contam com um sistema de captação e queima passiva de biogás, favorecendo emissões por desprendimento superficial e ineficiência do sistema de coleta e queima não enclausurada. Essa diretriz visa a estimular a adoção da queima ativa de biogás em todos os aterros sanitários.

Com relação aos lixões e aterros controlados, segundo o PERS-ES (2019), no Espírito Santo, 13% dos municípios ainda dispunham RSU em locais inadequados. Juntamente com a destinação em aterros sanitários, essa forma de manejo de resíduos representa a maior contribuição (71%) de emissão de GEE relativo ao setor de resíduos no Estado. Cabe ressaltar que o PLANARES (2022) estabeleceu como meta a ser atendida até 2024 o encerramento dos lixões e aterros controlados. Sendo assim, essa diretriz visa a atender ao modelo proposto pelo PERS-ES e a meta definida pelo PLANARES.

Estratégias

RE1.1. Ampliar aterros com coleta e queima ativa de biogás

Esta estratégia busca delinear ações para ampliar a coleta e queima ativa de biogás em aterros sanitários, envolvendo ações que incluem desde incentivos para a coleta e queima de biogás e controle de emissão, até a implantação de taxas ou tarifas para manejo de RSU para a sustentabilidade econômica de sistemas robustos e capacitação gestores municipais.

RE1.2. Erradicar lixões e aterros controlados e combate à queima de resíduos a céu aberto

Esta estratégia busca delinear ações para erradicar lixões e aterros controlados, implantação de camada oxidativa naqueles locais cuja desmobilização é inviável, bem como o combate à queima de resíduos a céu aberto, envolvendo ações que incluem desde fomentar a formalização de consórcios intermunicipais para gerenciamento integrado de resíduos sólidos e priorizar o processo de licenciamento ambiental de destinações para resíduos até ampliar fiscalização e promover ações de controle e de educação ambiental.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
RE1.1. Ampliar coleta e queima ativa de biogás em aterros sanitários	RE1.1.1. Implantação de sistemas eficientes de coleta, controle de perdas e aproveitamento energético de biogás	Quantidade de metano recuperado em aterros sanitários - % em relação à quantidade estimada de metano gerado	60%	75%	85%	0,47	0,21	0,45
RE1.2. Erradicar lixões e aterros controlados e combate à queima de resíduos a céu aberto	Esta estratégia já está prevista no PLANARES. Uma vez que o cumprimento do PLANARES representa o Cenário de Referência deste Plano, não há meta e potencial de mitigação adicionais em relação ao Cenário de Referência.							

Análise multicritério e priorização

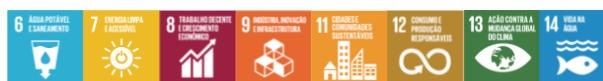
Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

	Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional				
	Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	Aceitação pública	Arcabouço regulatório	Facilidade de implementação e acompanhamento	Disponibilidade de financiamento	Prioridade
RE1.1. Ampliar coleta e queima ativa de biogás em aterros sanitários																	1
RE1.2. Erradicar lixões e aterros controlados e combate à queima de resíduos a céu aberto*																	1

* Apesar de não potencial de mitigação adicional em relação ao Cenário de Referência, visto que a estratégia faz parte do PLANARES, é de crucial importância a implementação desta estratégia para garantir mitigar os níveis de emissão, pois a emissão em lixões e aterros controlados representa 0,205 MtCO₂e/ano atualmente.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





Diretriz 2 Resíduos (RE2)

DESVIO DE ORGÂNICOS EM ATERROS SANITÁRIOS

Descrição

Os resíduos verdes e material orgânico podem ser tratados tanto por compostagem quanto por metanização, o que reduz emissões de GEE em aterros, reduzindo também custos com aterramento e propiciando o aproveitamento (energético e, ou, como insumo para o solo) desses materiais. Essa diretriz objetiva ampliar e fomentar estas alternativas de tratamento que são preconizadas pelo PLANARES. Dependendo das vantagens estratégicas de cada caso, podem também ser consideradas rotas de processamento que resultem em produtos de maior valor agregado, como por exemplo biochar (caso este que contribui para a fixação de carbono, ao invés de contribuir como fonte alternativa de energia).

Estratégias

RE2.1. Ampliar destinação de resíduos verdes de RLU e outros resíduos orgânicos de grandes geradores para compostagem, biochar ou metanização

Esta estratégia busca delinear ações para ampliar destinação de resíduos verdes de RLU (preferencialmente resíduos de podas ou aqueles orgânicos coletados na limpeza manual ou mecanizada) e outros resíduos orgânicos de grandes geradores para compostagem ou metanização (preferencialmente com aproveitamento energético), envolvendo ações que incluem desde incentivos econômicos ou priorização no licenciamento para destinações em compostagem e metanização com recuperação energética, até desonerar a cadeia de coleta e transporte de resíduos verdes de RLU, além de descrever como critérios para prestação de serviços de limpeza urbana aquelas que empreguem compostagem ou metanização com aproveitamento energético.

RE2.2. Ampliar destinação da fração orgânica de RAA para compostagem, biochar ou metanização	Esta estratégia busca delinear ações para ampliar destinação da fração orgânica de RAA para compostagem ou metanização (preferencialmente com aproveitamento energético), envolvendo ações que incluem desde capacitar secretarias municipais para priorizar o licenciamento ambiental para compostagem ou metanização com aproveitamento energético, taxar geradores que dispõem resíduos orgânicos em células de aterros sem coleta e queima ativa de biogás até desonerar a cadeia de coleta e transporte de resíduos. Embora o Resíduo Agrossilvipastoril (RAA) não esteja enquadrado como aquele urbano, tal estratégia e a magnitude de sua mitigação será quantificada junto com as atividades de manejo das culturas no campo.
RE2.3. Ampliar destinação de lodos de ETE provenientes de RSPS para compostagem, biochar ou metanização	Esta estratégia busca delinear ações para destinação de lodos de ETE provenientes de RSPS para compostagem ou metanização (preferencialmente com aproveitamento energético), envolvendo ações que incluem desde incentivos para destinações em compostagem e metanização até fomentar a redução de impostos, taxas ou tarifas para empreendimentos que promovam a destinação de resíduos para compostagem ou metanização com aproveitamento energético.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
RE2.1. Ampliar destinação de resíduos verdes de RLU para compostagem, biochar ou metanização	RE2.1.1. Integração das destinações de resíduos verdes com resíduos ricos em nitrogênio, resultantes de centrais de distribuição de alimentos e resíduos agrícolas	Quantidade em massa de resíduo sólido municipal de jardins e parques enviada para compostagem - % em relação a quantidade total de resíduo sólido municipal de jardins e parques gerada	10%	50%	60%	0,0039	0,0023	0,0022
RE2.2. Ampliar destinação da fração orgânica de RAA para compostagem, biochar ou metanização	RE2.2.1. Adoção de tecnologias para tratamento da fração orgânica de RAA mais eficientes na produção e coleta de biogás	Quantidade em massa de RAA enviada para compostagem - % em relação a quantidade total de RAA gerada	40%	25%	40%	0,001	0,001	0,001
		Quantidade em massa de RAA enviada para metanização - % em relação a quantidade total RAA gerada	10%	10%	10%	0,001	0,001	0,001
RE2.3. Ampliar destinação de lodos de ETE provenientes de RSPS para compostagem, biochar ou metanização	RE2.3.1. Destinação de lodos de ETE a sistemas mais eficientes na redução de emissões/produção e coleta de biogás	Quantidade em massa de lodos de ETE enviada para compostagem - % em relação a quantidade total de lodos de ETE gerada	10%	90%	90%	0,001	0,001	0,001
		Quantidade em massa de lodos de ETE enviada para metanização - % em relação a quantidade total de lodos de ETE gerada	90%	50%	60%	0,001	0,001	0,001

Análise multicritério e priorização

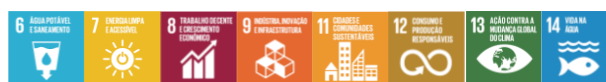
Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

RE2.1. Ampliar destinação de resíduos verdes de RLU para compostagem, biochar ou metanização
 RE2.2. Ampliar destinação da fração orgânica de RAA para compostagem, biochar ou metanização
 RE2.3. Ampliar destinação de lodos de ETE de RSPS para compost., biochar ou metanização

	Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional				
	Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	Aceitação pública	Arcabouço regulatório	Facilidade de implementação e acompanhamento	Disponibilidade de financiamento	Prioridade
RE2.1. Ampliar destinação de resíduos verdes de RLU para compostagem, biochar ou metanização																	3
RE2.2. Ampliar destinação da fração orgânica de RAA para compostagem, biochar ou metanização																	3
RE2.3. Ampliar destinação de lodos de ETE de RSPS para compost., biochar ou metanização																	3

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





Diretriz 3 Resíduos (RE3)

ETES COM APROVEITAMENTO ENERGÉTICO

Descrição

A coleta e conversão do biogás em energia objetiva a melhoria do desempenho global do tratamento do esgoto, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa, colaborando para aumentar a eficiência energética da estação de tratamento e, consequentemente, a viabilidade do saneamento básico do Estado. Diante do exposto, essa diretriz visa a fomentar o desenvolvimento de projetos de coleta de biogás e produção de energia elétrica e/ou biometano prioritariamente e, se inviável o aproveitamento, a queima (sem aproveitamento energético) de biogás oriundas de ETE anaeróbias.

Estratégias

RE3.1. Ampliar a implantação de sistemas de coleta e queima de biogás (com ou sem aproveitamento energético)

Esta estratégia busca delinear ações para ampliar a implantação de sistemas de coleta e queima de biogás, envolvendo ações que incluem desde instituir no processo de licenciamento ambiental a obrigatoriedade de coleta e queima de biogás e um plano de redução/neutralização de GEE em ETE anaeróbias aplicadas a afluentes sanitários e industriais, agregando valor ao biogás, até ações para ampliar fiscalização/regulação e capacitar gestores públicos e privados.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
RE3.1 Ampliar a implantação de sistemas de coleta e queima de biogás (com ou sem aproveitamento energético) em ETEs anaeróbias	RE3.1.1. Implantação de cobertura e sistema de coleta e queima de biogás em ETEs anaeróbias	Quantidade de lagoas anaeróbias com cobertura - % em relação ao total de lagoas anaeróbias do ES	20%	30%	50%	0,024	0,085	0,163
		Quantidade de metano recuperado - % em relação a quantidade estimada de metano gerado em lagoas anaeróbias com cobertura	60%	70%	80%			



Diretriz 4 Resíduos (RE4)

PRODUÇÃO DE ENERGIA EM ATERROS SANITÁRIOS

Descrição

O aproveitamento energético do biogás é uma tendência internacional com forte impacto na redução das emissões relativas à disposição de resíduos em aterros sanitários, aterros controlados e lixões.

O PLANARES definiu que até 2040, mais de 60% do biogás gerado em processos de digestão anaeróbia e nos aterros sanitários deveria ser aproveitado energeticamente e que todos os aterros sanitários deverão ter eficiência mínima de captação de biogás de 50% para aproveitamento energético.

Estratégias

RE4.1. Fomentar a ampliação de aproveitamento energético de biogás em aterros

Esta estratégia busca delinear ações para fomentar a ampliação de aproveitamento energético de biogás em aterros, envolvendo ações que incluem desde incentivos econômicos até a priorização do processo de licenciamento ambiental para a recuperação de biogás de aterros sanitários, bem como prover sustentabilidade financeira a operação de aterros sanitários sustentáveis. É importante destacar que devem ser priorizadas, sempre que possível, ações que fomentem a produção de biometano para gerar maior valor agregado ao processo e permitir a integração/utilização por outros setores econômicos.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
RE4.1 Fomentar a ampliação de aproveitamento energético de biogás em aterros	RE4.1.1. Metanização de parte da quantidade de resíduo sólido domiciliar úmido enviada para aterros sanitários	Quantidade em massa de resíduo sólido domiciliar úmido enviado para compostagem - % em relação a quantidade total de resíduo sólido municipal domiciliar coletado	20%	10%	5%	0,008	0,043	0,077
		Quantidade em massa de resíduo sólido domiciliar úmido enviado para metanização - % em relação a quantidade total de resíduo sólido municipal domiciliar coletado	10%	20%	25%	0	0	0



Diretriz 5 Resíduos (RE5)

EFICIÊNCIA AMBIENTAL DE ETES

Descrição

Emissões de GEE em ETES podem ser significativamente reduzidas por meio de medidas que visem à otimização de sua eficiência ambiental. Para ETES anaeróbias, estas ações incluem, dentre outras: a correta manutenção de sistemas de coleta e queima de biogás; correção de sistemas com mau funcionamento; e diminuição de perdas fugitivas de metano. Em ETES aeróbias, devem ser considerados, dentre outras: a otimização e controle dos processos de modo a se evitar a formação de N₂O e metano; a aplicação de programas de eficiência energética, reduzindo o consumo elétrico; e um processo estratégico de escolha de tecnologia, design e dimensionamento que incluam a perspectiva de minimizar emissões de GEE.

Estratégias

RE5.1 Incentivo a sistemas ecoeficientes para tratamento de esgotos

Esta estratégia busca delinear ações para fomentar projetos de aumento de eficiência ambiental em ETE, envolvendo a necessidade de implementação de planejamento e controle dos sistemas de tratamento de esgotos também voltado para a mitigação das emissões de GEE durante o processo de licenciamento ambiental, programa de eficiência energética para operação destes sistemas, capacitação de gestores, ampliação de fiscalização e regulação e outras medidas que favoreçam a implantação de/substituição por sistemas eficientes.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
RE5.1 Incentivo a sistemas ecoeficientes para tratamento de esgotos	RE5.1.1. Aumento da eficiência de recuperação de metano em reatores UASB	Quantidade de metano recuperado - % em relação à quantidade estimada de metano gerado em reatores UASB	60%	70%	80%	0,034	0,099	0,148
	RE5.1.2. Design e operação de ETES aeróbias incorporando mitigação de emissões de GEE	Redução % da intensidade de carbono dos sistemas de lodos ativados	30%	50%	80%	0,0098	0,029	0,053
		Redução % da intensidade de carbono dos sistemas de lagoas aeróbias	5%	30%	67%			

Análise multicritério e priorização

Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

RE5.1 Incentivo a sistemas ecoeficientes para tratamento de esgotos

Tecnologia	Ambiental	Economia	Político Institucional	Prioridade
Potencial de mitigação				
Custo de mitigação				
Maturidade tecnológica				
Vulnerabilidade climática				
Impacto na disponibilidade de água				
Impacto na qualidade do ar				
Impacto na produção de alimentos				
Impacto na biodiversidade				
Impacto na disponibilidade de energia				
Impacto na geração de empregos				
Impacto no crescimento econômico				
Competitividade local				
Aceitação pública				
Arcabouço regulatório				
Facilidade de implementação e acompanhamento				
Disponibilidade de financiamento				
				1

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





Diretriz 6 Resíduos (RE6)

ESTÍMULO A MEDIDAS DE COMPENSAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE

Descrição

Esta diretriz tem como objetivo o estímulo à utilização de mecanismos de compensação de emissões, para o caso específico de setores de difícil descarbonização. As técnicas de compensação devem, preferencialmente, estar relacionadas a co-benefícios, como a restauração de florestas e biodiversidade no ES. Neste contexto, a compensação de alguns setores pode ser um mecanismo importante para fomento de atividades de captura em outros setores

Estratégias

6.1. Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE

Esta estratégia é comum a todas as áreas temáticas, sendo considerada como forma de acoplamento entre as emissões os setores de Energia & Indústria, AFOLU, Resíduos e Transportes, podendo representar um importante mecanismo de financiamento para projetos de compensação ou negociação de créditos de carbono.

Mecanismos de compensação de emissões são um vetor importante no caminho para a neutralidade de emissões de GEE. Além de promover a compensação de emissões para setores de difícil descarbonização, a compensação de emissões pode funcionar como fonte adicional de investimento nas ações de descarbonização, como recomposição e preservação florestal.

Desta forma, setores que tenham dificuldade de neutralizar totalmente suas emissões podem compensar parte de suas emissões apoiando financeiramente projetos de captura de carbono no ES. Caberia ao Governo montar esta estrutura de apoio à negociação entre “projetos de remoção” e aqueles que precisam apoiar projetos de remoção para compensar suas emissões, ou negociação de créditos de carbono, sendo importante as políticas estaduais de mudanças climáticas estarem alinhadas às políticas federais.

Empresas ou entidades que conseguissem a neutralização por ações próprias ou compensação de emissões receberiam uma certificação do Estado, por meio de um Selo de Carbono Neutro (que preferencialmente atenda critérios e premissas compatíveis com o Mecanismo do Acordo de Paris e com os principais mercados de crédito de carbono regulados, dentre os quais os da União Europeia). A certificação pode ser um importante mecanismo comercial, principalmente para os envolvidos no comércio exterior e/ou um mecanismo de gratificação para os atores envolvidos no processo de redução das emissões de GEE. Neste contexto, a gratificação vai além do pagamento monetário, podendo incluir isenções fiscais e tarifárias; favorecimento para obtenção de crédito; garantia ou preferência de acesso a

mercados; programas especiais ou serviços públicos; disponibilidade e direcionamento de subsídios à produção; oferta de tecnologia, equipamentos e infraestrutura e apoio em termos de capacitação, treinamento e assistência técnica.

Esta estratégia busca desenhar ações para estimular a neutralização das emissões por meio de compensações e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE. Esta estratégia apresenta forte transversalidade entre os setores da economia, havendo estratégias análogas em cada uma das áreas estratégicas.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
RE6.1 Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE	As emissões residuais do setor (emissões que não foram mitigadas pelas estratégias propostas) tem o potencial de ser compensadas por outros setores, sendo considerada como forma de acoplamento entre as emissões dos 4 setores, podendo representar um importante mecanismo de financiamento para projetos de compensação ou negociação de créditos de carbono. No caso do setor de Resíduos as remissões residuais representam 0,893 MtCO ₂ e/ano.							

Análise multicritério e priorização

Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

RE6.1 Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE

	Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional				
	Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	Aceitação pública	Arcabouço regulatório	Facilidade de implementação e acompanhamento	Disponibilidade de financiamento	Prioridade
5																	1

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





6

TRANSPORTES

A Figura 21 apresenta a distribuição das emissões acumuladas no setor de Transportes (Curva ABC), que representa a contribuição de cada subsetor para as emissões.

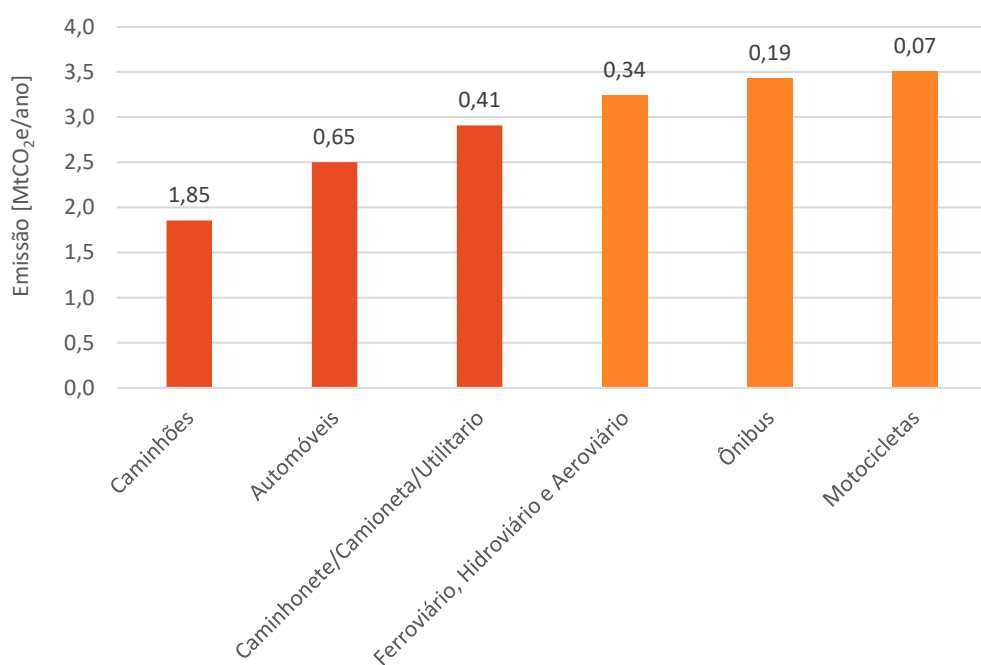


Figura 21. Distribuição das emissões acumuladas no setor de Transportes (Curva ABC) para o ano base 2021, onde as fontes responsáveis por 80% das emissões do setor estão indicadas em vermelho.

As principais emissões do setor de Transportes estão predominantemente divididas em 4 grandes grupos: caminhões, automóveis, caminhões/utilitários e o grupo que representa de maneira conjunta transporte ferroviário, hidroviário e aeroviário. A maior parcela das emissões está relacionada às emissões referentes a caminhões, que são responsáveis por cerca de 1,85 MtCO₂e por ano, representando 53% das emissões do setor. Em segundo lugar aparecem as emissões referentes a automóveis, que são responsáveis por cerca de 0,65 MtCO₂e por ano, correspondentes a 19% das emissões do setor. As emissões referentes a caminhões/utilitários são responsáveis por cerca de 0,41 MtCO₂e por ano, o que é referente a 12% das emissões do setor. O grupo formado por transporte ferroviário, hidroviário e aeroviário é responsável por 0,34 MtCO₂e por ano, equivalente a 10% das emissões do setor, sendo os setores ferroviário, hidroviário e aeroviário responsáveis por 0,26 MtCO₂e por ano, 0,02 MtCO₂e por ano, 0,06 MtCO₂e por ano, respectivamente.

Para o setor de Transportes foram identificadas 4 Diretrizes para mitigação, que são desdobradas em um conjunto de estratégias para implementação:

Diretriz 1 - Combustíveis alternativos (TR1)

- TR1.1. Incentivos à utilização de etanol pelos veículos leves
- TR1.2. Fomento ao uso de combustíveis alternativos, como Biodiesel, HVO, Hidrogênio, Gás Natural, Biometano e outros por veículos pesados.
- TR1.3. Fomento ao uso de combustíveis alternativos, como Biodiesel, HVO, Hidrogênio, Gás Natural, Biometano e outros por veículos de transporte coletivo de passageiros (urbanos e rodoviários).

Diretriz 2 - Eletrificação (TR2)

- TR2.1. Eletrificação dos veículos do transporte coletivo de passageiros urbanos
- TR2.2. Eletrificação de veículos leves (Full Elétrico ou Híbrido)

Diretriz 3 - Mobilidade urbana de baixo carbono (TE3)

- TR3.1. Aumento de eficiência do sistema de transportes
- TR3.2. Incentivar o uso do transporte público coletivo de passageiros

Diretriz 4 - Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE (TR4)

- TR4.1. Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE

A Figura 22 apresenta a projeção das emissões de cada subsetor na área de transportes para o Cenário de Referência (cenário sem ações de mitigação) e o Cenário de Mitigação, com a aplicação das diretrizes e estratégias propostas às emissões do setor. O aumento das emissões do setor de transportes no Cenário de Referência é relacionado ao crescimento da frota, que foi estimado com base nas séries históricas do DETRAN/ES.

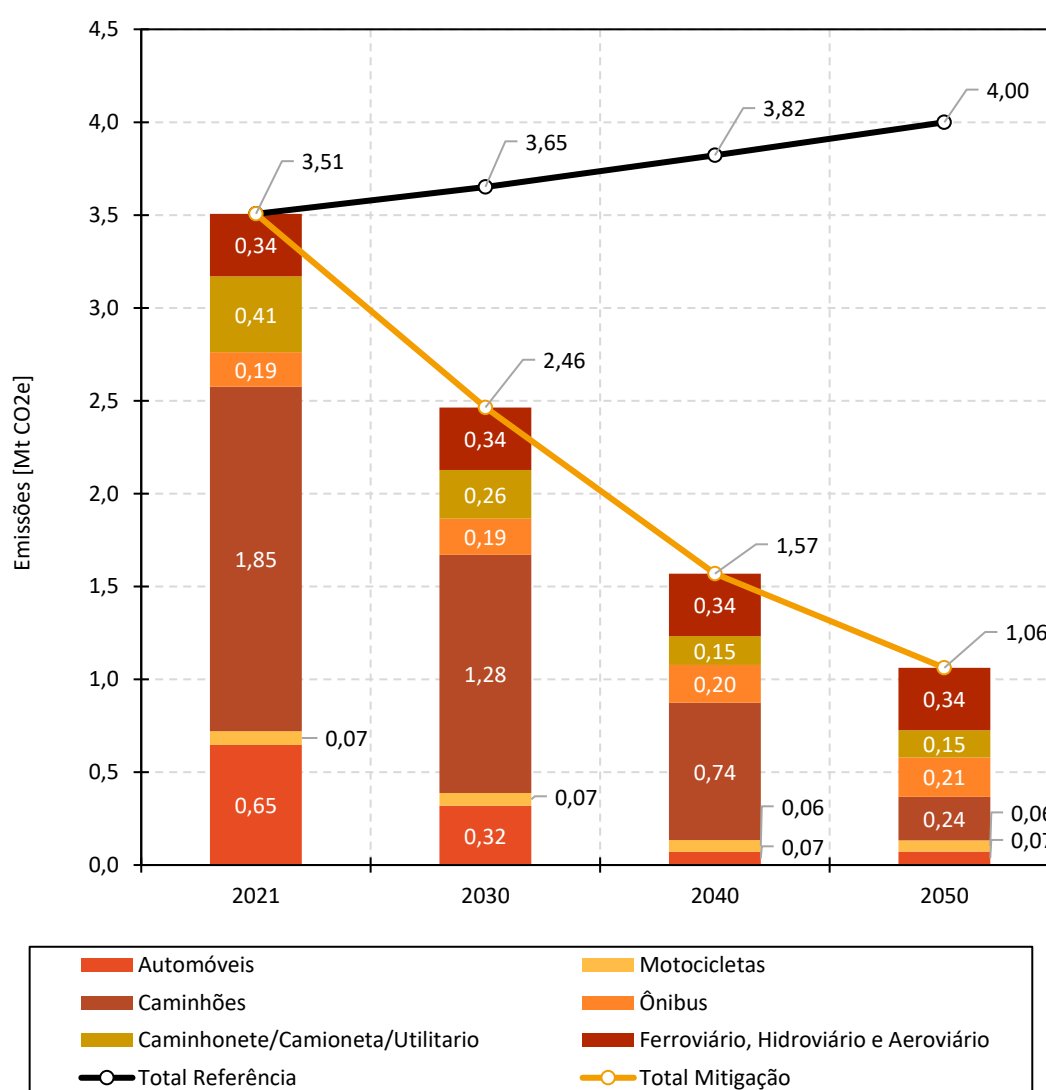


Figura 22. Projeção das emissões de GEE do setor de Transportes no ES para o Cenário de Referência e para o Cenário de Mitigação separada cada subconjunto de atividade.

O Cenário de Mitigação é obtido com a aplicação das diretrizes e estratégias propostas às emissões do setor. As reduções nas emissões descritas derivam da aplicação das estratégias delineadas em cada Diretriz. Analogamente à abordagem utilizada para as outras áreas

temáticas, foram estabelecidos indicadores específicos e metas físicas para cada estratégia proposta, que são destinados a quantificar não apenas a implementação efetiva, mas também o potencial de mitigação associado a cada abordagem. Estas metas físicas foram calculadas com base em projeções derivadas de estudos científicos (nacionais e internacionais), relatórios técnicos e análises de especialistas do setor. Contudo, é fundamental ressaltar que essas estimativas foram refinadas através de discussões aprofundadas com os principais interessados e partes envolvidas.

É importante salientar que estas metas físicas foram consideradas adequadas pelos stakeholders, desde que sejam criadas ações e políticas públicas que garantam a implementação das estratégias propostas. Uma vez definidas as metas físicas para cada indicador, essas foram integradas às variáveis utilizadas no procedimento de estimativa de emissão estabelecido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Esse procedimento permitiu calcular o impacto de cada estratégia nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) de cada setor de atividade, revelando, assim, o potencial de mitigação esperado para cada uma dessas estratégias.

A Figura 23 apresenta o potencial de mitigação de cada diretriz proposta com base nas metas físicas consideradas viáveis. É possível observar que as 3 diretrizes apresentadas têm potenciais relativamente elevados de mitigação das emissões diretas do setor. Entretanto cada uma das diretrizes tem um potencial de mitigação mais efetivo para alguns subsetores do que outros. A Figura 24 apresenta o potencial das estratégias relacionadas a cada uma das diretrizes propostas. Enquanto a Diretriz 1 (Combustíveis alternativos) apresenta maior potencial de mitigação ligado às estratégias focadas nos veículos de transporte pesado (caminhões), a Diretriz 2 (Eletrificação) apresenta maior potencial de mitigação ligado às estratégias focadas nos veículos leves (automóveis). Esta tendência está relacionada não apenas à maior maturidade das tecnologias referentes à eletrificação de veículos leves, mas também às previsões de crescimento da oferta de etanol no mercado brasileiro até 2050, efetuadas pelo Ministério das Minas e Energia no Plano Nacional de Energia 2050 (PNE2050)^{14,15}. As projeções de oferta de etanol apontam para um crescimento modesto do uso deste combustível nos veículos leves, com projeções razoavelmente estáveis variando de 57% de uso em 2030 a 59% de uso em 2050 (% do uso de etanol em relação ao total de consumo de combustíveis em veículos leves). Por outro lado, o uso de biocombustíveis em veículos pesados é apontado como crescente pelas projeções nacionais com o aumento da disponibilidade de Biodiesel e HVO (diesel-verde), além de

¹⁴ <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>

¹⁵ <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/PNE%202050%20-%20Anexo.pdf>

projeções futuras para o uso de hidrogênio (Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2022).

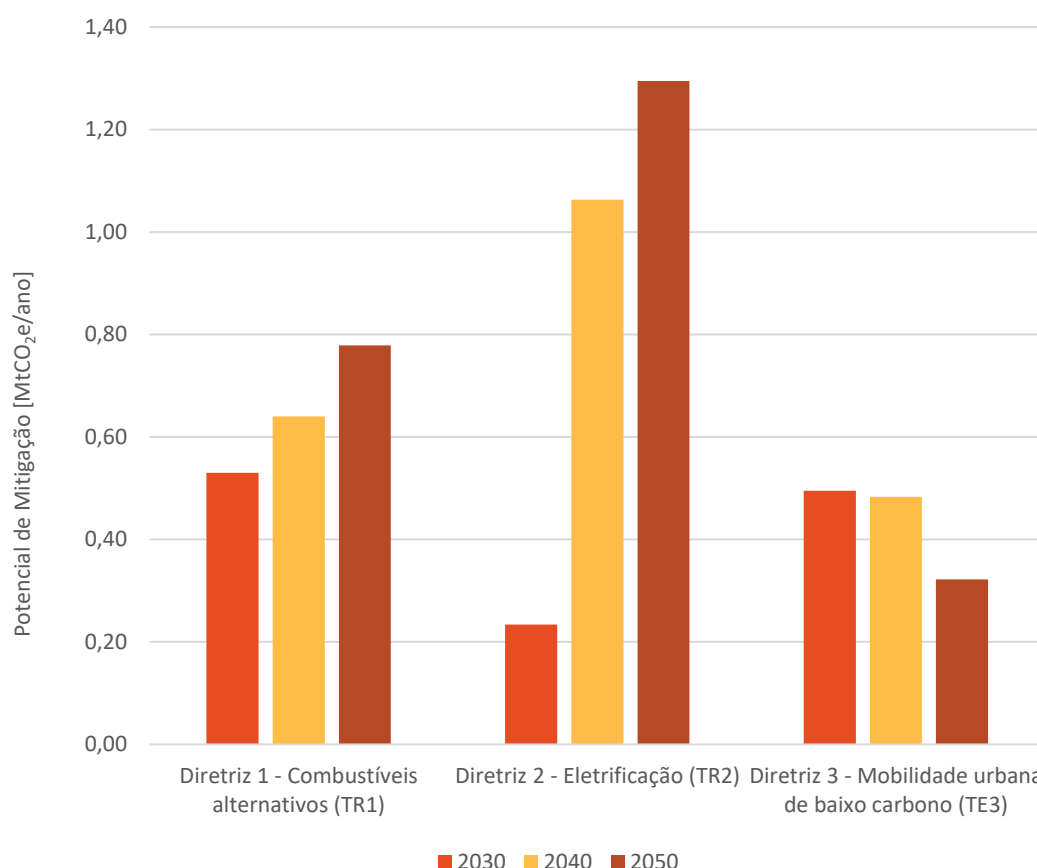


Figura 23. Potencial de mitigação das diretrizes propostas para o setor de Transportes.

É importante observar que o alcance das estratégias com foco nos veículos de transporte coletivo de passageiros (ônibus) é bastante limitado, visto que o potencial de mitigação destas estratégias é baixo devido à reduzida participação das emissões de transporte coletivo de passageiros nas emissões totais do setor (0,19 MtCO₂e/ano ou 5,3%). É importante notar que para este subsetor foram consideradas viáveis as estratégias relacionadas a combustíveis alternativos e a eletrificação, devido a indefinição da rota tecnológica futura. Entretanto, rotas relacionadas ao uso de combustíveis como HVO e biodiesel já têm trajetórias de evolução mais concretas e aplicáveis do que a eletrificação no momento. Contudo este é um dos subsetores onde ainda existe uma grande indefinição de caminho tecnológico a ser seguido.

A Figura 23 indica que o potencial de mitigação da Diretriz 3 é decrescente com o tempo, visto que o uso conjunto das diretrizes anteriores faz com que o número de veículos movidos a combustíveis fósseis apresente uma gradual redução até 2050. Desta forma,

estratégias de aumento de eficiência do sistema de transporte, mesmo que bastante desejáveis, têm um impacto um pouco menor sobre os níveis de emissão de GEE com o tempo.

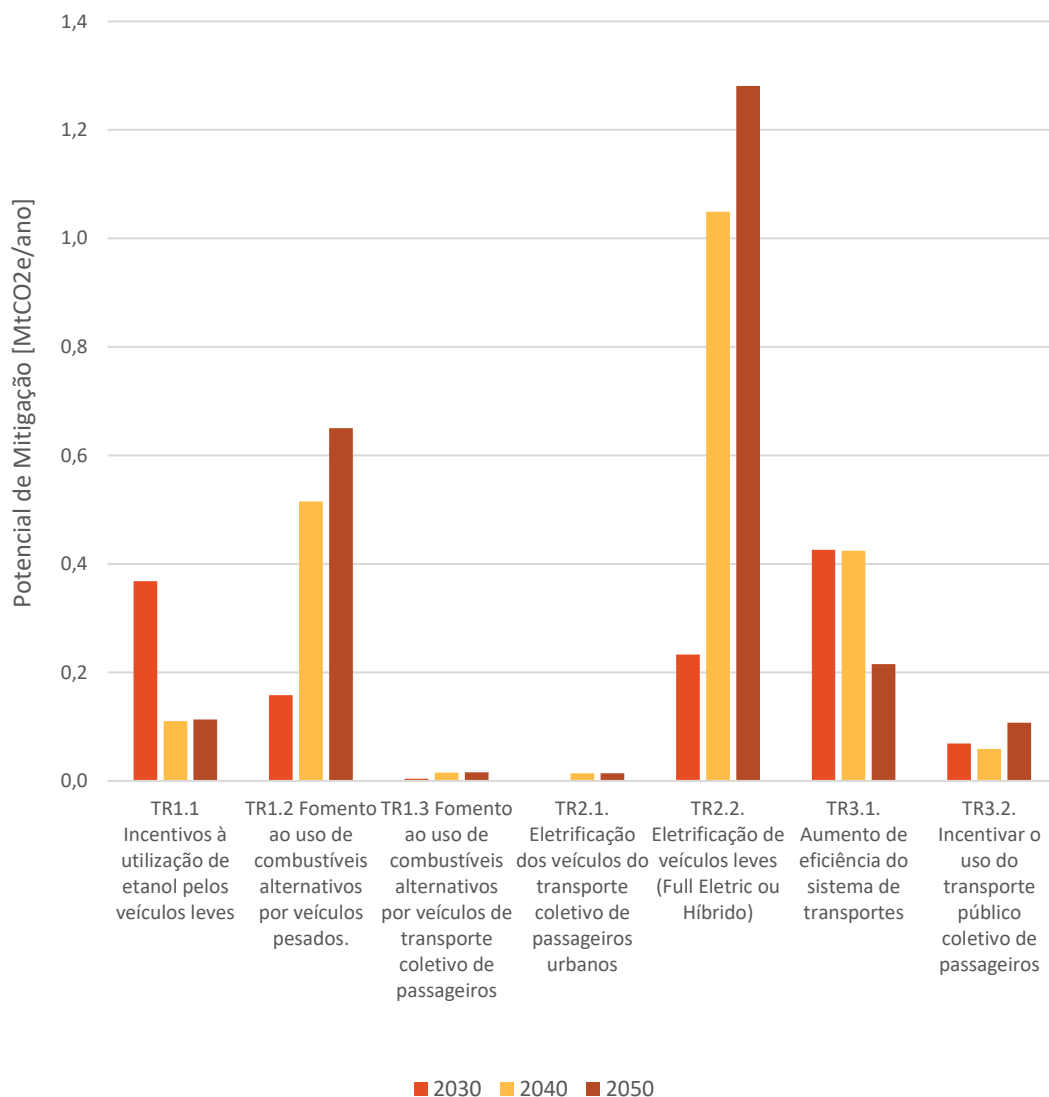


Figura 24. Potencial de mitigação das estratégias propostas para o setor de Transportes.

Neste contexto, é importante destacar o papel da Diretriz 3 (mobilidade de baixo carbono), que busca reduzir as emissões de GEE por meio do aumento da eficiência no transporte e pelo incentivo do uso do transporte público de passageiros. Estas duas estratégias são bastante importantes para a descarbonização do setor de transportes, visto que o aumento de eficiência por meio de motores mais eficientes e tecnologias de transporte com menores emissões têm um potencial significativo de contribuir para a redução das emissões do setor. Da mesma forma, o incentivo ao uso do transporte público de passageiros pode

reduzir significativamente as emissões de veículos particulares, que são o segundo maior responsável pelas emissões do setor. O transporte público de passageiros possui emissões específicas por passageiro muito menores que o transporte em veículos leves particulares, possuindo um grande potencial de mitigação. Entretanto, a migração de passageiros dos veículos leves particulares para o transporte público de passageiros requer investimento significativo para melhorar o transporte coletivo e torná-lo mais atrativo.

De maneira análoga às outras áreas temáticas, a Diretriz de Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE (Diretriz 4 - TR4) não foi incluída no gráfico de potencial de mitigação de cada diretriz para o setor de Transportes (Figura 23). Conforme citado anteriormente, os mecanismos de compensação de emissões são um vetor importante no caminho para a neutralidade de emissões de GEE, especialmente para setores de difícil descarbonização. Além disso, a compensação de emissões pode funcionar como fonte adicional de investimento nas ações de descarbonização, como recomposição e preservação florestal. Desta forma, as emissões residuais de um setor (emissões que não foram mitigadas pelas estratégias propostas) têm o potencial de ser compensadas por outros setores. Assim, a Diretriz 6 é considerada como forma de acoplamento entre as emissões dos 4 setores, podendo representar um importante mecanismo de financiamento para projetos de compensação ou negociação de créditos de carbono.

De maneira análoga aos capítulos anteriores, a parte final deste capítulo apresenta descrições de cada diretriz e das estratégias relacionadas, elencando os indicadores, as metas físicas para 2030, 2040 e 2050 e seus potenciais de mitigação. Cada estratégia é analisada qualitativamente com base nos aspectos ligados à tecnologia (potencial de mitigação, custo de mitigação e maturidade tecnológica), meio ambiente (vulnerabilidade climática, impactos na disponibilidade de água, qualidade do ar, produção de alimentos e biodiversidade), economia (impactos na disponibilidade de energia, geração de empregos, crescimento econômico e competitividade local) e político institucionais (aceitação pública, arcabouço regulatório, facilidade de implementação e acompanhamento e disponibilidade de financiamento). Com base nestes critérios foi realizada uma priorização das estratégias identificadas.



Diretriz 1 Transportes (TR1)

COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS

Descrição

De acordo com o IPCC (2022) biocombustíveis são apontados como soluções de curto e médio prazo para mitigações do setor de transportes. No Brasil, o Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050) indica a utilização de biocombustíveis como etanol, biodiesel, biometano, diesel verde (*Hydrotreated Vegetable Oil – HVO*), incluindo-os na lista de tecnologias consideradas no horizonte do PNE 2050. Além destes biocombustíveis, o uso de Hidrogênio verde também tem sido apontado como uma tecnologia bastante promissora, com algumas montadoras anunciando investimentos significativos nesta área. Deste contexto, esta diretriz busca fomentar a utilização destes biocombustíveis no setor de transportes.

Estratégias

TR1.1. Incentivos à utilização de etanol pelos veículos leves

Não existe barreira tecnológica significativa para o aumento do uso imediato de etanol em veículos leves, as barreiras para utilização em grande escala são, em sua maioria, econômicas e de volume de fornecimento. Esta estratégia visa a criar um conjunto de ações para incentivar o uso de etanol pelos veículos leves, reduzindo as emissões globais do setor de transportes.

TR1.2. Fomento ao uso de combustíveis alternativos, como Biodiesel, HVO, Hidrogênio, Gás Natural, Biometano e outros por veículos pesados

Considerando que, mesmo em países desenvolvidos, a entrada da eletromobilidade no mercado de veículos pesados não é trivial e não tem sido proposta como política prioritária para a redução das emissões nesse segmento, em curto prazo, a única opção colocada pelo Governo Federal para substituição do diesel em veículos pesados de transporte de carga é o biodiesel. Nesse sentido, o governo federal tem estratégias específicas para o gradual aumento do percentual de biodiesel no óleo diesel comercializado. Entretanto, barreiras econômicas e tecnológicas ligadas à disponibilidade e qualidade do biodiesel têm tornado a evolução mais lenta do que originalmente planejado. Contudo, a implantação gradual do biodiesel é a única alternativa ao diesel atualmente colocada, embora não tenha sua viabilidade totalmente assegurada.

Em curto prazo, os recentes avanços tecnológicos no uso de gás natural em veículos pesados, mostram reduções de emissões do CO₂ de cerca de 20% em relação ao Diesel (tanque-à-roda) por km rodado, com o aumento de eficiência dos motores. Todavia, alguns estudos mais recentes demonstram que quando são somadas as emissões fugitivas de CH₄, que possui um potencial de aquecimento muito maior do que o CO₂, as emissões não são tão vantajosas, mesmo em veículos

pesados¹⁶, reduzindo a atratividade do Gás Natural para veículos. Entretanto, um argumento favorável para estratégias de fomento para o uso de gás natural no transporte é que o abastecimento de gás pode ser transformado em um recurso totalmente renovável nas próximas décadas, com a produção em maior escala de biometano. Este argumento tem sido empregado para gerar políticas ligadas a adoção de GN em veículos, como no estado de SP. É importante destacar que o uso de gás natural como combustível de transição para veículos pesados é uma estratégia viável, principalmente pela ausência de alternativas mais viáveis a curto prazo, porém o gás natural deve ser encarado como combustível de transição, sendo a longo prazo substituído por combustíveis de menores emissões de GEE como biogás, HVO e outros combustíveis de baixo carbono, ou compensar das emissões associadas.

No Brasil, para o modo rodoviário de carga e de passageiros, já existe disponibilidade comercial (testados e aprovados) de aquisição de veículos que utilizam o biometano como combustível. Estes veículos podem receber tanto o biometano como o GNV, ou a mistura em qualquer proporção dos dois. Portanto, podem trafegar onde tem e onde não tem biometano, tendo em vista que a oferta de GNV é razoavelmente grande no Brasil. O PNE 2050 sugere o biometano como uma das macroestratégias energéticas para 2050. Segundo o PNE 2050, para o desenvolvimento pleno da tecnologia de novos combustíveis, é necessário facilitar o acesso adequado à infraestrutura de distribuição, oferecer condições que permitam a produção, a disponibilização e a comercialização de combustíveis e, eventualmente, o fomento a políticas de incentivo de utilização em frotas governamentais e privadas.

Em médio a longo prazo, o diesel-verde ou HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*) é bom candidato a substituição do diesel, pois é quimicamente idêntico ao diesel proveniente de petróleo, porém é produzido com conteúdo de origem animal ou vegetal (no Brasil existem projetos usando o óleo vegetal de palma). Em relação ao biodiesel atual, o HVO é isento de contaminantes, possui maior estabilidade, garantindo menos problemas no armazenamento e no uso em motores a diesel, minimizando danos aos motores e propiciando uma maior vida útil aos motores. O uso do HVO pode proporcionar uma redução entre 50 e 90% de GEE em relação ao diesel de petróleo e surge como nova alternativa para o ciclo diesel, podendo ganhar participação nas próximas décadas. Além de ser drop-in, o HVO conta com ações da ANP para sua normatização e com as perspectivas de aumento de viabilidade econômica. No entanto, ainda não é disponível comercialmente em grande escala (a entrada em operação da primeira refinaria de escala comercial da Petrobras para HVO está prevista para 2028).

Recentemente, o uso de Hidrogênio verde também como combustível para veículos tem sido citado como uma das soluções de longo prazo, com algumas montadoras anunciando investimentos significativos nesta área. A Confederação Nacional dos Transportes (CNT) é uma das entidades que aponta o Hidrogênio como uma das alternativas mais promissoras para veículos pesados, devido ao potencial de produção no Brasil¹⁷.

¹⁶ A operação de manutenção, abastecimento e vazamentos representam uma parcela importante das emissões totais de CO₂eq de veículos que empregam GN, segundo o relatório “Decarbonization of on-road freight transport and the role of LNG from a German perspective”, encomendado pelo Ministério Federal do Meio Ambiente da Alemanha, que demonstra entre 1 e 2% de diferença líquida de emissões (tanque à roda) - Disponível em: https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/LNG-in-trucks_May2020.pdf.

¹⁷ <https://cnt.org.br/documento/d0b37807-75c4-494d-a296-1e050d5755b3>

	Esta estratégia tem o objetivo de reduzir as emissões de GEE do transporte pesado, reduzindo gradualmente a contribuição do diesel como combustível principal no setor de transporte de carga com veículos pesados, por meio do fomento ao uso de combustíveis alternativos.
TR1.3. Fomento ao uso de combustíveis alternativos, como Biodiesel, HVO, Hidrogênio, Gás Natural, Biometano e outros por veículos de transporte coletivo de passageiros (rodoviários e urbanos)	De maneira análoga à Estratégia TR1.2, esta estratégia tem o objetivo de reduzir as emissões de GEE de veículos de transporte coletivo de passageiros (rodoviários e urbanos), reduzindo gradualmente a contribuição do diesel como combustível principal no setor de transporte de carga com veículos pesados, por meio do fomento ao uso de combustíveis alternativos.

Metas e potencial de mitigação								
Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO2e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
TR1.1 Incentivos à utilização de etanol pelos veículos leves	TR1.1.1. Substituição do uso de gasolina por etanol em veículos leves	% do uso de etanol em relação ao total de consumo de combustíveis em veículos leves	57%	57%	59%	0,368	0,110	0,113
TR1.2. Fomento ao uso de combustíveis alternativos, como Biodiesel, HVO, Hidrogênio, Gás Natural, Biometano e outros por veículos pesados	TR1.2.1. Uso de combustíveis alternativos no transporte de cargas	Redução de consumo de diesel ligada a participação de Diesel Verde no mix diesel usado no transporte de cargas e participação de caminhões com combustíveis alternativos ao diesel na frota (Biodiesel, HVO, Gás Natural, Biogás, H2)	10%	35%	65%	0,158	0,515	0,650
TR1.3. Fomento ao uso de combustíveis alternativos, como Biodiesel, HVO, Hidrogênio, Gás Natural, Biometano e outros por veículos de transporte coletivo de passageiros (rodoviários e urbanos)	TR1.2.2. Uso de combustíveis alternativos no transporte de passageiros	Redução de consumo de diesel ligada a participação de Diesel Verde no mix diesel e participação de ônibus com combustíveis alternativos ao diesel na frota (Biodiesel, HVO, Gás Natural, Biogás, H2)	10%	35%	65%	0,004	0,015	0,016

Análise multicritério e priorização

Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

- TR1.1 Incentivos à utilização de etanol pelos veículos leves
- TR1.2. Fomento ao uso de combustíveis alternativos por veículos pesados.
- TR1.3. Fomento ao uso de combustíveis alternativos por veículos de transporte coletivo de passageiros

	Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional				
	Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	Aceitação pública	Arcabouço regulatório	Facilidade de implementação e acompanhamento	Disponibilidade de financiamento	Prioridade
TR1.1 Incentivos à utilização de etanol pelos veículos leves																	1
TR1.2. Fomento ao uso de combustíveis alternativos por veículos pesados.																	1
TR1.3. Fomento ao uso de combustíveis alternativos por veículos de transporte coletivo de passageiros																	3

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





Diretriz 2 Transportes (TR2)

ELETRIFICAÇÃO

Descrição

A Eletrificação é apontada pelo IPCC (2022) como uma das principais rotas de mitigação de emissões do setor de transportes. No Brasil, o PNE 2050 indica uma gradual inserção da eletrificação nos meios de transporte, considerando uma parcela significativa da frota composta por veículos híbridos, com alinhamento com estratégias de biocombustíveis. O PNE 2050 cita que “...entende-se que a eletrificação na frota brasileira ocorrerá por meio de veículos híbridos, onde os veículos leves devem contar com o desenvolvimento desta tecnologia associada à motorização flexfuel” (pp. 209). Esta diretriz busca estimular a eletrificação de transportes, incluindo veículos elétricos e híbridos.

Estratégias

TR2.1. Eletrificação dos veículos do transporte coletivo de passageiros urbanos	A eletrificação é apontada pelo IPCC (2022) como uma das principais rotas de mitigação de emissões do setor de transportes. No Brasil, o PNE 2050 indica uma gradual inserção da eletrificação nos meios de transporte. Essa estratégia visa a criar um conjunto de ações para incentivar a gradual eletrificação dos veículos urbanos do transporte coletivo de passageiros.
TR2.2. Eletrificação de veículos leves (Full Elétrico ou Híbrido)	A eletrificação é apontada pelo IPCC (2022) como uma das principais rotas de mitigação de emissões do setor de transportes. No Brasil, o PNE 2050 indica uma gradual inserção da eletrificação nos meios de transporte, considerando uma parcela significativa da frota composta por veículos híbridos, com alinhamento com estratégias de biocombustíveis. Essa estratégia visa a criar um conjunto de ações para incentivar a gradual eletrificação dos veículos leves.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2040	2030	2040
TR2.1. Eletrificação dos veículos do transporte coletivo de passageiros urbanos	TR2.1.1. Substituição de ônibus urbanos a diesel por elétricos	Participação de ônibus urbanos elétricos na frota	2,8%	30%	60%	0,001	0,014	0,014
TR2.2. Eletrificação de veículos leves (Full Elétrico ou Híbrido)	TR2.2.1. Aumento de veículos leves Híbrido flex ou híbrido plug-in flex (HPEV)	Participação veículos híbridos leve flex ou híbrido plug-in flex (HPEV) em relação à frota total de veículos leves	7,5%	47%	85%	0,141	0,688	0,792
	TR2.2.2. Aumento de veículos leves 100% elétricos (FEV)	Participação veículos leves 100% elétricos (FEV) em relação à frota total de veículos leves	3%	9%	15%	0,025	0,122	0,139
	TR2.2.3. Substituição de caminhões semileves, leves e médios a diesel por caminhões elétricos	Participação de caminhões elétricos na frota de caminhões semileves, leves e médios	5%	20%	50%	0,067	0,239	0,350

[illegible]

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





Diretriz 3 Transportes (TR3)

MOBILIDADE URBANA DE BAIXO CARBONO

Descrição

Esta diretriz busca estimular as estratégias agrupadas sobre a égide da diretriz Mobilidade Urbana de baixo carbono, que vão além da substituição de combustíveis. A mobilidade urbana de baixo carbono envolve investir em sistemas de transporte público mais eficientes, que utilizam tecnologias de baixas emissões, fomento à mobilidade ativa e aumento da eficiência energética, por meio da promoção do uso eficiente de energia nos sistemas de transporte, incluindo a otimização de rotas, veículos mais eficientes em termos de combustível e tecnologias que reduzem o consumo de energia e utilização de tecnologias avançadas, como sistemas de gestão de tráfego inteligentes, sensores e análise de dados em tempo real, para otimizar o fluxo de tráfego, reduzir congestionamentos e melhorar a eficiência operacional dos transportes.

Estratégias

TR3.1. Aumento de eficiência do sistema de transportes	Melhorar a eficiência do setor de transporte urbano em cidades é essencial para minimizar as emissões de GEE, reduzindo congestionamentos e promovendo a acessibilidade. De maneira geral, as medidas necessárias para implementação desta estratégia estão ligadas a incentivos à utilização da mobilidade ativa, promoção de transporte coletivo mais eficiente por meio de atualização da frota, planejamento urbano e integração inteligente de rotas e modais (VLT, por exemplo), entre outras. Além destas, é necessária a utilização de tecnologias avançadas, como sistemas de gestão de tráfego inteligentes, sensores e análise de dados em tempo real, para otimizar o fluxo de tráfego, reduzir congestionamentos e melhorar a eficiência operacional dos transportes. Medidas relacionadas a mudanças de comportamento também estão incluídas aqui, variando desde campanhas de conscientização para mudança de hábitos até incentivos financeiros, como descontos em tarifas de transporte público ou taxas e impostos, para encorajar as pessoas a optarem por meios de transporte mais sustentáveis.
TR3.2. Incentivar o uso do transporte público coletivo de passageiros	O incentivo do transporte público coletivo de passageiros passa primordialmente pelo aumento do conforto no ônibus (menos pessoas em pé), mais segurança dentro dos ônibus, nos pontos e nos terminais, e aumento da frequência dos ônibus nas paradas das rotas visando a um menor intervalo de espera do passageiro. Com essas melhorias no transporte coletivo (público) de passageiros, poder-se-á atrair os passageiros que utilizam o veículo leve particular para se deslocar para o sistema de transporte público de passageiros, reduzindo a frota de veículos leves em circulação. Diminuindo a frota, diminuirão também as emissões por passageiro transportado, mesmo que aumente a frota circulante de ônibus. Esta estratégia busca desenhar ações para incentivar o uso do transporte público coletivo de passageiros.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2030	2040	2030	2040
TR3.1. Aumento de eficiência do sistema de transportes	TR3.1.1. Aumento da eficiência energética no transporte de cargas	Redução do consumo de diesel no setor de transporte de cargas	22,5%	30%	37,5%	0,414	0,410	0,210
	TR3.1.2. Aumento da eficiência energética do transporte coletivo urbano	Redução do consumo de diesel no setor de transporte coletivo urbano	22,5%	30%	37,5%	0,012	0,014	0,005
TR3.2. Incentivar o uso do transporte público coletivo de passageiros	TR3.2.1. Redução do uso de veículos leves e motocicletas	% da quilometragem de veículos leves e motocicletas que deixa de ser percorrida	10%	20%	30%	0,069	0,059	0,107

Análise multicritério e priorização

Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

TR3.1. Aumento de eficiência do sistema de transportes

TR3.2. Incentivar o uso do transporte público coletivo de passageiros

	Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional				Prioridade
	Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	Aceitação pública	Arcabouço regulatório	Facilidade de implementação e acompanhamento	Disponibilidade de financiamento	
TR3.1. Aumento de eficiência do sistema de transportes																	
TR3.2. Incentivar o uso do transporte público coletivo de passageiros																	

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





Diretriz 4 Transportes (TR4)

ESTÍMULO A MEDIDAS DE COMPENSAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE

Descrição

Esta diretriz tem como objetivo o estímulo à utilização de mecanismos de compensação de emissões, para o caso específico de setores de difícil descarbonização. As técnicas de compensação devem, preferencialmente, estar relacionadas a co-benefícios, como a restauração de florestas e biodiversidade no ES. Neste contexto, a compensação de alguns setores pode ser um mecanismo importante para fomento de atividades de captura em outros setores.

Estratégias

TR4.1 Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE

Esta estratégia é comum a todas as áreas temáticas, sendo considerada como forma de acoplamento entre as emissões os setores de Energia & Indústria, AFOLU, Resíduos e Transportes, podendo representar um importante mecanismo de financiamento para projetos de compensação ou negociação de créditos de carbono.

Mecanismos de compensação de emissões são um vetor importante no caminho para a neutralidade de emissões de GEE. Além de promover a compensação de emissões para setores de difícil descarbonização, a compensação de emissões pode funcionar como fonte adicional de investimento nas ações de descarbonização, como recomposição e preservação florestal.

Desta forma, setores que tenham dificuldade de neutralizar totalmente suas emissões podem compensar parte de suas emissões apoiando financeiramente projetos de captura de carbono no ES. Caberia ao Governo montar esta estrutura de apoio à negociação entre “projetos de remoção” e aqueles que precisam apoiar projetos de remoção para compensar suas emissões, ou negociação de créditos de carbono, sendo importante as políticas estaduais de mudanças climáticas estarem alinhadas às políticas federais.

Empresas ou entidades que conseguissem a neutralização por ações próprias ou compensação de emissões receberiam uma certificação do Estado, por meio de um Selo de Carbono Neutro (que preferencialmente atenda critérios e premissas compatíveis com o Mecanismo do Acordo de Paris e com os principais mercados de crédito de carbono regulados, dentre os quais os da União Europeia). A certificação pode ser um importante mecanismo comercial, principalmente para os envolvidos no comércio exterior e/ou um mecanismo de gratificação para os atores envolvidos no processo de redução das emissões de GEE. Neste contexto, a gratificação vai além do pagamento monetário, podendo incluir isenções fiscais e tarifárias; favorecimento para obtenção de crédito; garantia ou preferência de acesso a

mercados; programas especiais ou serviços públicos; disponibilidade e direcionamento de subsídios à produção; oferta de tecnologia, equipamentos e infraestrutura e apoio em termos de capacitação, treinamento e assistência técnica.

Esta estratégia busca desenhar ações para estimular a neutralização das emissões por meio de compensações e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE. Esta estratégia apresenta forte transversalidade entre os setores da economia, havendo estratégias análogas em cada uma das áreas estratégicas.

Metas e potencial de mitigação

Estratégia	Medidas	Indicador (Variável para estimativa de emissões)	Intensidade das medidas					
			Cenário de Mitigação			Potencial de mitigação [Mt CO ₂ e/ano]		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
RE6.1 Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE	As emissões residuais do setor (emissões que não foram mitigadas pelas estratégias propostas) tem o potencial de ser compensadas por outros setores, sendo considerada como forma de acoplamento entre as emissões dos 4 setores, podendo representar um importante mecanismo de financiamento para projetos de compensação ou negociação de créditos de carbono. No caso do setor de Transportes as remissões residuais representam 1,71 MtCO ₂ e/ano.							

Análise multicritério e priorização

Legenda:

- Excelente ou muito positivo
- Bom ou positivo
- Regular ou neutro
- Ruim ou negativo
- Péssimo ou muito negativo

RE6.1 Estímulo à neutralização das emissões por meio de compensação de emissões e mecanismos de gratificação aos envolvidos no processo de redução das emissões de GEE

Tecnologia				Ambiental				Economia				Político Institucional				Prioridade
Potencial de mitigação	Custo de mitigação	Maturidade tecnológica	Vulnerabilidade climática	Impacto na disponibilidade de água	Impacto na qualidade do ar	Impacto na produção de alimentos	Impacto na biodiversidade	Impacto na disponibilidade de energia	Impacto na geração de empregos	Impacto no crescimento econômico	Competitividade local	Aceitação pública	Arcabouço regulatório	Facilidade de implementação e acompanhamento	Disponibilidade de financiamento	

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável





7

**DESAFIOS PARA O
FINANCIAMENTO (PÚBLICO E
PRIVADO) DAS AÇÕES DE
DESCARBONIZAÇÃO**

O Espírito Santo assumiu metas claras e objetivos de redução da emissão de gases até o ano de 2050, conforme descrito nos capítulos anteriores. Ao assumir este compromisso, o Governo do Estado do ES passou a desenvolver atividades de forma a implementar um plano de ação para atingir estas metas.

Para atingir o compromisso assumido, o Governo do Estado do Espírito Santo também se compromete em investir em ações de descarbonização planejadas para que as estratégias previstas neste plano sejam efetivamente implementadas e os cenários previstos alcançados. O financiamento destas ações de descarbonização representa um grande desafio para a concretização destas metas, e para tanto, a captação adequada de recursos deverá contar com uma expressiva mobilização de capital, sendo este composto, tanto, recursos públicos, como privados.

Assim, para o financiamento das ações de descarbonização torna-se indispensável, conhecer e identificar as diferentes fontes e alternativas possíveis e disponíveis para a captação de recursos, de forma a apurar a viabilidade no contexto do desafio assumido pelo Governo do Estado do Espírito Santo.

As alternativas de financiamento variam significativamente entre o setor público e privado. Conforme sugerido pelo Programa de Políticas sobre Mudanças Climáticas (PoMuC, 2023), é possível classificar as fontes em:

Financiamento Público

- Instituições financeiras de desenvolvimento internacionais, nacionais e subnacionais, agências de fomento multilaterais, orçamento federal/estadual, entre outros.

Financiamento Privado

- Instituições financeiras: bancos comerciais*, fundos internacionais, *asset managers*, *asset owners*, seguradoras, entre outros.
- Instituições não-financeiras: empresas de grande, médio e pequeno porte de economia real.

* Independente do controle acionário (privado ou público).

Com base nesta diferenciação, este capítulo tem a finalidade de apresentar as fontes disponíveis para o financiamento das ações de descarbonização previstas no plano de mitigação climática do Estado do Espírito Santo. Na primeira parte deste capítulo (Seção 7.1), será apresentada uma estimativa do volume de recursos necessários para atender o Plano de Descarbonização e Neutralização de Emissões do ES. Na Seção 7.2, serão apresentadas as alternativas de financiamento existentes no setor público e no privado. Na Seção 7.3, serão discutidas alternativas não convencionais, e já utilizadas no contexto brasileiro, que podem atender ao financiamento do Plano. Por fim, na Seção 7.4, são abordadas as oportunidades e desafios vinculados ao Financiamento das Ações Descarbonização no ES.

7.1. ESTIMATIVA DO VOLUME DE RECURSOS FINANCEIROS PARA ATENDER ÀS AÇÕES

Complementar à etapa de execução, mas não menos desafiadora, será o processo de captação de recursos financeiros necessários para a execução das ações que constituem o Plano de Descarbonização e Neutralização de Emissões do ES. Para estimar o volume de recursos financeiros relacionado à implementação das estratégias apresentadas nos capítulos anteriores foi utilizado o conceito de Custo Marginal de Abatimento (MAC - *Marginal Abatement Cost*) em US\$/tCO₂e. O MAC é uma métrica econômica utilizada na análise de custo-efetividade de medidas de mitigação de emissões de GEE, sendo calculado pela divisão do custo adicional associado à redução de uma unidade adicional de emissões pelo montante dessa redução. O MAC é composto pela somatória dos custos associados à

implementação de medidas de mitigação para reduzir as emissões de gases de efeito estufa ou outras fontes poluentes.

O Anexo I apresenta a estimativa de custo obtida a partir dos valores de referência. Esta metodologia também foi empregada pelo Estado de São Paulo para estimar os recursos financeiros necessários para implementação de Plano de Ação Climática Net Zero 2050 (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2022).

As projeções indicam um custo total aproximado de 1,01 bilhões de dólares ou cerca de 4,94 bilhões de reais¹⁸, até 2030, com um custo médio anual de aproximadamente 705 milhões de reais, o que equivale a uma média anual de 0,36% do PIB.

É importante destacar que as estimativas de custo médio de mitigação (USD/tCO₂e) apresentadas pelo World Bank (2010) e McKinsey&Company (2009) representam projeções para 2030, usando a abordagem de custos marginais de abatimento. O emprego desta metodologia para estimar custos além de 2030 pode resultar em valores significativamente superestimados e imprecisos, uma vez os custos de implementação das tecnologias devem diminuir com o tempo.

Considerando esse ponto, é viável adotar essa abordagem para estimar a magnitude dos custos envolvidos além de 2030, porém é crucial interpretar os resultados com cautela devido às limitações inerentes aos valores de Custo Marginal de Abatimento (MAC). Particularmente, as restrições relacionadas à natureza dinâmica dos custos, sobretudo em setores de rápido avanço, como a energia renovável, podem influenciar a precisão das projeções. Além disso, MAC representa custos adicionais de investimento anual e operação e, portanto, dependem de considerações sobre o contexto de tecnologias, processos, fontes de energia existentes no horizonte de tempo considerado e quais as intervenções que serão feitas. As projeções indicam um custo total aproximado de 23,5 bilhões de dólares ou cerca de 115 bilhões de reais, entre 2030 e 2050, o que equivale a uma média de custo anual de 2,15% do PIB.

Recomenda-se que no futuro os custos de investimento e custo de abatimento para as ações do ES sejam investigados de maneira mais precisa, conduzindo a uma avaliação mais adequada dos custos para a economia capixaba e das necessidades de investimento para horizontes de tempo mais longos.

Outro aspecto, acessório ao volume, mas também relevante, serão as fontes dos recursos a serem atraídas para os financiamentos das ações propostas. Apesar de ser uma iniciativa do Governo do Estado do ES, e considerando que existem no mercado financeiro nacional

¹⁸ Para a conversão de real para dólar, utilizou-se a taxa de câmbio 4,89 (17/11/2023).

instrumentos financeiros disponíveis e direcionados a projetos de descarbonização, pode-se propor uma estratégia de captação, envolvendo recursos públicos e privados para o financiamento das ações integrantes deste plano.

Considerando a prática internacional observada em estudos nacionais¹⁹ e internacionais²⁰, adotou-se a composição de 70% de recursos privados e 30% de recursos públicos. Desta maneira, em média, 70% corresponderiam a investimentos realizados diretamente pelo setor privado, por meio de instrumentos financeiros adequados, e, os outros 30%, seriam realizados via investimento pelo setor público. Internacionalmente, a composição de investimentos conta com participação de recursos privados e de recursos públicos, sendo indispensável que o Poder Público, por meio de inventivos, subsídios, desonerações, linhas de crédito, financiamento e demais mecanismos aporte recursos, investindo na transição energética juntamente com o setor privado.

Sendo importante destacar, que esta proporção pode variar significativamente entre os setores e ao longo do tempo, setores que usualmente são tradicionais captadores de recursos junto ao mercado, tais como Energia, Petróleo & Gás e transportes, tendem a ter maior exposição, e, conseqüentemente maior quantidade de linhas e recursos disponíveis para os seus projetos de descarbonização.

Entretanto, especificamente aos públicos, estes recursos podem ser obtidos por meio de investimentos diretos ou realocação fiscal. Com base nos planos climáticos de outros países, foi empregada uma proporção de 45% de investimento direto, e 55%, por meio de realocação fiscal.

7.2. OPORTUNIDADES DE FINANCIAMENTOS

Esta seção apresenta as oportunidades de financiamento para as ações relacionadas ao Plano de Descarbonização do ES, estando divididas em 2 grupos: (i) oportunidades de financiamentos por Instituições Financeiras Públicas e Privadas e (ii) oportunidades de Financiamento Recursos Públicos.

7.2.1. Financiamentos (Instituições Financeiras Públicas e Privadas)

19 Plano de Ação Climática Versão Zero (fevereiro 2020), estudo realizado pela Assessoria de Mudanças Climáticas da SIMA para identificar estratégias semelhantes às do PAC2050.

20 “Summary of the Energy Security and Climate Change Investments in the Inflation Reduction Act of 2022” dos Estados Unidos e do “The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution” do Reino Unido.

Devido a relevância das instituições financeiras, bancos de desenvolvimento e bancos comerciais, como fonte de recursos para o financiamento das ações de descarbonização, foi realizado um levantamento das alternativas existentes no mercado financeiro brasileiro de forma a identificar as oportunidades de captação de recursos.

Tecnicamente, uma operação de financiamento consiste em um contrato de crédito entre uma pessoa física ou jurídica e uma instituição financeira, sendo esta, usualmente, um banco comercial ou banco de desenvolvimento, em que haverá a disponibilização de um montante de recursos condicionado à realização de determinado investimento ou aquisição de ativos. Dada a elegibilidade, de obrigatoriamente atender projetos destinados a atividades de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, estes financiamentos são denominados como “Dívidas Condicionadas”.

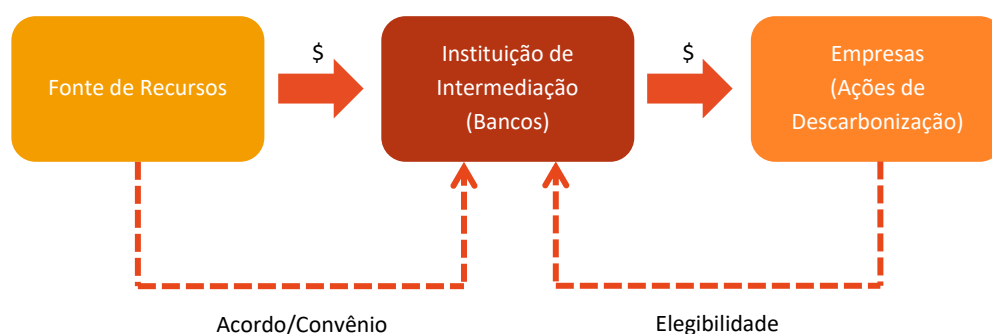


Figura 25. Fluxo Recursos no Financiamento (Dívidas Condicionadas)

Pelo levantamento realizado no mercado brasileiro, existem linhas acessíveis em bancos comerciais e bancos de desenvolvimento para financiar atividades sustentáveis e alinhadas às ações propostas por este Plano. Foram identificadas um total de 19 linhas de financiamentos, que oferecem custo de capital reduzido para itens e projetos alinhados com as diretrizes estabelecidas por este plano e disponibilizadas por 7 instituições financeiras públicas e privadas.

Apesar de identificar as linhas disponíveis no mercado brasileiro, o levantamento realizado não teve a capacidade de apurar o montante de recursos disponíveis para cada linha de financiamento. Porém, cada linha possui seus limites de financiamento específicos e existem exigências e requisitos mínimos de elegibilidade dos projetos para que os financiamentos sejam liberados. A Tabela 3 apresenta o conjunto de linhas de financiamento identificadas.

Tabela 3. Linhas de Financiamentos disponibilizadas pelos Bancos

#	Banco	Linha de Financiamento ^a
1	BNDES	BNDES Finem (Financiamento a empreendimentos)
2		BNDES Finame - Baixo Carbono
3		Finem – Meio-Ambiente - Eficiência Energética
4		Finem – Meio-Ambiente - Planejamento e Gestão
5		Finem – Meio-Ambiente- Redução do Uso de Recursos Naturais e Materiais
6		Finem – Meio-Ambiente - Recuperação de Passivos Ambientais
7		Finem – Meio-Ambiente – Recup. e Cons. de Ecossistemas e Biodiversidade
8		Finem – Meio-Ambiente
9		Finem – Meio-Ambiente – Ônibus e Caminhões com Tecn. de tração de baixo carbono e equip. de maior eficiência ener. e/ou red. de emissões de carbono
10		Finem – Meio-Ambiente – Geração de Energia
11	Bndes	BNDES Solar (Programa de Info. Energética Solar)
12		BNDES Investimento Fixo
13	Banco do Brasil	Proger Urbano Empresarial
14		BB Financiamento Pessoa Jurídica
15		BB Crédito Imobiliário - Financiamento à Produção PJ
16	Banestes	Crédito Verde
17	CEF	Financiamento ESG Ecoeficiência
18	Santander	CDC Agro Socioambiental
19	Bradesco	CDC Energia Fotovoltaica

^a Objetivo e Itens financiáveis de cada linha se encontram descritos no Anexo II.

Apesar da não observância de valores, pode-se com base em desembolsos recentes identificar o potencial de financiamento para os projetos. Se considerado somente os valores desembolsados pelo BNDES, que é a principal fornecedora de capital de longo prazo no mercado brasileiro, pode-se perceber o potencial de recursos que podem ser levantados para atender a demanda das ações presentes neste plano.

Conforme divulgado no Relatório Anual²¹, apenas no exercício de 2021, o BNDES desembolsou um total de R\$ 7,8 bilhões para atividades relacionadas à economia verde e correlatas às ações propostas por este plano. Deste montante, parte expressiva, 62,3% (R\$ 4,85 bi) foi aplicado em projetos de energias renováveis, 15,7% (R\$ 1,22 bi) para Agropecuária e 7,4% (R\$ 0,57 bi) para florestas.

É interessante comparar estes valores com as estimativas de necessidade de recursos para as ações de descarbonização planejadas para o ES até de 2030, apresentadas na Seção 7.1. Assumindo que as ações se encontram dentro do escopo das linhas de financiamento disponíveis, pode-se inferir que há grande potencial de financiamento inicial das principais áreas, energia e transportes, por recursos privados e públicos.

Com base no levantamento realizado, foi efetuado um mapeamento para identificar a linhas de financiamentos acessíveis para cada diretriz proposta. Com base nas possibilidades de financiamento de cada linha, conforme listado no Anexo III, seguem nos quadros abaixo, as possibilidades de financiamentos para cada diretriz.

Tabela 4. Linhas de Financiamento disponíveis para cada Área/Diretriz.

 Energia & Indústria	
Diretriz	Resumo Linhas Identificadas
Geração de eletricidade com fontes renováveis e maximização de potencial	8 linhas, disponíveis nas 4 instituições presentes no levantamento (BNDES, Bandes, Banco do Brasil e Banestes), apresentando o seguinte mix: financiamento de equipamentos de geradores fotovoltaicos e itens de baixo carbono como sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa.

²¹ <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/prestacao-de-contas/relatorio-anual-integrado>

Emprego de biocombustíveis e novos combustíveis	4 linhas, disponível pelo BNDES, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) a empreendimentos que reduzam o consumo de energia de edificações, processos produtivos, usinas, redes elétricas, iluminação pública, e/ou aumentem a eficiência do sistema energético, (ii) a empreendimentos que promovam a ecoeficiência, utilizem insumos provenientes de fontes recicladas ou renováveis (exclusive cana-de-açúcar), ou voltados à produção e/ou utilização de Biogás, Biometano, Hidrogênio de Baixo Carbono, armazenamento de energia e produção nacional de fertilizantes minerais e orgânicos, (iii) aquisição e produção de ônibus e caminhões, elétricos, híbridos, outros modelos com tração elétrica ou a gás natural ou biometano; e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa, e (iv) expansão e modernização da infraestrutura de geração de energia a partir de fontes renováveis e termelétricas a gás natural no País.
Ecossistema de Negócios e Infraestrutura para Energias Renováveis	3 linhas, disponível pelo BNDES e Bandes, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas, e (ii) aquisição de bens de informática e automação, certificação de empresas, controle e preservação ambiental, estudos e projetos, fretes e seguros, máquinas e equipamentos, móveis e utensílios e obras. (iii) apoio a projetos voltados a gestão, capacitação, implantação de sistemas, estudos e certificações que aumentem a capacidade das empresas para: reduzir e mitigar riscos socioambientais; otimizar a utilização dos recursos empregados na mitigação do descarte de resíduos alinhados aos preceitos da economia circular; ou, ainda, implantar novos modelos de negócio baseados em economia circular.

Indústria de baixo carbono	3 linhas, disponível pelo BNDES e Bandes, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas, e (ii) aquisição de bens de informática e automação, Certificação de empresas, Controle e preservação ambiental, Estudos e projetos, Fretes e seguros, Máq. e equipamentos, Móveis e utensílios e obras. (iii) apoio a projetos voltados a gestão, capacitação, implantação de sistemas, estudos e certificações que aumentem a capacidade das empresas para: reduzir e mitigar riscos socioambientais; otimizar a utilização dos recursos empregados na mitigação do descarte de resíduos alinhados aos preceitos da economia circular; ou, ainda, implantar novos modelos de negócio baseados em economia circular.
Edificações de baixo carbono	2 linhas, disponível pelo BNDES, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) empreendimentos que reduzam o consumo de energia de edificações, processos produtivos, usinas, redes elétricas, iluminação pública, e/ou aumentem a eficiência do sistema energético, (ii) sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa.

Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE	1 linha disponível no BNDES, apresentando o apoio a projetos voltados a gestão, capacitação, implantação de sistemas, estudos e certificações que aumentem a capacidade das empresas para: reduzir e mitigar riscos socioambientais; otimizar a utilização dos recursos empregados na mitigação do descarte de resíduos alinhados aos preceitos da economia circular; ou, ainda, implantar novos modelos de negócio baseados em economia circular.
--	--

 Transportes	
Diretriz	Resumo Linhas Identificadas
Biocombustíveis	5 linhas, disponíveis pelo BNDES e Bandes, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa, (ii) Financiamento a empreendimentos que promovam a ecoeficiência, utilizem insumos provenientes de fontes recicladas ou renováveis (exclusive cana-de-açúcar), ou voltados à produção e/ou utilização de Biogás, Biometano, Hidrogênio de Baixo Carbono, armazenamento de energia e produção nacional de fertilizantes minerais e orgânicos, (iii) Financiamento para aquisição e produção de ônibus e caminhões, elétricos, híbridos, outros modelos com tração elétrica ou a gás natural ou biometano; e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa.

Eletrificação	5 linhas, disponíveis pelo BNDES e Bandes, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa, (ii) Apoio a empreendimentos que reduzam o consumo de energia de edificações, processos produtivos, usinas, redes elétricas, iluminação pública, e/ou aumentem a eficiência do sistema energético, (iii) Apoio a projetos voltados a gestão, capacitação, implantação de sistemas, estudos e certificações que aumentem a capacidade das empresas para: reduzir e mitigar riscos socioambientais; otimizar a utilização dos recursos empregados na mitigação do descarte de resíduos alinhados aos preceitos da economia circular; ou, ainda, implantar novos modelos de negócio baseados em economia circular, (iv) Financiamento para expansão e modernização da infraestrutura de geração de energia a partir de fontes renováveis e termelétricas a gás natural no País.
Mobilidade urbana de baixo carbono	4 linhas, disponíveis pelo BNDES e Bandes, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa, (ii) Apoio a empreendimentos que reduzam o consumo de energia de edificações, processos produtivos, usinas, redes elétricas, iluminação pública, e/ou aumentem a eficiência do sistema energético, (iii) Financiamento para aquisição e produção de ônibus e caminhões, elétricos, híbridos, outros modelos com tração elétrica ou a gás natural ou biometano; e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa, (iv) Financiamento para expansão e modernização da infraestrutura de geração de energia a partir de fontes renováveis e termelétricas a gás natural no País.

Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE	1 linha disponível no BNDES, apresentando o apoio a projetos voltados a gestão, capacitação, implantação de sistemas, estudos e certificações que aumentem a capacidade das empresas para: reduzir e mitigar riscos socioambientais; otimizar a utilização dos recursos empregados na mitigação do descarte de resíduos alinhados aos preceitos da economia circular; ou, ainda, implantar novos modelos de negócio baseados em economia circular.
--	--

 Agropecuária, Florestas e Uso do Solo (AFOLU)	
Diretriz	Resumo Linhas Identificadas
Descarbonização pelo uso da terra	4 linhas, disponíveis pelo BNDES, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) Financiamento a empreendimentos que promovam a ecoeficiência, utilizem insumos provenientes de fontes recicladas ou renováveis (exclusive cana-de-açúcar), ou voltados à produção e/ou utilização de Biogás, Biometano, Hidrogênio de Baixo Carbono, armazenamento de energia e produção nacional de fertilizantes minerais e orgânicos, (ii) Financiamento a empreendimentos que recuperam áreas degradadas, mineradas ou contaminadas, (iii) Financiamento a empreendimentos que restaurem áreas em biomas brasileiros, recuperem e conservem ecossistemas florestais e biodiversidade, ou que promovam seu manejo sustentável e adequado à legislação, (iv) Financiamento a investimentos em sustentabilidade.
Promoção de melhor aproveitamento do uso da terra	4 linhas, disponíveis pelo BNDES, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) Financiamento a empreendimentos que promovam a ecoeficiência, utilizem insumos provenientes de fontes recicladas ou renováveis (exclusive cana-de-açúcar), ou voltados à produção e/ou utilização de Biogás, Biometano, Hidrogênio de Baixo Carbono, armazenamento de energia e produção nacional de fertilizantes minerais e orgânicos, (ii) Financiamento a empreendimentos que recuperam áreas degradadas, mineradas ou contaminadas, (iii) Financiamento a empreendimentos que restaurem áreas em biomas brasileiros, recuperem e conservem ecossistemas florestais e biodiversidade, ou que promovam seu manejo sustentável e adequado à legislação, (iv) Financiamento a investimentos em sustentabilidade.

Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE	2 linhas, disponíveis pelo BNDES, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa, (ii) Apoio a empreendimentos que reduzam o consumo de energia de edificações, processos produtivos, usinas, redes elétricas, iluminação pública, e/ou aumentem a eficiência do sistema energético.
Remoção de GEE da atmosfera	3 linhas, disponíveis pelo BNDES e Bandes, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa, (ii) Apoio a empreendimentos que reduzam o consumo de energia de edificações, processos produtivos, usinas, redes elétricas, iluminação pública, e/ou aumentem a eficiência do sistema energético, (iii) Aquisição de bens de informática e automação, Certificação de empresas, Controle e preservação ambiental, Estudos e projetos, Fretes e seguros, Máquinas e equipamentos, Móveis e utensílios, Obras civis e Instalações e outros.
Gratificação por manutenção de estoque carbono	1 linha disponível no BNDES, apresentando o apoio a projetos voltados a gestão, capacitação, implantação de sistemas, estudos e certificações que aumentem a capacidade das empresas para: reduzir e mitigar riscos socioambientais; otimizar a utilização dos recursos empregados na mitigação do descarte de resíduos alinhados aos preceitos da economia circular; ou, ainda, implantar novos modelos de negócio baseados em economia circular.



Resíduos

Diretriz	Resumo Linhas Identificadas
Controle de perdas em aterros sanitários	2 linhas, disponíveis pelo BNDES, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa, (ii) Apoio a projetos voltados à gestão, capacitação, implantação de sistemas, estudos e certificações que aumentem a capacidade das empresas para: reduzir e mitigar riscos socioambientais; otimizar a utilização dos recursos empregados na mitigação do descarte de resíduos alinhados aos preceitos da economia circular; ou, ainda, implantar novos modelos de negócio baseados em economia circular.
Desvios de orgânicos em aterros sanitários	4 linhas, disponíveis pelo BNDES, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa, (ii) Apoio a projetos voltados a gestão, capacitação, implantação de sistemas, estudos e certificações que aumentem a capacidade das empresas para: reduzir e mitigar riscos socioambientais; otimizar a utilização dos recursos empregados na mitigação do descarte de resíduos alinhados aos preceitos da economia circular; ou, ainda, implantar novos modelos de negócio baseados em economia circular, (iii) Financiamento a empreendimentos que promovam a ecoeficiência, utilizem insumos provenientes de fontes recicladas ou renováveis (exclusive cana-de-açúcar), ou voltados à produção e/ou utilização de Biogás, Biometano, Hidrogênio de Baixo Carbono, armazenamento de energia e produção nacional de fertilizantes minerais e orgânicos, e (iv) Financiamento a empreendimentos que recuperam áreas degradadas, mineradas ou contaminadas.

ETEs com aproveitamento energético	5 linhas, disponíveis pelo BNDES e Bandes, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) Sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa, (ii) Apoio a empreendimentos que reduzam o consumo de energia de edificações, processos produtivos, usinas, redes elétricas, iluminação pública, e/ou aumentem a eficiência do sistema energético nacional (exclusive setor sucroenergético), (iii) Financiamento a empreendimentos que promovam a ecoeficiência, utilizem insumos provenientes de fontes recicladas ou renováveis (exclusive cana-de-açúcar), ou voltados à produção e/ou utilização de Biogás, Biometano, Hidrogênio de Baixo Carbono, armazenamento de energia e produção nacional de fertilizantes minerais e orgânicos, (iv) Financiamento para expansão e modernização da infraestrutura de geração de energia a partir de fontes renováveis e termelétricas a gás natural no País, e (v) Aquisição de bens de informática e automação, Certificação de empresas, Controle e preservação ambiental, Estudos e projetos, Fretes e seguros, Máquinas e equipamentos, Móveis e utensílios, Obras civis e Instalações e outros.
Produção de energia em aterros sanitários	3 linhas, disponíveis pelo BNDES e Bandes, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa, (ii) Financiamento para expansão e modernização da infraestrutura de geração de energia a partir de fontes renováveis e termelétricas a gás natural no País, e (iii) Aquisição de bens de informática e automação, Certificação de empresas, Controle e preservação ambiental, Estudos e projetos, Fretes e seguros, Máquinas e equipamentos, Móveis e utensílios, Obras civis e Instalações e outros.

Eficiência energética de ETE	3 linhas, disponíveis pelo BNDES, apresentando o seguinte mix: financiamento de itens e projetos destinados a: (i) Apoio a empreendimentos que reduzam o consumo de energia de edificações, processos produtivos, usinas, redes elétricas, iluminação pública, e/ou aumentem a eficiência do sistema energético nacional (exclusive setor sucroenergético), (ii) Apoio a projetos voltados a gestão, capacitação, implantação de sistemas, estudos e certificações que aumentem a capacidade das empresas para: reduzir e mitigar riscos socioambientais; otimizar a utilização dos recursos empregados na mitigação do descarte de resíduos alinhados aos preceitos da economia circular; ou, ainda, implantar novos modelos de negócio baseados em economia circular. (iii) sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa.
Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE	1 linha, disponível pelo BNDES, para o financiamento de projetos voltados a gestão, capacitação, implantação de sistemas, estudos e certificações que aumentem a capacidade das empresas para: reduzir e mitigar riscos socioambientais; otimizar a utilização dos recursos empregados na mitigação do descarte de resíduos alinhados aos preceitos da economia circular; ou, ainda, implantar novos modelos de negócio baseados em economia circular.

A partir do levantamento realizado, constata-se que existem linhas de financiamento para praticamente todas as diretrizes programadas por este Plano. Entretanto, deve-se observar, que a existência da linha, não significa a ocorrência da captação dos recursos, pois, como já destacado, a liberação destas linhas está vinculada a critérios de exigibilidades aplicados pelas instituições financeiras.

7.2.2. Financiamento público

O financiamento público pode ser tratado a partir de 2 abordagens principais. A primeira com na alocação de recursos via orçamento estadual e a segunda por meio de alternativas lideradas pelo setor público que podem apoiar o financiamento de ações climáticas, como os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), Programas Estaduais de Sustentabilidade Ambiental e Apoio aos Municípios (PROESAM), Fundos Especiais, dentre outras (PoMuC, 2023).

7.2.2.1. ANÁLISE DO ORÇAMENTO ESTADUAL

Para identificar recursos públicos para ações de mitigação climática, é crucial analisar a alocação atual desses recursos nas secretarias e programas estaduais relacionados ao plano de ação climática. O processo envolve identificar ações já financiadas pelos estados alinhadas com a descarbonização econômica, como reflorestamento, calculando possíveis aumentos no orçamento e estimando recursos necessários de outras fontes. A avaliação do orçamento estadual inclui a análise dos gastos em setores prioritários, como Transportes, Agropecuária, Energia, Resíduos e Indústria, conforme indicado na Lei Orçamentária Anual (LOA). Desta forma, com a finalidade de identificar possíveis fontes de recursos públicos que podem ser alocados às ações de descarbonização apresentadas por este plano, foi realizado um exame e análise do orçamento do Estado do Espírito Santo para o ano de 2022.

Considerando as propostas deste Plano, foram identificados os valores, alocados na Lei Orçamentária (LOA) de 2022, destinados aos programas alinhados, em maior ou menor grau, com as diretrizes sugeridas. Foram observados valores que totalizam R\$ 1,571 bilhão distribuídos em 66 (sessenta e seis) Programas sob a gestão de 8 Secretarias e órgãos de Estado conforme listados na Tabela 5.

A lista completa dos programas identificados e sua alocação a cada diretriz seguem listados no Anexo IV. Com base nos valores identificados, foi realizada uma análise individual de cada programa de forma a verificar o alinhamento às diretrizes recomendadas, com a intenção de elaborar recomendações de alocação de recursos em orçamentos futuros.

As Ações indicadas apresentam algum alinhamento, em maior ou menor grau, com o plano de descarbonização e podem ser ajustadas para produzir maior aderência às estratégias indicadas neste Plano, sem haver necessidade de grande reestruturação nos investimentos previstos. Conforme proposto pelo Programa de Políticas sobre Mudanças Climáticas (PoMuC) no documento “Financiamento para Mitigação Climática – Alternativas para Financiamento de Planos de Ação Climática Estaduais”, o próximo passo é analisar possíveis modificações/adequações das atividades já identificadas para maior alinhamento com as estratégias propostas, avaliando o potencial de redução de emissões do que já é financiando pelo estado, bem como aquelas atividades que vão na contramão do que o Plano de Descarbonização. Além de analisar caminhos de financiamento tradicionais já existentes para o Plano de Descarbonização, é necessário que o estado analise seus próprios investimentos para reduzir ao máximo possível incentivos perversos, ou seja, investimentos ou incentivos em atividades carbono intensivas. Assim, o estado consegue ter um dimensionamento do investimento atual em atividades com potencial de redução de emissões.

Tabela 5. Valores alocados na LOA 2022 por Secretaria de Estado (ES).

Secretaria/Órgão de Estado	R\$	%	% (acm)
Secretaria de Estado de Mobilidade e Infraestrutura	1.309.335.218,00	84,38%	84,38%
Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca	91.684.852,00	5,90%	90,29%
Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovação, Educação Profissional e Desenvolvimento Econômico	90.551.970,00	5,83%	96,13%
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos	24.884.841,00	1,60%	97,73%
Departamento Estadual de Trânsito	14.314.900,00	0,92%	98,65%
Instituto Jones Santos Neves	10.600.150,00	0,68%	99,34%
Junta Comercial do Estado do Espírito Santo	7.373.700,00	0,47%	99,81%
Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano	1.925.700,00	0,12%	99,94%
Fundo Estadual de Apoio ao Desenvolvimento Municipal	1.000.000,00	0,06%	100,00%
Total:	1.551.671.331,00	100,00%	

A Figura 26 apresenta representação esquemática dos passos realizados para a avaliação do orçamento público estadual alinhado às atividades com potencial de redução de emissões de GEE. Tais revisões e análises são de vital importância para otimizar a necessidade de eventuais aportes adicionais de recursos ainda não contemplados no orçamento atual ou sua adequação às estratégias de mitigação. Esta etapa deve ser tratada pelos setores de governo específicos indicados no próximo capítulo (Capítulo 8), que trata da Governança para implementação do Plano de Descarbonização.

7.2.2.2. AÇÕES DE INICIATIVA DO ESTADO

Além de analisar caminhos de financiamento já existentes para o Plano de Descarbonização, devem ser exploradas iniciativas lideradas pelo setor público que podem apoiar o financiamento de ações climáticas, como os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), PROESAM, Programas de Compras Sustentáveis, dentre outras.

É importante que o estado analise as questões tributárias que desonerem investimentos alinhados à mitigação de emissões e/ou desincentivem investimentos desalinhados ao

Plano de Descarbonização, como por exemplo a implementação do ICMS ecológico (Governo do Estado do Paraná, GIZ, KfW e MMA, 2020) e um Programa Estadual de Contratações Públicas Sustentáveis (Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2022).

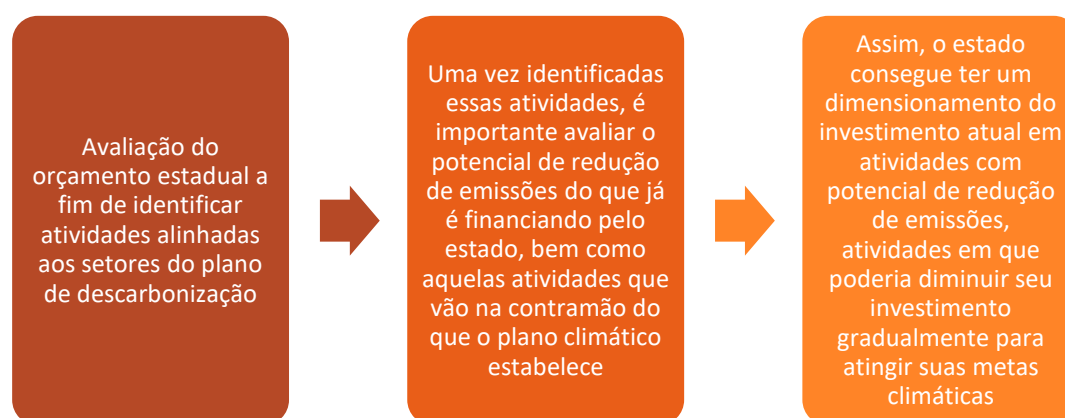


Figura 26. Representação esquemática da avaliação do orçamento público estadual alinhado às atividades com potencial de redução de emissões de GEE. Fonte: Adaptado de PoMuC (2023).

A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), estabelecida pela Lei Nacional nº 14.119 em janeiro de 2021, é um instrumento vital para promover a restauração florestal. Por meio dessa política, produtores rurais, agricultores familiares, comunidades tradicionais e outros agentes podem receber remuneração pelos serviços ambientais fornecidos em suas propriedades, incentivando a recuperação e melhoria das condições ambientais. O Espírito Santo já possui um robusto sistema de PSA, o Reflorestar, que tem como objetivo promover a restauração do ciclo hidrológico por meio da conservação e recuperação da cobertura florestal, com geração de oportunidades e renda para o produtor rural, estimulando a adoção de práticas de uso sustentável dos solos. Neste contexto, os programas PSA devem ser incrementados e alinhados aos objetivos e metas previstos no Plano de Descarbonização.

Outro conceito relevante para o financiamento das atividades de descarbonização é o Programa Estadual de Sustentabilidade Ambiental e Apoio aos Municípios (PROESAM). Estabelecido em 2021, o PROESAM é caracterizado como um programa de compra de resultados na gestão ambiental municipal, no qual os municípios que solicitam adesão comprometem-se a alcançar um conjunto de metas previamente estabelecidas, recebendo pagamento pela execução das mesmas. Essas metas estão vinculadas a diferentes eixos temáticos:

- Eixo Institucional: Visa a incentivar a criação ou aprimoramento de normativas ambientais municipais, ampliar o acesso à informação, fomentar a participação

popular e implementar mecanismos de transparência no processo de tomada de decisões nas políticas ambientais municipais.

- Eixo relacionado à Agenda Verde: Envolvido na implementação ou aprimoramento de políticas, programas, projetos e ações para a conservação ou recuperação da cobertura florestal e do uso do solo.
- Eixo temático ligado à Agenda Azul: Concentra-se nas metas que conectam a política estadual de recursos hídricos com a atuação municipal. Busca incentivar a melhoria da atuação municipal tanto nas instâncias da Política Estadual de Recursos Hídricos quanto em outras áreas da gestão ambiental e do uso do solo relacionadas ao tema.
- Eixo temático ligado à Agenda Marrom: Envolve metas que buscam aprimorar a atuação e aumentar a transparência nas ações de controle ambiental e gestão de resíduos.

Além disso, há temas transversais que muitas vezes exigem a articulação das autoridades da área ambiental com autoridades de outras pastas setoriais do município, como desenvolvimento urbano, educação, entre outros. Essa abordagem integrada fortalece a eficácia do programa e promove uma abordagem holística para a gestão ambiental municipal. O nível de vulnerabilidade ambiental e socioeconômica, quando correlacionado, destaca a complexidade inerente à implementação da gestão ambiental em um município específico. Esse critério é fundamental para determinar o conjunto de metas a serem estabelecidas.

No mesmo contexto, é relevante mencionar o REDD+ (*Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*/Redução de emissões decorrentes do desmatamento e da degradação de florestas), que é um mecanismo desenvolvido no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) e estabelece pagamentos por resultados na redução do desmatamento. Países em desenvolvimento que conseguem demonstrar reduções verificáveis de emissões de gases de efeito estufa ou aumento nos estoques de carbono têm a oportunidade de receber pagamentos de diversas fontes internacionais, incluindo o Green Climate Fund (MMA, 2022). Em outubro de 2023, o Ministério do Meio Ambiente retomou a Comissão Nacional para REDD+ (CONAREDD+), responsável por definir regras para os pagamentos por resultados relacionados à redução de emissões de gases do efeito estufa. Um dos objetivos atuais da CONAREDD+ é expandir esse mecanismo da ONU para outros biomas brasileiros, pois, até o momento, ele está limitado aos Estados da Amazônia Legal e ao Distrito Federal (MMA, 2023). Essa expansão poderá representar, no futuro, um instrumento crucial para a descarbonização de diversos estados brasileiros.

Os estados também podem ter acesso aos recursos do Fundo Clima para financiar ações de descarbonização. O Fundo disponibiliza recursos em duas modalidades, reembolsável e não reembolsável. Os recursos reembolsáveis são administrados pelo BNDES. Já os recursos não reembolsáveis são operados pelo Ministério do Meio Ambiente. O Fundo Clima usa chamadas e editais para financiamento de ações ligadas ao clima, tendo sido apoiados 61 projetos na modalidade não reembolsável desde a sua criação. Além disso, atividades em diferentes estados já foram financiadas a partir do Fundo, entre elas ações de combate à desertificação em Pernambuco, recuperação de áreas degradadas no Ceará e recuperação florestal de áreas de preservação permanente na Bahia (PoMuC, 2023).

A análise e eventual implementação destas ações é mais um tópico que deve ser tratado pelos setores específicos indicados no próximo capítulo (Capítulo 8), que trata da Governança para implementação do Plano de Descarbonização.

7.3. ALTERNATIVAS DE FINANCIAMENTO

Conforme indicado pelo Programa de Políticas sobre Mudanças Climáticas (PoMuC, 2023), ao analisar alternativas de financiamento para planos estaduais de ação climática, é essencial explorar diversas fontes além das tradicionais, como instituições financeiras e financiamento público. Entre essas opções, instrumentos financeiros complexos como a emissão de títulos rotulados podem ser investigados com profundidade. A exploração desses mecanismos financeiros especializados é fundamental para identificar vias inovadoras e estratégias de financiamento para apoiar eficazmente a implementação do plano de ação climática estadual.

7.3.1. Títulos “Verdes” – Títulos de Dívida

Consiste na captação de recursos por meio de emissão de títulos no mercado de capitais, que são colocados junto aos



O Fundo Clima é um instrumento da Política Nacional sobre Mudança do Clima. Ele tem por finalidade financiar projetos, estudos e empreendimentos que visem à redução de emissões de gases de efeito estufa e à adaptação aos efeitos da mudança do clima. O Fundo é administrado por um Comitê Gestor presidido pelo Secretário-Executivo do MMA. Tem a função de autorizar o financiamento de projetos e recomendar a contratação de estudos, com base em diretrizes e prioridades de investimento estabelecidas a cada dois anos.

Para saber mais, consulte:
<https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/apoio-a-projetos/fundo-nacional-sobre-mudanca-do-clima>

investidores do mercado de renda fixa e a sua aquisição dá direito a um fluxo de caixa conhecido e com taxas de juros definidas no seu lançamento. Tecnicamente, são emitidos na forma de debêntures, no mercado brasileiro, e *Bonds*, no mercado internacional.

Apesar de serem emitidos por uma estrutura comum e conhecida no mercado, diferentemente dos outros instrumentos, estes títulos se comprometem obrigatoriamente a usar os fundos captados para executar um projeto que tenha um impacto ambiental, auxiliando no enfrentamento das mudanças climáticas. Dado este comprometimento, estas emissões são conhecidas nos mercados como Títulos Verdes ou Bônus Verdes. A Figura 27 apresenta uma representação esquemática do fluxo de captação de recursos pela emissão de títulos verdes, onde se destacam:

Origem dos recursos: neste grupo devem ser considerados os investidores que usualmente realizam sua captação no mercado de capitais, principalmente os Fundos de Investimentos. E, em especial, o Fundos de Investimentos Sustentáveis, aqueles que possuem em sua política de investimentos o direcionamento aos investimentos responsáveis, aqueles que possuem como condição *sine qua non* incorporar questões ESG (ambientais, sociais e de governança).

Da estrutura do Financiamento: apesar de obrigatoriedade da aplicação dos recursos levantados terem que ser aplicados em projetos vinculados a alguma ação com impacto ambiental, este instrumento difere dos financiamentos por não serem concebidos em uma estrutura *"taylor-made"*. A emissão de títulos é realizada por uma operação definida por regras definidas pelos órgãos reguladores e por práticas usualmente adotadas nos mercados de capitais.



Títulos rotulados são transações financeiras vinculadas a objetivos ambientais e sociais específicos. Eles refletem compromissos concretos em indicadores e metas, como títulos verdes e sociais. Os Sustainability-linked bonds (SLBs) são dívidas ligadas a metas sustentáveis, incentivando melhorias ambientais e sociais. Enquanto isso, os Sustainability-linked loans (SLLs) são empréstimos vinculados a metas claras de desempenho. Ambos os instrumentos promovem a sustentabilidade, fornecendo apoio financeiro estruturado para iniciativas sustentáveis, estimulando organizações a alcançarem metas ambientais e sociais por meio de incentivos financeiros específicos (PoMuC, 2023).

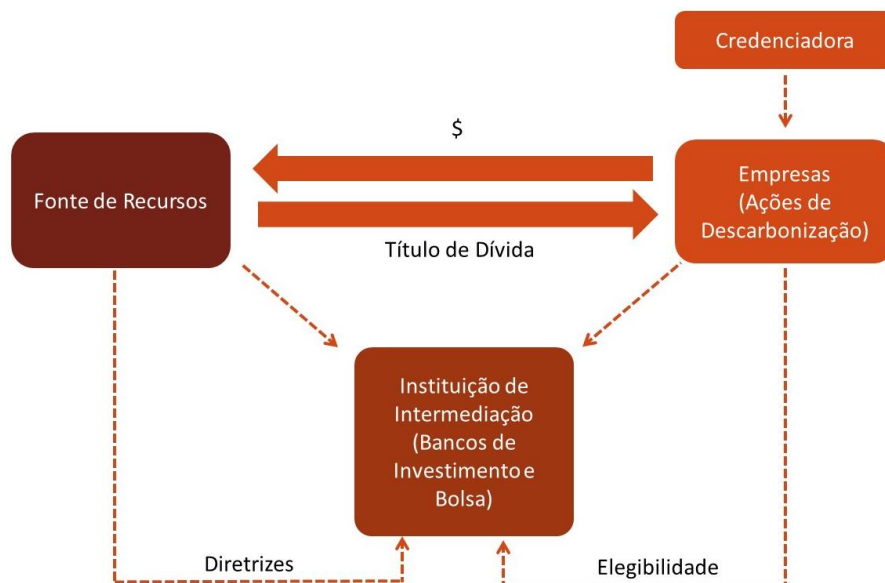


Figura 27. Fluxo de Recursos na Emissão de Títulos Verdes.

As principais características da emissão dos Títulos Verdes são:

- **Emissão:** Como a emissão destes títulos de dívida é realizada para o público em geral seguem regras estabelecidas pelos órgãos reguladores. No Brasil, estas emissões seguem as instruções emitidas pela CVM.
- **Volume:** Os volumes captados não são definidos apenas pelo emissor, mas, principalmente, pelos recursos disponíveis ou pela disposição dos investidores em apoiar os projetos envolvidos com a emissão.
- **Prazo:** Existem prazos convencionados no mercado. Usualmente, os títulos de dívida são emitidos por prazos que variam de 2 a 5 anos, no mercado nacional, e de 5 a 10 anos, no mercado internacional.
- **Elegibilidade:** Pela natureza da emissão, os recursos captados devem obrigatoriamente ser aplicados em projetos que tenham impacto ambiental. Dada esta exigência, os projetos apresentados e vinculados a emissão devem ser enquadrados como tal para atender as expectativas dos investidores.

O mercado de Títulos Verdes é uma alternativa viável e abundante, porém a captação de recursos dependerá do interesse dos investidores e do momento (*timing*) do mercado. Por

ser muito sensível à volatilidade, em momentos em que os níveis de taxa de juros estiverem muito altos, poderá haver o aumento do prêmio de risco atribuído aos títulos, levando ao “fechamento” da janela de captação por meio deste mercado. No mercado brasileiro, a primeira emissão de um título verde ocorreu em 2015, apresentando crescimento constante de emissões e volume (Figura 28). Apesar de recente, o mercado brasileiro de títulos verdes tem apresentado um constante crescimento, tanto em volume de operações, quanto no número de emissões. As emissões realizadas no mercado brasileiro de 2015 a 2022 podem ser encontradas em NINT(2023).

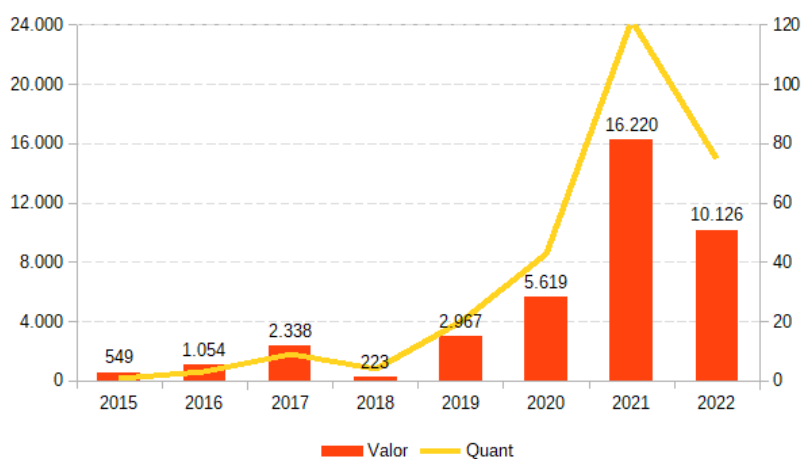


Figura 28. Evolução do Mercado Brasileiro de Títulos Verdes. Fonte: Elaboração própria com base em NINT(2023).

Em relação ao tamanho das emissões, os valores médios giram em torno de US\$ 130 MM, entretanto, foram observadas emissões recentes superiores a US\$ 1 Bilhão. Em destaque, estão as operações realizadas, no período de 2021 e 2022, pela Suzano e Petrobras, com expressivos valores de US\$ 1,570 bi e US\$ 1,250 bi, respectivamente.

Quando comparado ao mercado global, pode-se observar o grande potencial de crescimento destes títulos no Brasil. Conforme o Climate Bonds Initiative (2021), até o final de junho de 2021, o mercado global transacionado de títulos GSS (conjunto de rótulos formados por títulos verde, social e sustentável) foi de US\$ 2,1 trilhões, sendo que deste total, US\$ 1,3 trilhão, aproximadamente 62%, foram representados por transações com títulos verdes.

Um expressivo crescimento quando comparado aos volumes negociados anteriormente. No primeiro semestre de 2021, a emissão de títulos sustentáveis atingiu US\$ 496,1 bilhões, dos quais US\$ 227,8 foram de emissões de títulos verdes. Sendo que, em 2020, os títulos verdes alcançaram um total de negociação de US\$ 297 bilhões.

7.3.2. Blended Finance

Uma alternativa para levantar fundos para iniciativas relacionadas a atividades de mitigação das emissões de GEE é a utilização de instrumentos de *Blended Finance*. Estes mecanismos financeiros empregam capital público ou filantrópico para catalisar investimentos do setor privado, facilitando transações que visam a promover atividades de descarbonização (PoMuC, 2023; Convergence, 2023). Esta alternativa de financiamento climático possui a característica de utilizar recursos públicos e/ou filantrópicos para incentivar os investimentos de recursos privados na promoção de ações de descarbonização. A ideia por trás deste instrumento repousa na premissa de que a presença de recursos públicos e filantrópicos possam absorver perdas financeiras de projetos de descarbonização, proporcionando colateralmente uma redução de risco para os investidores privados, possibilitando o aumento de volume de recursos disponibilizados a esta categoria de projetos.

No contexto brasileiro, pode-se destacar a iniciativa do BNDES, que recentemente realizou uma chamada pública, que disponibilizou R\$ 90 milhões, para apoiar projetos que possuem estruturas de financiamento do tipo *Blended Finance* e que tenham o objetivo de promover ações socioambientais (BNDES, 2022).

7.3.3. Créditos de Carbono

Além dos instrumentos descritos acima, créditos de carbono podem ser uma importante ferramenta para financiamento das atividades de mitigação, o que deve ser um ponto de atenção para os governos estaduais (PoMuc, 2023). O crédito de carbono é um instrumento de compensação utilizado por emissores de gases de efeito estufa para atingir a estratégia *net-zero*, que corresponde a zerar as emissões líquidas de gases de efeito estufa. Tecnicamente, uma unidade de crédito de carbono equivale a uma tonelada de dióxido de carbono (1 tCO₂e) que deixou de ser emitida. O mercado de carbono é dividido em dois mecanismos: (i) o Mercado Voluntário e (ii) o Mercado Regulado.

No mercado voluntário, os créditos são gerados a partir de projetos que tenham capacidade de sequestrar GEE ou que resultem emissões menores em comparação com a alternativas atualmente empregadas (fontes renováveis de energia, por exemplo). Estes créditos gerados são denominados como Redução de Emissão Certificada ou Verificada (CER/VER) e, para que sejam vendidos, as reduções de emissões precisam ser verificadas e validadas com base em padrões internacionais. A participação de empresas ou organizações é voluntária e normalmente motivada por razões de responsabilidade social corporativa, reputação de marca e preocupações com sustentabilidade, não por obrigações legais. Projetos variam desde reflorestamento até eficiência energética e são financiados por empresas que desejam compensar suas próprias emissões de carbono.

Por outro lado, no Mercado Regulado, empresas, organizações e setores específicos são legalmente obrigados a reduzir suas emissões para atender a metas estabelecidas pelo governo ou por acordos internacionais. Empresas podem comprar ou vender créditos de carbono para cumprir suas metas de emissões. Há penalidades para aqueles que não atendem aos requisitos de redução. No Brasil, projeto de lei 412/2022, que regulamenta o mercado de carbono no Brasil, foi aprovado pela Comissão de Meio Ambiente em outubro de 2023 e existe a expectativa de que o texto completo seja aprovado ainda em 2023. De acordo com a proposição, quem reduzir as próprias emissões pode adquirir créditos e vendê-los a quem não cumprir suas cotas, com base no Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE). O objetivo é incentivar a redução das emissões, atendendo a determinações da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12.187, de 2009) e acordos internacionais firmados pelo Brasil.

De acordo com o PL 412/2022, ficam sujeitas ao SBCE empresas e pessoas físicas que emitirem acima de 10 mil toneladas de gás carbônico equivalente (tCO_2e) por ano. Esses operadores devem monitorar e informar suas emissões e remoções anuais de gases de efeito estufa. Quem emitir mais de 25 mil tCO_2e também deve comprovar o cumprimento de obrigações relacionadas à emissão de gases. Cada CBE (equivalente a 1 tCO_2e) é considerada um ativo comercializável, que pode ser recebida gratuitamente pelos operadores ou comprada para “conciliar” as metas de emissão.

Além das CBEs, o projeto propõe a criação o Certificado de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVE). Outro ativo comercializável, o CRVE representa o crédito de carbono gerado pela efetiva redução de emissões ou remoção de 1 tCO_2e de gases de efeito estufa. O certificado também pode ser comprado pelas empresas e usado no cálculo para comprovar o cumprimento de suas metas. Esta proposta traz um acoplamento entre o Mercado Regulado e o Mercado Voluntário que pode representar um impulso relevante para o financiamento de ações de mitigação. É importante destacar que os mecanismos de compensação de emissões representam é uma das políticas estratégicas centrais do Plano de Descarbonização e Neutralização das Emissões de GEE do ES, visto que a mecanismos de compensação de emissões são um vetor importante para neutralização das emissões de setores de difícil descarbonização. Mecanismos de compensação podem ser um importante instrumento de financiamento para projetos de remoção e captura de GEE, como a restauração de florestas, por exemplo.

Convém destacar que já existe uma iniciativa do Governo do Estado do Espírito Santo no sentido de prospecção de recursos oriundos do mercado de carbono no âmbito do Projeto Reflorestar, que inclui o monitoramento de projetos de carbono, a consideração dos aspectos ligados aos créditos de carbono para os mapas de restauração e a integração do carbono aos mecanismos de monitoramento já existentes no Programa. Tal iniciativa pode representar uma importante fonte de financiamento para projetos de restauração e,

também, uma relevante fonte de Créditos de Carbono para as atividades de compensação dos setores de difícil descarbonização do ES.

Por fim, cabe destacar, que apesar do Crédito de Carbono ser um instrumento viável e atraente. Entretanto, é necessário destacar que se este instrumento for direcionado para captação de recursos por operações no mercado internacional ou fora do ES (venda de créditos), haverá o impacto do balanço de emissões domésticas, impactando a evolução dos esforços do Estado do ES rumo a neutralização das emissões. A comercialização de créditos deve ser adequadamente contabilizada, sendo que o crédito comercializado fora do ES não poderá ser contabilizado no balanço interno, para não haver dupla contagem. Desta forma, é importante balancear a captação de recursos externos com as metas de neutralização de emissões previstas neste Plano.

7.4. OPORTUNIDADES E DESAFIOS

Os capítulos anteriores delinearam quatro Políticas Estratégicas - Minimização das Emissões, Aumento da Eficiência, Mecanismos de Compensação de Emissões e Remoção e Captura de GEE - identificadas após um diagnóstico abrangente. Estas políticas são a base para as Diretrizes e Estratégias, agrupadas em quatro linhas temáticas, essenciais para alcançar a meta de neutralizar as emissões totais do Espírito Santo até 2050.

A implementação dessas estratégias de descarbonização está intrinsecamente ligada à captação de recursos. Recomenda-se seguir o modelo documentado em outros países, utilizando tanto capital privado quanto público para financiar essas iniciativas. Enquanto a obtenção de recursos se apresenta como um desafio potencial, a estrutura institucional do Estado do Espírito Santo pode, ao contrário, ser uma vantagem neste processo.

Instituições Financeiras Estatais

Diferente de grande parte de seus pares na Federação, o Estado do Espírito Santo possui o controle de 2 (duas) instituições financeiras, o Banestes, banco comercial, e o Bandes, banco de desenvolvimento.

Devido a sua natureza, os financiamentos bancários dedicados aos projetos de descarbonização são instrumentos que necessitam ter maior flexibilidade (*taylor-made*) em relação a sua estrutura, para que possa ser devidamente configurado para atender as necessidades de quem capta os recursos.

Neste cenário, estas instituições financeiras podem servir como veículos para a captação de recursos junto a instituições e fundos internacionais, tais como FMI, Banco Mundial, IFC

e outros, de forma a oferecer linhas de financiamentos adequadas, em prazo, volume e custos, para as ações de descarbonização previstas por este plano.

Fundo Soberano do ES - FUNSES

Criado em 2019, o FUNSES tem o objetivo de garantir uma gestão responsável e de longo prazo das receitas provenientes da exploração dos recursos de petróleo e gás natural do Estado, tendo basicamente duas funções: (i) promover o desenvolvimento econômico sustentável do Estado, por meio de uma política de investimentos estratégicos; e (ii) proteger a economia capixaba da volatilidade das receitas do petróleo e gás natural, servindo-se como reserva financeira e como plano de poupança de longo prazo.

Considerando as demonstrações contábeis²² do exercício de 2022 (SEFAZ, 2022), o FUNSES apresentou um patrimônio líquido de R\$ 1,114 bi, tendo a composição de ativos indicada na Tabela 6. Desde sua criação o FUNSES vem sendo capitalizado por meio de transferências intragovernamentais, em que estes recursos são provenientes dos repasses de *Royalties* da exploração de petróleo/gás natural e participações especiais. A Figura 29 apresenta o histórico de transferências governamentais ao FUNSES desde sua criação.

Tabela 6. Composição do Ativo do FUNSES em 2022. Fonte: Elaboração própria com dados de SEFAZ (2022).

Ativos	R\$ (milhões)	%
Caixa e Equivalentes Caixa	653,6	58,67%
Demais Créditos e Valores a LP	3,4	0,31%
Investimentos e Aplicações Temporárias a LP	457,0	41,02%
Ativo Total:	1.114,1	100,0%

Se considerada a continuidade de transferências ao nível da média anual de R\$ 244,5 Milhões observadas desde o seu início, pode-se estimar que o FUNSES atingirá um saldo de R\$ 2.252,5 bilhões em 2030. Isto representa um montante considerável em relação à

22

<https://fundosoberano.es.gov.br/Media/FUNSES/Relat%C3%B3rios/FUNSES%20Relat%C3%B3rio%20de%20Demonstra%C3%A7%C3%B5es%20Cont%C3%A1beis%20E2%80%93%20Exerc%C3%ADcio%202022.pdf>

estimativa inicial de recursos públicos necessários para apoiar as ações de descarbonização planejadas até 2030 (Seção 7.1). Desta forma, o FUNSES pode ser um instrumento bastante valioso na condução da política de descarbonização do estado, podendo contribuir significativamente para a criação e implementação de ações, políticas e mecanismos públicos voltados a estratégias de descarbonização.

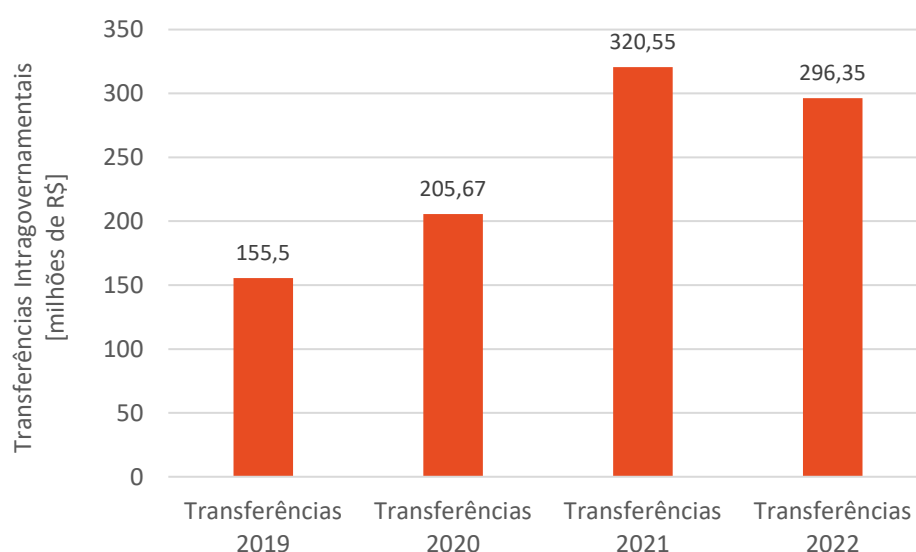


Figura 29. Histórico Transferências recebidas pelo FUNSES. Fonte: Elaboração própria com dados de SEFAZ (2022).

Elegibilidade dos Projetos:

Independente do instrumento a ser adotado para o financiamento, captação via bancos ou lançamentos de títulos verdes, obrigatoriamente, os projetos deverão atestar a sua identidade como “sustentáveis”, sendo necessária a ação de uma instituição credenciadora^a para emitir uma “*second opinion*” de forma a se tornarem elegíveis para os recursos disponíveis.

As credenciadoras são instituições especializadas (“*second opinion*”) que possuem a função de certificar os projetos vinculados às emissões e são compostas por corpo técnico com capacidade para tal tarefa. Será pela certificadora que haverá a elegibilidade dos projetos vinculados às emissões em ações voltadas às questões climáticas, ou, de forma mais ampla a agenda ESG.

Contudo, deve-se alertar que o problema em relação a elegibilidade não reside na obtenção do “selo” de projeto sustentável, mas no prazo de sua obtenção. Assim, adicionalmente ao período existente no processo cada instrumento, entre a solicitação e o recebimento dos recursos, deve-se incorporar o período para a obtenção da exigibilidade do projeto.

Uma sugestão para a solução deste problema, seria aparelhar e aperfeiçoar alguma instituição, repartição ou órgão da administração direta ou indireta do Estado, para assumir esta tarefa de emissão de “*second opinion*”.

Entretanto, esta possibilidade deve obedecer aos limites administrativos e legais, e legislação vigente, tal como a Lei Complementar No 1027 de 23/10/2022, de forma a evitar o conflito entre o poder de polícia e obrigações de um órgão público com a atividade de “Credenciadora”.



8

GOVERNANÇA

A governança de um plano de mitigação climática refere-se ao conjunto de estruturas e processos que guiam e supervisionam a implementação das estratégias para reduzir as emissões de GEE. A definição do mecanismo de governança é crucial para garantir que as metas e objetivos sejam alcançados de maneira eficaz e sustentável. A governança de um plano de descarbonização envolve várias atividades e princípios:

1. Liderança e Coordenação: Identificação de líderes e partes interessadas-chave que coordenam os esforços de descarbonização em diferentes setores e níveis de governo.
2. Participação das Partes Interessadas: Inclusão ativa de várias partes interessadas, como empresas, organizações da sociedade civil, comunidades locais e especialistas, no processo de planejamento e implementação do plano de descarbonização.
3. Políticas e Regulamentações: Desenvolvimento e implementação de políticas, regulamentações e incentivos que promovam a adoção de tecnologias de baixo carbono, energias renováveis e práticas sustentáveis.
4. Alocação de Recursos: Garantia de recursos financeiros, tecnológicos e humanos adequados para implementar as ações propostas no plano de ação climática.
5. Monitoramento e Avaliação: Estabelecimento de sistemas robustos de monitoramento para acompanhar o progresso em relação às metas de descarbonização, bem como avaliar a eficácia das estratégias e ajustá-las conforme necessário.
6. Transparência e Responsabilidade: Promoção da transparência nas ações realizadas, garantindo que as informações sobre o progresso sejam acessíveis ao

público. Além disso, estabelece mecanismos para responsabilizar as partes envolvidas no cumprimento de suas responsabilidades.

7. Educação e Sensibilização: Educação pública e sensibilização sobre as mudanças climáticas, suas consequências e a importância da ação climática, visando a mobilizar o apoio da comunidade para as iniciativas do plano.

A governança eficaz de um plano de descarbonização é fundamental para alcançar as metas climáticas e promover uma transição bem-sucedida para uma economia de baixo carbono. Envolve a colaboração entre governos, setor privado, organizações não-governamentais e comunidades, e requer uma abordagem integrada e de longo prazo para ser bem-sucedida.

Nesse contexto, o Estado do ES baseia a governança em duas principais estruturas: (i) o Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas e (ii) o Programa Capixaba de Mudanças Climáticas. O Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas foi criado pelo Decreto 4503/2019, tem como principais objetivos a mobilização e conscientização da sociedade capixaba a respeito das Mudanças Climáticas Globais, com a finalidade de subsidiar a elaboração e implementação de políticas públicas relacionadas ao tema, em articulação com iniciativas públicas ou privadas concernentes a esse objetivo. Além disso, o Fórum pretende promover a interação entre a sociedade civil e o poder público capixaba e a internalização do tema nas esferas de atuação dos atores sociais relevantes, tais como Secretarias de Estado, Autarquias e Fundações Estaduais e Municipais, Prefeituras, setores empresarial e acadêmico, sociedade civil organizada, e meio de comunicação social, incluindo uma composição paritária entre poder público e sociedade civil, essa representada pelo setor empresarial, terceiro setor e academia (Figura 30).

O Programa Capixaba de Mudanças Climáticas, criado pelo Decreto 5387/2023, tem o objetivo de coordenar e integrar ações e políticas públicas voltadas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas. O Programa Capixaba de Mudanças Climáticas é composto por uma Coordenação Geral, que é liderada pelo Governador do Estado do Espírito Santo, uma Coordenação Executiva sob responsabilidade do Secretário de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da SEAMA, e quatro Comitês Estratégicos. Os Comitês Estratégicos são formados pelas Secretarias de Estado, Autarquias estaduais e Empresas Públicas em áreas diretamente relacionadas à implementação das ações do Estado para Mitigação e Adaptação às mudanças Climáticas, possuindo a finalidade propor, monitorar desempenho e integrar as ações e políticas públicas voltadas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas no estado de forma mais efetiva e coordenada. São quatro Comitês Estratégicos, a saber: (i) Comitê Financeiro e Incentivos Tributários, (ii) Comitê de Desenvolvimento Regional, (iii) Comitê de Instrumentos Regulatórios e Meio Ambiente e (iv) Comitê Pesquisa & Desenvolvimento e Acesso à Rede, cuja composição é apresentada na Figura 31.

As políticas públicas e medidas governamentais ligadas ao Programa Capixaba de Mudanças Climáticas são focadas em 6 eixos de atuação (Figura 32), sendo de responsabilidade do Programa desde a elaboração, implementação e monitoramento ações para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas no Estado até o fomento a pesquisa, desenvolvimento e inovação em tecnologias sustentáveis.

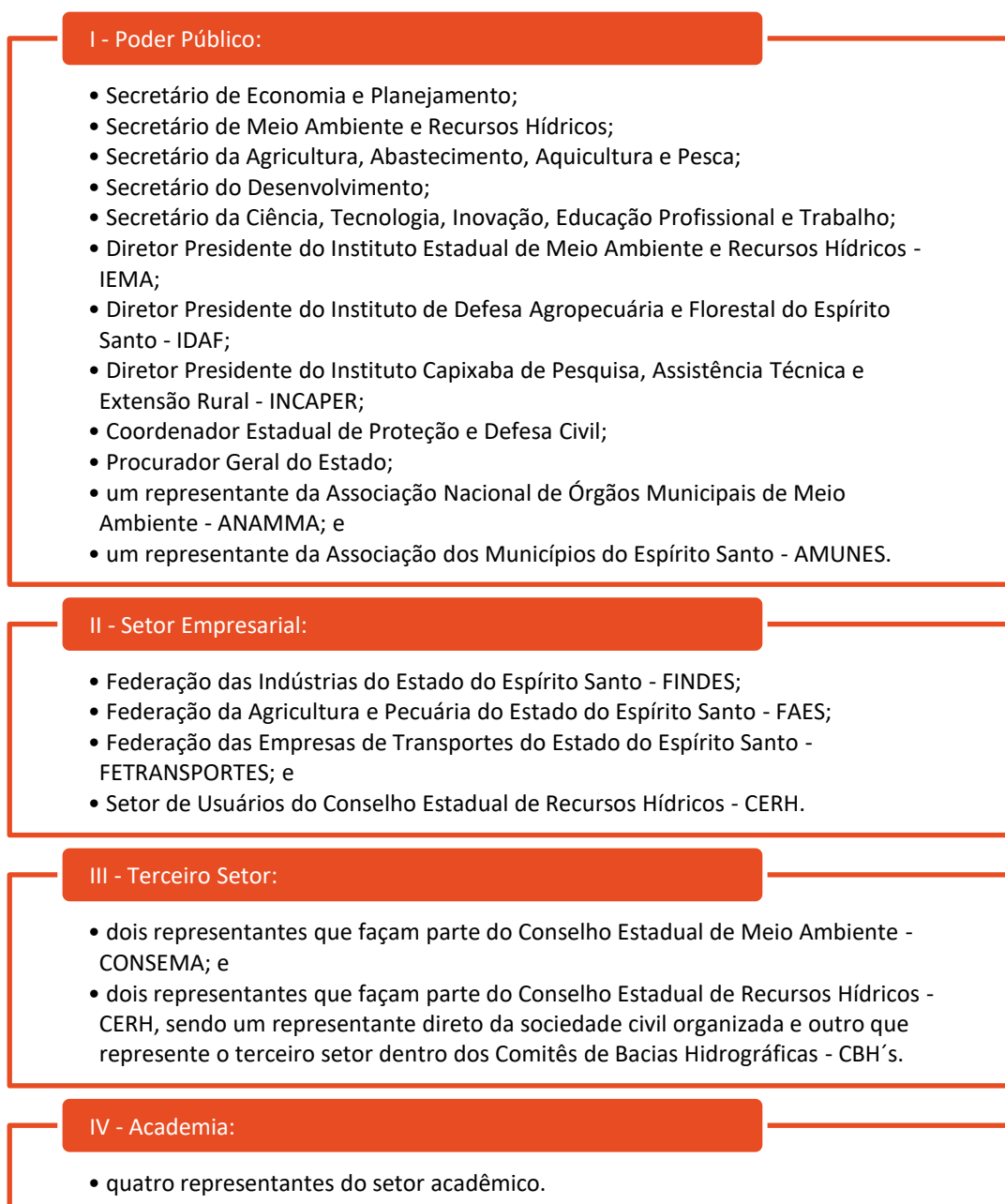


Figura 30. Composição do Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas.

I - Comitê Financeiro e Incentivos Tributários:

- Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEAMA;
- Secretaria de Economia e Planejamento - SEP;
- Secretaria de Estado de Desenvolvimento - SEDES;
- Secretaria de Estado da Fazenda - SEFAZ;
- Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo - BANDES;
- Banco do Estado do Espírito Santo - BANESTES.

II - Comitê Desenvolvimento Regional:

- Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEAMA;
- Secretaria de Estado de Desenvolvimento - SEDES;
- Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN;
- Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG;
- Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo - CBMES;
- Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura - SEMOBI;
- Secretaria de Estado do Governo - SEG;
- Secr. de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano - SEDURB;
- Secretaria de Trabalho, Assistência e Desenvolvimento Social - SETADES;
- Secretaria de Estado De Direitos Humanos - SEDH;
- Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura - SEMOBI;
- Companhia Espírito-santense de Saneamento - CESAN.

III - Comitê Instrumentos Regulatórios e Meio Ambiente:

- Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEAMA;
- Secretaria de Economia e Planejamento - SEP;
- Secretaria de Estado de Desenvolvimento - SEDES;
- Secretaria de Estado do Governo - SEG;
- Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA;
- Agência Estadual de Recursos Hídricos - AGERH;
- Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG;
- Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo - CBMES;
- Secretaria de Estado da Fazenda - SEFAZ;
- Departamento de Edificações e de Rodovias - DER;
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER;
- Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo - IDAF;
- Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo - ARSP;
- Secretaria de Gestão e Recursos Humanos - SEGER.

IV - Comitê Pesquisa & Desenvolvimento e Acesso à Rede:

- Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEAMA;
- Secretaria da Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação Profissional - SECTI;
- Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação - FAPES;
- Secretaria de Estado de Desenvolvimento - SEDES;
- Secretaria de Economia e Planejamento - SEP;
- Secretaria de Estado do Governo - SEG;
- Secretaria de Mobilidade e Infraestrutura - SEMOBI;
- Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo - ARSP.

Figura 31. Composição dos Comitês Estratégicos do Programa Capixaba de Mudanças Climáticas.



Figura 32. Eixos de atuação das políticas públicas e medidas governamentais previstas no Programa Capixaba de Mudanças Climáticas.

Esta estrutura de governança garante a participação das várias partes interessadas, como setores empresariais, organizações da sociedade civil, comunidades locais e especialistas, no processo de planejamento e implementação do plano de descarbonização. Tal participação é assegurada pela participação em 2 níveis de atuação, a saber: (i) inclusão no Fórum Capixaba de Mudanças Climáticas, que é uma instância de nível estratégico, e (ii) pela participação no processo de Monitoramento, Relato e Verificação (MRV) e Revisão e Melhoria Contínua, que serão descritos nas próximas seções.

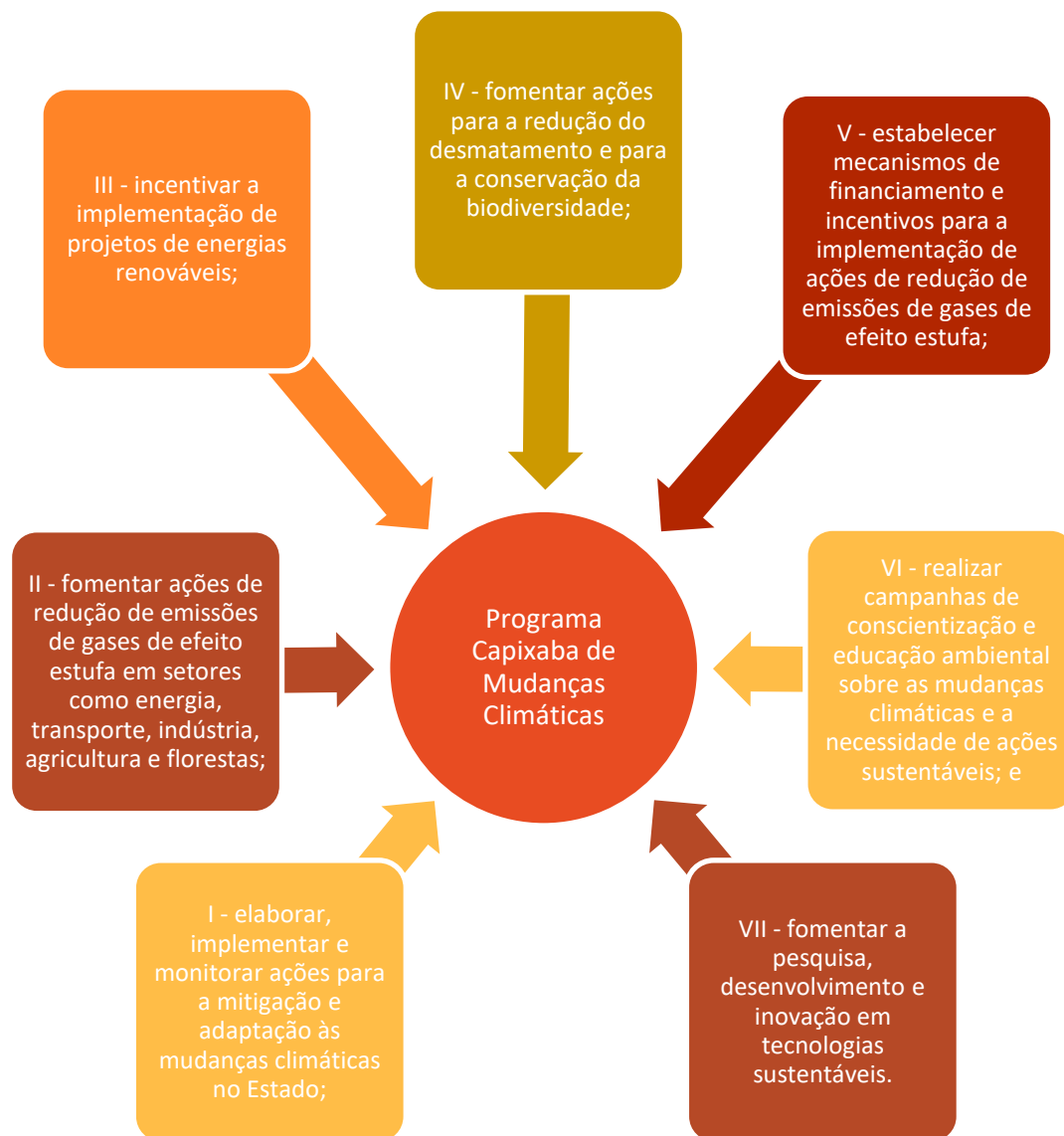


Figura 33. Competências do Programa Capixaba de Mudanças Climáticas prevista no Decreto 5387/2023.

8.1. MRV - MONITORAMENTO, RELATO E VERIFICAÇÃO

MRV é uma sigla que representa "Monitoramento, Relato e Verificação" (em inglês, Monitoring, Reporting, and Verification) e é uma abordagem fundamental para acompanhar e avaliar a implementação de atividades e metas em um plano de descarbonização. Trata-se de uma metodologia estabelecida pela Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima que auxilia no planejamento e estratégias de ações para a execução de um plano climático. Manual sobre Mensuração, Relato e Verificação

para Partes Países em Desenvolvimento (UNFCCC, 2014), disponível em <https://climat.be/doc/mrv-manual-pt-final.pdf>. O conceito de MRV é frequentemente usado em acordos e iniciativas internacionais relacionadas às mudanças climáticas, como o Acordo de Paris ou a campanha *Race-to-zero*²³, para garantir a transparência e responsabilidade no cumprimento das metas de redução de emissões de GEE (Figura 34).

Além de seguir as recomendações da UNFCCC (UNFCCC, 2014) e da campanha *Race-to-zero*, a implementação eficaz do MRV em um plano de descarbonização ajuda a assegurar a confiança entre as partes envolvidas, incentiva a prestação de contas e fornece uma base sólida para ajustar as estratégias e políticas conforme necessário para atingir as metas de redução de emissões. Desta forma, o desempenho e eficácia das estratégias previstas deverá ser acompanhado pelo componente de MRV, subsidiando sucessivas revisões.

Neste contexto caberá à SEAMA, como coordenadora do Programa de Estadual de Mudanças Climáticas, a operacionalização de um plano de MRV contemplando as diretrizes Manual sobre Mensuração, Relato e Verificação para Partes Países em Desenvolvimento (UNFCCC, 2014). O Plano de MRV deverá contemplar:

1. Atualização periódica do Inventário de Emissões de GEE do ES, baseado nas metodologias do IPCC;
2. Monitoramento dos indicadores de evolução de cada uma das estratégias descritas nas seções anteriores;
3. Procedimentos de Relato: Desenvolvimento de modelos de relatórios padronizados que detalham as atividades realizadas, as emissões de GEE, a eficácia das estratégias de mitigação e outras informações relevantes.
4. Verificação e Auditoria: Planos detalhados para a verificação independente dos dados e relatórios. Isso pode incluir auditorias internas e/ou externas conduzidas por especialistas.
5. Transparência e Publicidade: Estratégias para tornar os dados e relatórios disponíveis ao público para garantir transparência. Isso pode envolver a publicação online ou em relatórios anuais acessíveis ao público.
6. Treinamento e Capacitação: Programas de treinamento para garantir que as equipes envolvidas estejam qualificadas para coletar, relatar e verificar dados de maneira precisa e consistente.

²³ Após a aderir ao programa *Race-to-zero*, os participantes devem construir um sistema MRV para acompanhar suas estratégias de redução de emissões. Fonte: <https://www.theclimategroup.org/sites/default/files/2022-08/How%20to%20join%20Race%20to%20Zero%20-%20August%202022.pdf>

7. Revisão e Melhoria Contínua: Procedimentos para revisão regular do plano de MRV para identificar áreas de melhoria e garantir que ele permaneça relevante e eficaz ao longo do tempo.

Um plano de MRV bem elaborado é fundamental para a precisão e a confiabilidade nas atividades de mitigação de emissões de GEE, além de servir como base para o acompanhamento e revisões do Plano de descarbonização ao longo do tempo.

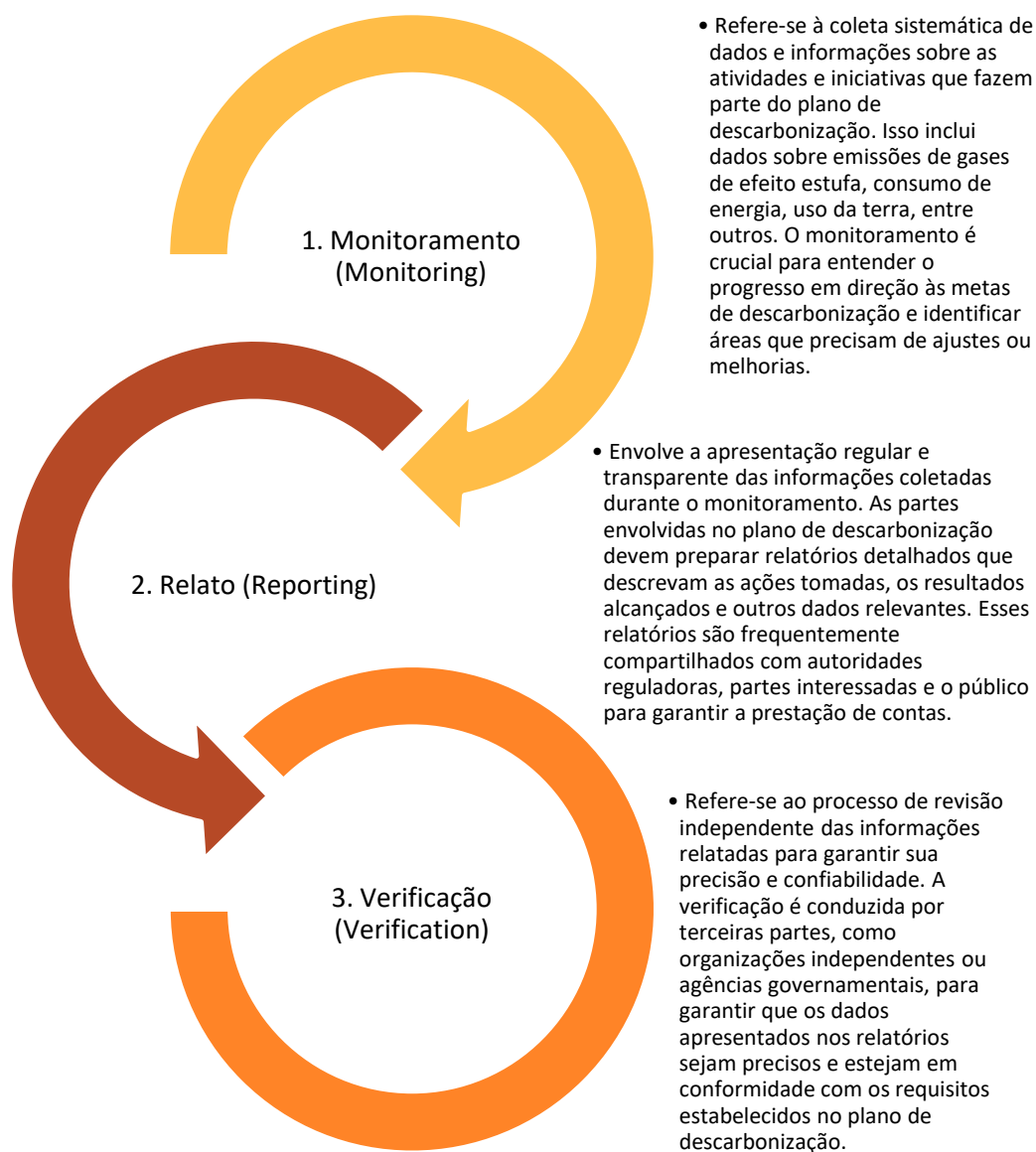


Figura 34. Elementos principais do MRV de um Plano de Descarbonização.

8.2. REVISÃO E MELHORIA CONTÍNUA

As revisões periódicas em um plano de descarbonização são cruciais para garantir a eficácia, a adaptabilidade e a relevância contínua das estratégias adotadas. Tais revisões permitem avaliar o progresso em relação às metas de descarbonização estabelecidas. Isso ajuda a determinar se a organização está no caminho certo para atingir seus objetivos a longo prazo. Ao revisar o plano regularmente, é possível identificar desafios e obstáculos que podem estar dificultando a implementação eficaz das estratégias de descarbonização. Essa identificação precoce permite ajustes para superar esses desafios.

Além disso, as condições externas, como políticas governamentais, tecnologias disponíveis e a economia, estão em constante mudança. Revisões periódicas permitem ajustar o plano para se adaptar a essas mudanças e aproveitar novas oportunidades. Algumas medidas de descarbonização podem não ter o impacto esperado. Revisões periódicas permitem analisar a eficiência de cada medida, ajudando a concentrar os recursos nas iniciativas mais eficazes. Revisões periódicas oferecem uma oportunidade para envolver partes interessadas, como funcionários, acionistas e comunidades locais. Esse envolvimento pode fornecer feedback valioso e apoio para as iniciativas de descarbonização. Em um mundo em rápida mudança, os planos de descarbonização precisam ser dinâmicos. A revisão periódica ajuda a garantir que o plano permaneça relevante e eficaz ao longo do tempo.

Por se tratar de um plano de longo prazo, as revisões regulares permitem incorporar inovações tecnológicas recentes que podem tornar as estratégias de descarbonização mais eficientes e acessíveis e revisar as metas originalmente propostas com base nas transformações tecnológicas e conjuntura externa.

Nesse contexto, um dos quesitos fundamentais para a construção do Plano é a definição de revisões periódicas, que devem acontecer em 2 níveis.

- A cada 2 anos o Plano deve passar por uma revisão **Nível 1**, que deve contemplar uma análise da efetividade das estratégias, projetos e ações propostas, com base em metas e indicadores. Além das metas e indicadores é importante acompanhar as tendências tecnológicas e econômicas, visto que alterações na conjuntura externa podem requerer alterações nos projetos e ações propostas. Esta análise deve propor correções das ações propostas ou novas ações para garantir o cumprimento das estratégias. É necessário avaliar se as ações estão sendo suficientes para vencer as barreiras identificadas e/ou se existem novas barreiras não identificadas na etapa anterior. A revisão deve, obrigatoriamente, incluir a visão e participação dos stakeholders em sua elaboração, permitindo o acompanhamento e validação dos setores envolvidos nas transformações propostas. Desta forma, a atuação dos membros do Grupo de Sustentação torna-

se de extrema importância durante a análise do cumprimento de metas, tendências tecnológicas e econômicas e revisão das ações propostas.

- A cada 5 anos o Plano deve passar uma revisão completa de estrutura, chamada de revisão **Nível 2**. Esta revisão deve, além de analisar a efetividade das estratégias, projetos e ações propostas (com base em metas e indicadores), também discutir se as políticas estratégicas, diretrizes e estratégias propostas continuam sendo válidas, no contexto das modificações tecnológicas e econômicas. Ao longo do intervalo de 5 anos, novas tecnologias podem ter surgido ou se mostrado mais promissoras, ou o contexto Estadual/Nacional/Mundial pode ter sido alterado, gerando novos requisitos ou oportunidades. Analogamente à revisão Nível 1, a revisão Nível 2 deve, obrigatoriamente, incluir a visão e participação dos stakeholders em sua elaboração, permitindo o acompanhamento e validação dos setores envolvidos nas transformações propostas.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESPÍRITO SANTO – ASRP-ES, BALANÇO ENERGÉTICO DO ESTADO DE ESPÍRITO SANTO BEES 2022 - ANO BASE 2021, 2022, <https://arsp.es.gov.br/Media/arsi/Energia/Boletins/Balan%C3%A7o%20Energ%C3%A9tico/BEES2022-Base2021.pdf>, Acesso em: 02 de novembro de 2023.

BNDES, 2022. BNDES Blended Finance. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/desenvolvimento-sustentavel/parcerias/blended-finance>. Acesso em: 13 oct. 2023.

CLIMATE BONDS INITIATIVE, Oportunidade de financiamento sustentável para infraestrutura subnacional brasileira, 2021. Disponível em: <https://www.climatebonds.net/2021/09/oportunidade-de-financiamento-sustent%C3%A1vel-para-infraestrutura-subnacional-brasileira>. Acesso em: 14 oct. 2023.

CLIMATE CHANGE COMMITTEE, 2019, CCC Resource Cost Estimates, disponível em: <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2019/07/Net-Zero-costs-dataset.xlsx>

CONVERGENCE. BLENDED FINANCE. Disponível em: <https://www.convergence.finance/blended-finance>. Acesso em: 13 oct. 2023.

ENVIRONMENTAL DEFENSE FUND, Marginal Abatement Cost Curves for U.S. Net-Zero Energy Systems, 2021. disponível em: https://www.edf.org/sites/default/files/documents/MACC_2.0%20report_Evolved_EDF.pdf

GOVERNO DO ESTADO DO ES. Lei 11.509 – Lei Orçamentária do Estado – LOA. Diário Oficial. Vitória, 12 de janeiro de 2022.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, GIZ, KfW e MMA, 2020. Pagamento por Serviços Ambientais para Reservas Particulares do Patrimônio Natural. Disponível em: https://cooperacaobrasil-alemanha.com/Mata_Atlantica/PSA_Parana.pdf. Acesso em: 12 oct. 2023.

INSTITUTO ETHOS; WWF-BRASIL. FINANCIAMENTO CLIMÁTICO PARA ADAPTAÇÃO NO BRASIL: MAPEAMENTO DE FUNDOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS. São Paulo, setembro de 2017.

IPCC - INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2022, Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_TechnicalSummary.pdf

- IPCC - INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. , CLIMATE CHANGE 2023: SYNTHESIS REPORT , 2023, disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- IPCC- INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006, disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- Johnsson, et al., Marginal Abatement Cost Curve of Industrial CO2 Capture and Storage – A Swedish Case Study, Front. Energy Res., 11 August 2020, Sec. Sustainable Energy Systems, Volume 8 – 2020, doi.org/10.3389/fenrg.2020.00175.
- MCKINSEY & CO, 2009. Caminhos Para Uma Economia de Baixa Emissão de Carbono no Brasil. McKinsey & Company, 47p. Disponível em: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/40/040/40040568.pdf
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES - MCTI, RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE NECESSIDADES TECNOLÓGICAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS DE AÇÃO CLIMÁTICA NO BRASIL: MITIGAÇÃO, Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2021, ISBN: 978-65-87432-15-1, disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/clima/arquivos/avaliacao-das-necessidades-tecnologicas-para-implementacao-de-planos-de-acao-climatica-no-brasil/relatorio-de-avaliacao-de-necessidades-tecnologicas-para-implementacao-de-planos-de-acao-climatica-no-brasil-mitigacao.pdf>
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2022. REDD+ na UNFCCC. Disponível em: <http://redd.mma.gov.br/pt/redd-unfccc>. Acesso em: 12 oct. 2023.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2023. MMA retoma Comissão Nacional para REDD+, Disponível em: <http://redd.mma.gov.br/pt/component/content/article?id=1090>. Acesso em: 12 oct. 2023.
- MURASAWA, L.; LIMA; G. R.; FARES, L. R.; WILLS, W.; BATISTA, A. K.; WEHB, O. M. Políticas públicas e financiamento climático no Brasil: estudo de subsídios para EFS a respeito de financiamento de ação climática. 2021.
- NINT, Base de dados de operações temáticas brasileiras, 2023, Disponível em: bit.ly/base-de-dados-operacoes-tematicas. Acesso em: 14 oct. 2023.
- PERNAMBUCO, Plano de Descarbonização de Pernambuco, Março de 2022, disponível em: https://semas.pe.gov.br/wp-content/uploads/2022/03/2022_03_16_GIZ_plano_descarbonizacao_pernambuco-v6_reduzido.pdf.

PROGRAMA DE POLÍTICAS SOBRE MUDANÇAS CLIMATICAS (PoMuC). Financiamento para Mitigação Climática – Alternativas para Financiamento de Planos de Ação Climática Estaduais. Brasília, junho de 2023.

RAGAZZO, Carlo; STELITANO, Amanda; CATALDO, Bruna. O QUÊ SÃO FINANÇAS VERDES? E POR QUÊ O SISTEMA FINANCEIRO PARTICIPA DO DEBATE SUSTENTÁVEL? Instituto Propague. São Paulo, junho de 2022.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano de Ação Climática Net Zero 2050. Versão: Dezembro, 2022.

SEFAZ - Secretaria da Fazenda do Estado do Espírito Santo, FUNDO SOBERANO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO: DEMONSTRAÇÕES CONTÁBEIS 2º Semestre 2022. 2022, Disponível em: <https://fundosoberano.es.gov.br/Media/FUNSES/Relat%C3%B3rios/FUNSES%20Relat%C3%B3rio%20de%20Demonstra%C3%A7%C3%B5es%20Cont%C3%A1beis%20E2%80%93%20Exerc%C3%ADcio%202022.pdf>. Acesso em: 12 oct. 2023.

UNFCCC, Manual sobre mensuração, relato e verificação para as partes países em desenvolvimento, 2014, disponível em: <https://climat.be/doc/mrv-manual-pt-final.pdf>

World Bank Group, Brazil Low-carbon Country Case Study, 2010, disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/36/2014/10/brazil_lowcarbonstudy.pdf



ANEXOS

ANEXO I

Estimativa de custo de implementação

A estimativa do custo de implementação do Plano de Descarbonização e Neutralização das Emissões de GEE foi realizada com base no Custo Marginal de Abatimento (MAC - *Marginal Abatement Cost*) em US\$/tCO₂e. O MAC é composto pela somatória dos custos associados à implementação de medidas de mitigação para reduzir as emissões de gases de efeito estufa ou outras fontes poluentes. Esses custos podem variar dependendo da natureza da medida de mitigação, do setor em questão e do contexto específico, tais como:

- **Investimento em Tecnologia:** Os custos de aquisição e instalação de tecnologias ou equipamentos necessários para reduzir as emissões. Isso pode incluir, por exemplo, a compra e instalação de sistemas de energia renovável, tecnologias de captura e armazenamento de carbono, entre outros.
- **Operação e Manutenção:** Os custos contínuos associados à operação e manutenção de sistemas e tecnologias de mitigação. Isso inclui despesas com manutenção regular, reparos e a operação eficiente dos equipamentos ao longo do tempo.
- **Custo de Combustível ou Matéria-Prima:** Em alguns casos, medidas de mitigação podem envolver a mudança para fontes de energia mais limpas, o que pode ter custos associados, como o custo de combustíveis alternativos ou matérias-primas.

É importante destacar que o MAC é uma métrica dinâmica e pode variar ao longo do tempo, especialmente à medida que a tecnologia avança, a escala de implementação aumenta e as condições do mercado se modificam.

O Custo Marginal de Abatimento (MAC) pode ser negativo em situações em que a implementação de uma determinada medida de mitigação não apenas reduz as emissões, mas também gera benefícios adicionais que superam os custos associados. Isso é conhecido como um "custo de abatimento negativo", podendo estar relacionado a co-benefícios econômicos (por exemplo, a implementação de tecnologias de eficiência energética em edifícios pode reduzir os custos operacionais, resultando em economias financeiras que superam os custos iniciais de implementação), geração de receitas (por exemplo, a produção de energia renovável pode resultar em vendas de eletricidade que compensam ou excedem os custos de implementação) ou outros.

Neste documento, o MAC de cada estratégia proposta foi estimado com base nos dados de MAC apresentados nos relatórios "CAMINHOS PARA UMA ECONOMIA DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO NO BRASIL" (McKinsey&Company, 2009) e "*Brazil Low-carbon Country Case Study*" elaborado pelo Banco Mundial (World Bank, 2010). Para as estratégias com custo

médio de mitigação não indicados nestes documentos, foram empregados dados de EDF(2021), *Climate Change Committee* (2019) e Johnsson et al. (2020).

A Tabela A1 apresenta os valores de MAC e custo estimado acumulados até 2030 e entre 2030 e 2050 para cada uma das estratégias propostas que contribuiu para a taxa total de mitigações do ES. É importante destacar que as estimativas de custo médio de mitigação (USD/tCO₂e) utilizadas representam projeções para 2030. O emprego desta metodologia para estimar custos além de 2030 pode resultar em valores significativamente superestimados e imprecisos, uma vez os custos de implementação das tecnologias devem diminuir com o tempo. Desta forma, é importante interpretar os resultados com cautela devido às limitações inerentes aos valores de Custo Marginal de Abatimento (MAC), particularmente, as restrições relacionadas à natureza dinâmica dos custos, sobretudo em setores de rápido avanço, como a energia renovável, podem influenciar a precisão das projeções.

Tabela A1. Valores de MAC e custo estimado acumulados até 2030 e entre 2030 e 2050 para cada uma das estratégias propostas que contribuiu para a taxa total de mitigações do ES.

	Meta [MtCO ₂ e/ano]			MAC	Ref.	Custo acumulado	
	2030	2040	2050			até 2030	2030 a 2050
				Milhões de USD			
Energia & Indústria							
EI1.2. Fomentar energia solar	0,358	0,594	1,189	31,00	[1]	44,39	710,10
EI1.4. Aproveitamento do potencial de hidroeletricidade	0,226	0,281	0,321	-10,90	[2]	-9,85	-115,99
EI1.5. Estimular a aquisição de energia elétrica de fontes renováveis no mercado livre de energia*	0,404	0,785	1,492	-9,70	[2]	-15,68	-276,00
EI2.1. Fomentar produção de H ₂	0,798	1,154	5,41	133,00	[1]	424,54	8.459,07
EI2.2. Emprego de biomassa/biocombustíveis na indústria	0,454	0,454	2,7	21,00	[2]	38,13	650,31
EI2.3. Gás natural como combustível de transição para combustíveis renováveis	0,55	0,55	0,55	49,00	[3]	107,80	1.104,95
EI4.1.2 Promoção de economia circular na indústria*	0,54	0,54	0,54	4,00	[2]	8,64	88,56
EI5.1. Programas de incentivo à eficiência de edificações e ambientes urbanos	0,195	0,369	0,473	-100,00	[2]	-77,80	-1.650,59
EI7.1. Estimular pesquisa, desenvolvimento e utilização de processos de CCUS**	0	4	10	50,40	[4]	-	5.896,80
Subtotal						520,18	14.867,21
AFOLU							
Implantação de sistema silvipastoril em áreas de pastagem degradada	0,008	0,936	1,872	8,44	[2]	0,27	210,70
Implantação de novas áreas de ILPF	0,03	0,061	0,091	21,80	[2]	2,61	44,60

Recuperação de pastagem degradada	2,057	3,982	5,906	10,10	[2]	83,13	1.367,02
Adoção do uso de fertilizantes organominerais ***	0,139	0,332	0,525	2,00	[2]	1,12	21,67
Erradicação o desmatamento da Mata Atlântica	3,37	3,37	3,37	1,37	[2]	18,49	189,48
Adoção de man. pastagem, terminação intensiva de bovinos, confinamento, dieta animal e melhor. genético animal	0,228	0,493	0,780	31,80	[2]	28,97	524,34
Ampliação da área com projetos de restauração da Mata Atlântica	0,122	0,244	0,366	39,00	[3]	19,03	321,17
Estabelecimento de novas áreas com florestas (nativas/comerciais) e SAFs (PRAVALER)	0,122	0,244	1,104	39,00	[3]	19,03	479,47
Ampliação da área com projetos de restauração da Mata Atlântica por meio de gratificação (REFLORESTAR)	0,122	0,244	0,366	39,00	[3]	19,03	321,17
Subtotal						191,69	3.479,60
Resíduos****				15,00	[3]	-33,22	-349,94
RE1.1 Ampliar coleta e queima ativa de biogás em aterros sanitários	0,47	0,21	0,45	-	-	-	-
RE2.1 Ampliar destinação de resíduos verdes de RLU para compostagem	0,004	0,002	0,002	-	-	-	-
RE2.2 Ampliar destinação da fração orgânica de RAA para compostagem, biochar ou metanização	0,002	0,002	0,002	-	-	-	-
RE2.3 Ampliar destinação de lodos de ETE provenientes de RSPS para compostagem, biochar ou metanização	0,002	0,002	0,002	-	-	-	-
RE3.1 Ampliar a implantação de sistemas de coleta e queima de biogás em ETEs anaeróbias	0,024	0,085	0,163	-	-	-	-
RE4.1 Fomentar a ampliação de aproveitamento energético de biogás em aterros	0,008	0,043	0,077	-	-	-	-
RE5.1 Incentivo a sistemas ecoeficientes para tratamento de esgotos	0,044	0,128	0,201	-	-	-	-
Subtotal						-33,22	-349,94
Transportes							
TR1.1 Incentivos à utilização de etanol pelos veículos leves	0,368	0,11	0,113	-8,00	[3]	-11,78	-77,49
TR1.2 Fomento ao uso de combustíveis alternativos por veículos pesados.	0,158	0,515	0,65	54,70	[2]	34,57	805,05
TR1.3 Fomento ao uso de combustíveis alternativos por veículos de transporte coletivo de passageiros	0,004	0,015	0,016	54,70	[2]	875,20	21,91
TR2.1. Eletrificação dos veículos do transporte coletivo de passageiros urbanos	0,001	0,014	0,014	237,60	[5]	0,95	74,61
TR2.2. Eletrificação de veículos leves (Full Eletric ou Híbrido)	0,233	1,049	1,281	90,50	[2]	84,35	2.530,83
TR3.1. Aumento de eficiência do sistema de transportes	0,426	0,424	0,215	112,00	[2]	190,85	1.822,74
TR3.2. Incentivar o uso do transporte público coletivo de passageiros	0,069	0,059	0,107	112,00	[2]	30,91	322,90
Subtotal						330,73	5.500,54

Total geral (em milhões de USD)	1.009,37	23.497,41
Total geral (em milhões de R\$)	4.935,81	114.902,32
Custo médio anual		
Custo médio anual (em milhões de R\$)	745,21	5.676,98
Custo médio anual em % do PIB estadual	0,36%	2,15%

* Uma vez que as reduções do setor industrial estão majoritariamente focadas no setor siderúrgico, foi utilizado o MAC de referência do setor siderúrgico indicado por McKinsey&Co (2009).

** Uma vez que as reduções do setor industrial estão majoritariamente focadas no setor siderúrgico, foi utilizado o MAC de referência para CCS retrofit (mais conservador) do setor siderúrgico indicado por McKinsey&Co (2009).

*** Na ausência de dados específicos para a estratégia, foi selecionado o MAC médio das iniciativas no setor agrícola indicado por McKinsey&Co (2009).

**** Valor médio do setor.

[1] EDF (2021).

[2] McKinsey&Co (2009).

[3] World Bank (2010).

[4] Johnsson et al (2020).

[5] Climate Change Committee (2019).

ANEXO II

Linhas de Financiamentos

#	IF	Linha	Objetivo	Itens
1	BNDES		Financiamento de longo prazo para implantação, ampliação, recuperação ou modernização	Financiadas a aquisição de máquinas e equipamentos novos, obras, montagem e instalações e capital de giro associado, entre outros itens.
2	BNDES	BNDES Finame - Baixo Carbono	Financiamento para aquisição e comercialização de sistemas de geração de energia	Sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa
3	BNDES	Finem – Meio-Ambiente-Eficiência Energética	Soluções financeiras voltadas para a redução de consumo de energia nas empresas, melhoria da eficiência do sistema energético nacional e redução de emissões de gases do efeito estufa.	Apoio a empreendimentos que reduzam o consumo de energia de edificações, processos produtivos, usinas, redes elétricas, iluminação pública, e/ou aumentem a eficiência do sistema energético nacional (exclusive setor sucroenergético).
4	BNDES	Finem – Meio-Ambiente-Planejamento e Gestão	Soluções financeiras voltadas para a redução de consumo de energia nas empresas, melhoria da eficiência do sistema energético nacional e redução de emissões de gases do efeito estufa.	Apoio a projetos voltados a gestão, capacitação, implantação de sistemas, estudos e certificações que aumentem a capacidade das empresas para: reduzir e mitigar riscos socioambientais; otimizar a utilização dos recursos empregados na mitigação do descarte de resíduos alinhados aos preceitos da economia circular; ou, ainda, implantar novos modelos de negócio baseados em economia circular.
5	BNDES	Finem – Meio-Ambiente-Redução do Uso de Recursos Naturais e Materiais	Soluções financeiras voltadas para a redução de consumo de energia nas empresas, melhoria da eficiência do sistema energético nacional e redução de emissões de gases do efeito estufa.	Financiamento a empreendimentos que promovam a ecoeficiência, utilizem insumos provenientes de fontes recicladas ou renováveis (exclusive cana-de-açúcar), ou voltados à produção e/ou utilização de Biogás,

			Biometano, Hidrogênio de Baixo Carbono, armazenamento de energia e produção nacional de fertilizantes minerais e orgânicos.
6	BNDES	Finem – Meio-Ambiente-Recuperação de Passivos Ambientais	Soluções financeiras voltadas para a redução de consumo de energia nas empresas, melhoria da eficiência do sistema energético nacional e redução de emissões de gases do efeito estufa.
7	BNDES	Finem – Meio-Ambiente-Recuperação e Conservação de Ecossistemas e Biodiversidade	Soluções financeiras voltadas para a redução de consumo de energia nas empresas, melhoria da eficiência do sistema energético nacional e redução de emissões de gases do efeito estufa.
8	BNDES	Finem – Meio-Ambiente	Soluções financeiras voltadas para a redução de consumo de energia nas empresas, melhoria da eficiência do sistema energético nacional e redução de emissões de gases do efeito estufa.
9	BNDES	Finem – Meio-Ambiente – Ônibus e Caminhões com Tecnologia de tração de baixo carbono e equipamentos de maior eficiência energética e/ou redução de emissões de carbono	Soluções financeiras voltadas para a redução de consumo de energia nas empresas, melhoria da eficiência do sistema energético nacional e redução de emissões de gases do efeito estufa.
10	BNDES	Finem – Meio-Ambiente – Geração de Energia	Soluções financeiras voltadas para a redução de consumo de energia nas empresas, melhoria da eficiência do sistema energético nacional e redução de emissões de gases do efeito estufa.
			Financiamento a empreendimentos que recuperam áreas degradadas, mineradas ou contaminadas.
			Financiamento a empreendimentos que restaurem áreas em biomas brasileiros, recuperem e conservem ecossistemas florestais e biodiversidade, ou que promovam seu manejo sustentável e adequado à legislação.
			Financiamento a investimentos em sustentabilidade
			Financiamento para aquisição e produção de ônibus e caminhões, elétricos, híbridos, outros modelos com tração elétrica ou a gás natural ou biometano; e demais máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para redução da emissão de gases de efeito estufa.
			Financiamento para expansão e modernização da infraestrutura de geração de energia a partir de fontes renováveis e termelétricas a gás natural no País.

11	Bandes	BNDES Solar (Programa de Info Energética Solar)	Projeto Eficiência Energética	Desde obras, instalações, serviços e aquisição de equipamentos, componentes e sistemas geradores fotovoltaicos
12	Bandes	BNDES Investimento Fixo	Apoiar iniciativas para implantação, ampliação, expansão, realocização, modernização, diversificação, desenvolvimento tecnológico e gerencial, formalização, racionalização e controle ambiental, bem como o capital de giro associado.	Aquisição de bens de informática e automação, Certificação de empresas, Controle e preservação ambiental, Estudos e projetos, Fretes e seguros, Máquinas e equipamentos, Móveis e utensílios, Obras civis e Instalações, Outros.
13	Banco do Brasil	Proger Urbano Empresarial	Financie a reforma, a modernização e a aquisição de bens sustentáveis para sua empresa, em condições atrativas.	Financiar máquinas e equipamentos que contribuam para o uso racional de energia e água, módulos solares, banco de baterias, medidores, sistema de reuso e tratamento de água, despesas com elaboração de projetos, prestação de assessoramento gerencial e mão-de-obra para instalação, além de reformas e adaptação em edificações.
14	Banco do Brasil	BB Financiamento Pessoa Jurídica	financiar a aquisição isolada de bens de capital novos, de fabricação nacional ou nacionalizados.	Máquinas e equipamentos (inclusive os de informática). Veículos: de passeio, utilitários, camionetas, de transporte e de cargas. Aeronaves e embarcações. Móveis. Equipamentos para geração de energia renovável (economia verde).
15	Banco do Brasil	BB Crédito Imobiliário - Financiamento à Produção PJ	Financie a construção de empreendimentos residenciais ou comerciais	Construção de empreendimentos residenciais ou comerciais, localizados em área urbana e destinados à comercialização, nos âmbitos do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE) e Sistema de Financiamento Imobiliário (SFI).
16	Banestes	Crédito Verde	Estimulamos os investimentos em empresas e residências na utilização de fontes renováveis de energia	Estimulamos os investimentos em empresas e residências na utilização de fontes renováveis de energia

17	CEF – Caixa Econômica Federal	Financiamento ESG Ecoeficiência	Financia a aquisição de equipamentos voltados a geração de energia e tratamentos de resíduos.	Financia sistemas de mini e micro-geração de energia por fontes renováveis, sistema de aquecimento solar de água, tratamento de resíduos sólidos e ou efluentes líquidos, reciclagem de resíduos eficiência energética e outros.
18	Santander	CDC Agro Socioambiental	Financia Máquinas e Equipamentos que contribuam para uma produção mais sustentável em propriedades rurais.	Máquinas e Equipamentos
19	Bradesco	CDC Energia Fotovoltaica	Financia a compra e instalação de equipamentos geradores de energia solar.	Equipamentos geradores de energia solar

ANEXO III

Matriz Diretriz x Linhas de Financiamentos

Área	Diretriz	BNDES										Bandes	Banco do Brasil	Banestes																		
		BNDES Finem (Financiamento a empreendimentos)	BNDES Finame - Baixo Carbono		Finem – Meio-Ambiente-Eficiência Energética		Finem – Meio-Ambiente-Planejamento e Gestão		Finem – Meio-Ambiente-Redução do Uso de Recursos Naturais e		Finem – Meio-Ambiente-Recuperação de Passivos Ambientais		Finem – Meio-Ambiente-Recuperação e Conservação de		Finem – Meio-Ambiente		Finem – Meio-Ambiente – Ônibus e Caminhões com Tecnologia		Finem – Meio-Ambiente – Geração de Energia		BNDES Solar (Programa de Info Energética Solar)		BNDES Investimento Fixo		Proger Urbano Empresarial		BB Financiamento Pessoa Jurídica		BB Crédito Imobiliário - Financiamento à Produção PJ		Crédito Verde	
Energia & Indústria	Geração de eletricidade com fontes renováveis e maximiz, de potencial	1	1										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
	Emprego de biocombustíveis e novos combustíveis			1		1						1	1																	4		
	Ecossistema de Negócios e Infraestrutura para Energias Renováveis		1											1																2		

	Indústria de baixo carbono		1									1					2
	Edificações de baixo carbono		1														1
	Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE				1												1
	Desenvolvimento da captura, transporte, utilização e armazen. de CO2			1		1				1			1				4
Transportes	Biocombustíveis		1			1				1	1		1				5
	Eletrificação		1	1	1						1		1				5
	Mobilidade urbana de baixo carbono		1	1						1			1				4
	Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE				1	1											2
AFOLU	Descarbonização pelo uso da terra					1	1	1	1								4
	Promoção de melhor aproveitamento do uso da terra					1	1	1	1								4
	Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE		1	1													2
	Remoção de GEE da atmosfera		1	1									1				3
	Gratificação por manutenção de estoque carbono		1		1												2
Resíduos	Controle de perdas em aterros sanitários		1		1												2
	Desvios de orgânicos em aterros sanitários		1		1	1	1										4
	ETEs com aproveitamento energético			1		1					1		1				4
	Produção de energia em aterros sanitários		1								1		1				3
	Eficiência energética de ETE			1	1												2
	Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE				1												1

ANEXO IV

	Energia & Indústria							Transportes				AFOLU					Resíduos					
	EI1. Geração de eletricidade com fontes limpas e maximização de potencial	EI2. Emprego de biocombustíveis e novos combustíveis	EI3. Ecosistema de negócios e infraestrutura para energias renováveis	EI4. Indústria de baixo carbono	EI5. Edificações de baixo carbono	EI6. Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE	EI7. Desenvolvimento da captura, utilização e armazenamento de CO2	TR1. Combustíveis alternativos	TR2. Eletrificação	TR3. Mobilidade urbana de baixo carbono	TR4. Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE	AF1. Descarbonização pelo uso da terra	AF2. Promoção de melhor aproveitamento do uso da terra	AF3. Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE	AF4. Remoção de GEE da atmosfera	AF5. Gratificação por manutenção de estoque de carbono	RE1. Controle de perdas em aterros sanitários	RE2. Desvios de orgânicos em aterros sanitários	RE3. ETE com aproveitamento energético	RE4. Produção de energia em aterros sanitários	RE5. Eficiência ambiental de ETEs	RE6. Estímulo a medidas de compensação de emissões de GEE
Lista de Programas e Valores envolvidos com diretrizes de descarbonização																						

a) Atribuição de Valores entre Programas e Diretrizes:

#	Cod	Índice	Programas	Valor	%																						
25	5	22202.0035.1045	ES MAIS SUSTENTÁVEL: AMPLIAÇÃO E ADEQUAÇÃO DA ESTRUTURA FÍSICA DA JCEES	1.600.000,00	0,10%	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	5	22202.0035.2115	ES MAIS SUSTENTÁVEL: REGISTRO MERCANTIL, SIMPLIFICAÇÃO DA LEGALIZAÇÃO DE EMPRESAS E ATIVIDADES AFINS	5.773.700,00	0,37%	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	6	27201.0562	ESTUDOS, PESQUISAS E INFORMAÇÃO PARA	10.589.769,00	0,68%	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

22	2	31201.0038.2025	APOIO À AGROINDÚSTRIA DE PEQUENO PORTE	75.680,00	0,00%	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
31	2	31201.0038.8382	PROTEÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS	620.648,00	0,04%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	
32	2	31201.0038.8387	REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA DE IMÓVEIS RURAIS	24.704,00	0,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	
33	2	31202.0038.1386	AMPLIAÇÃO E ADEQUAÇÃO DE INFRAESTRUTURA FÍSICA E TECNOLÓGICA VOLTADA PARA O DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO	1.569.960,00	0,10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	
23	2	31202.0038.2118	ASSISTÊNCIA TÉCNICA, EXTENSÃO RURAL, PESQUISA E INOVAÇÃO PARA AGROPECUÁRIA E PESCA	6.768.429,00	0,44%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	
34	2	31202.1000.1822	GESTÃO DE MANANCIAS E RESTAURAÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL - MANGARÁI	18.582.753,00	1,20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	
20	2	31902.0038.1035	APOIO FINANCEIRO AO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DA AGRICULTURA FAMILIAR	2.500.000,00	0,16%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	
35	2	31903.0018.1070	APOIO À CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS E OUTRAS TÉCNICAS DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA	1.638.421,00	0,11%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
36	2	31903.0018.2027	GESTÃO E MANUTENÇÃO DE BARRAGENS DE USO MÚLTIPLO NO MEIO RURAL	100.000,00	0,01%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
37	3	32101.0017.2226	DESENVOLVIMENTO E CRIAÇÕES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS E DE INOVAÇÃO	1.702.100,00	0,11%	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	-	X	X	-	X	-	-	X	X	-	X	-	
38	3	32101.0035.1308	ES MAIS SUSTENTÁVEL: IMPLANTAÇÃO E GESTÃO DE POLOS EMPRESARIAIS	1.932.565,00	0,12%	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
39	3	32101.0035.1809	ES MAIS SUSTENTÁVEL: AMPLIAÇÃO E ADEQUAÇÃO DA INFRAESTRUTURA FÍSICA DA SECTIDES	1.071.435,00	0,07%	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	3	32101.0035.2288	FOMENTO DOS SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, COM	1.000,00	0,00%	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

48	8	41101.0018.2958	DESENVOLVIMENTO DAS POLÍTICAS ESTADUAIS AMBIENTAIS E DE GOVERNANÇA E SEGURANÇA DE BARRAGENS	92.000,00	0,01%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-
49	8	41101.0054.2224	ACOMPANHAMENTO DA EVOLUÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - PERS-ES	899.619,00	0,06%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-
50	8	41101.0800.1091	RECUPERAÇÃO DE MANANCIAIS E RESTAURAÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL - REFLORESTAR	5.100.000,00	0,33%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
51	8	41201.0054.2228	FORTELECIMENTO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	271.000,00	0,02%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-
52	8	41201.0205.2219	GESTÃO DA QUALIDADE DO AR, DAS ÁREAS CONTAMINADAS E DAS INFORMAÇÕES AMBIENTAIS	2.314.087,00	0,15%	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X	X	-	X	X	-	-	X	X	X
53	8	41201.0205.2963	FORTELECIMENTO DA GESTÃO AMBIENTAL MUNICIPAL	186.000,00	0,01%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X
54	8	41201.0205.4638	GESTÃO DO SISTEMA ESTADUAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	6.848.129,00	0,44%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-
55	8	41201.0205.4639	LICENCIAMENTO AMBIENTAL	640.000,00	0,04%	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X	-	X	-	-	X	-	X	X
56	8	41201.0205.4643	FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL	728.000,00	0,05%	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	X	X	X
58	8	41202.0018.2229	PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SEGURANÇA DE BARRAGEM	56.100,00	0,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
59	8	41901.0018	FORTELECIMENTO DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS	412.000,00	0,03%	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X
60	8	41902.0018.1018	APOIO A PROJETOS DE INFRAESTRUTURA E SEGURANÇA HÍDRICA DE USOS MÚLTIPLOS E MELHORIA DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS	794.000,00	0,05%	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-

61	8	41902.0018.1166	IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES AFINS AO PROJETO FLORESTA PARA A VIDA	1.445.000,00	0,09%	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-
62	8	41902.0018.2166	PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS	220.000,00	0,01%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
63	8	41902.0018.2168	APOIO À GESTÃO, FISCALIZAÇÃO, MANUTENÇÃO, RECUPERAÇÃO E MONITORAMENTO DA COBERTURA FLORESTAL	1.342.000,00	0,09%	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
64	8	41902.0018.2958	DESENVOLVIMENTO DAS POLÍTICAS ESTADUAIS AMBIENTAIS E DE GOVERNANÇA E SEGURANÇA DE BARRAGENS	398.906,00	0,03%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-
65	8	41902.0018.1091	RECUPERAÇÃO DE MANANCIAIS E RESTAURAÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL - REFLORESTAR	2.508.000,00	0,16%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
66	9	45202.0036.2173	ENGENHARIA DE TRÂNSITO E MOBILIDADE URBANA	14.314.900,00	0,92%	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-