



DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL: *Detalhamento para empreendimentos de energia fóssil*



Apoio:





Apoio:



EXPEDIENTE

Coordenação do Projeto ABRAMPA pelo Clima:

Alexandre Gaio

Coordenação do eixo Licenciamento Ambiental - Fontes de Energia Fóssil

Tadeu Badaró

Autora:

Eline Matos Martins

Revisão técnica:

Camila Gato, Liz Buck, Raquel Frazão Rosner, Tadeu Badaró, Vivian M. Ferreira

Arte da Capa, projeto gráfico e diagramação

Gabriela Guenther

Apoio:

Instituto Clima e Sociedade - iCS

ABRAMPA, 2022

projetoclima@abrampa.org.br

AGRADECIMENTOS

Desde 2020, a ABRAMPA aposta no licenciamento ambiental como instrumento da política climática, dedicando-se a buscar caminhos para assegurar que os impactos climáticos de empreendimentos e atividades possam ser devidamente identificados e avaliados. O presente documento é um detalhamento de uma produção anterior da ABRAMPA, agora especialmente focado nas fontes de energia fóssil, em especial as termelétricas fósseis e a extração de óleo e gás.

Trata-se de um trabalho complexo e desenvolvido com o envolvimento de muitos atores e não podemos deixar de agradecer o apoio das muitas pessoas e entidades que colaboraram com a produção deste documento. Agradecemos a parceria e a confiança do Instituto Clima e Sociedade (iCS), sem o qual esta publicação não teria sido possível.

Também gostaríamos de agradecer a Ana Maria O. Nusdeo, André Ferreti, Danielle de Andrade Moreira, Fabio Scarano, Gabriela Tavares, Joyce Monteiro, João Guimarães, Luis Enrique Sánchez, Mariana Longo, Marie Ikemoto, Rafael Loyola, Rachel Bardy Prado, Regiane Borsato, Renzo Solari, Rosana Renner, Sergio Margulis e Thais Kasecker, que integraram o grupo técnico-científico que deu origem à “Proposta de Abordagem das Mudanças do Clima no Licenciamento Ambiental”, publicada em 2021.

Agradecemos, ainda, a Alfredo Portes, Amanda Ohara, Antônio Daloia, Bruno Roberto Gios, Flávia Maria Gonçalves, Glenda Rangel Rodrigues, Roberto Kishimoto, que gentilmente cederam seu tempo e expertise participando de entrevistas para uma compreensão mais ampla do setor energético. Por fim, nossa gratidão a todos os membros do Ministério Público que contribuíram com o aperfeiçoamento do trabalho.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	4
1. Introdução.....	5
2. Crise climática e as emissões de gases de efeito estufa em empreendimentos de energia fóssil	7
2.1. A crise climática.....	7
2.2. A contribuição dos combustíveis fósseis para as emissões totais do país	8
3. As emissões de gases de efeito estufa nos empreendimentos de energia fóssil	10
3.1. Metodologias para realização de inventários de emissões	10
3.2. Matriz exemplificativa das emissões dos empreendimentos de energia fóssil	13
3.3. A importância das emissões de escopo 3 no setor de óleo e gás.....	16
4. Análise e classificação de serviços ecossistêmicos impactados pelos empreendimentos de energia fóssil.....	21
5. Conclusões.....	24
6. Referências.....	25

APRESENTAÇÃO

A ABRAMPA – Associação Brasileira dos Membros do Ministério Público de Meio Ambiente, desenvolve, desde 2020, o Projeto ABRAMPA pelo Clima. O projeto conta com algumas frentes de atuação, dentre as quais se destaca a relação entre licenciamento ambiental e clima, considerando-se o entendimento de que o Poder Público deve atuar ativamente não apenas no controle de ilícitos ambientais e na formulação de políticas ambientais transparentes e efetivas, mas também no sentido de induzir que os setores econômicos se desenvolvam de forma sustentável e responsável sob a perspectiva climática.

Na primeira fase do projeto, desenvolvida entre os anos de 2020 e 2021, foi elaborada uma **ferramenta** responsável por orientar a inserção do diagnóstico climático em empreendimentos sujeitos a Estudos de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). O trabalho foi apresentado aos Ministérios Públicos Estaduais e Federal, gerando reações de grande interesse e apoio, e já foi adotado pelo Estado do Paraná, por meio da Portaria no 42/2022 do Instituto Água e Terra, que estabeleceu a inclusão do Diagnóstico Climático nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA), no âmbito do licenciamento ambiental.

O material produzido também tem conduzido à adoção de medidas administrativas que buscam cobrar a implementação da ferramenta pelos órgãos ambientais estaduais. É o caso da Recomendação Conjunta do Ministério Público do Amapá (MPAP), por meio da Força Tarefa Queimadas e Desmatamentos e do Centro de Apoio Operacional do Meio Ambiente (CAO/AMB), direcionada ao Governo do Estado do Amapá (GEA). Nesse instrumento, recomenda-se que a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA) insira o diag-

nóstico climático em seus estudos de EIA/RIMA. O mesmo ocorreu no estado do Amazonas, onde o Ministério Público do Amazonas (MPAM) publicou recomendação administrativa para que Instituto de Proteção do Estado (IPAAM) edite ato normativo próprio a fim de exigir diagnóstico climático para o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente.

O presente documento, por sua vez, surge da necessidade de aprofundar os estudos produzidos na primeira etapa do projeto, agora com foco nos empreendimentos relacionados às fontes de energia fóssil, em especial as atividades de extração de óleo e gás e as usinas termelétricas (UTE), altamente impactantes do ponto de vista climático. Em um contexto de emergência climática, em que enfrentamos coletivamente o desafio de descarbonização da economia, entendemos que compreender os impactos climáticos desses empreendimentos é o primeiro passo para reduzir a pegada ambiental do setor de energia e promover a sua segurança e estabilidade no longo prazo.

Assim, nos pareceu fundamental uma pesquisa que detalhasse como as emissões de gases de efeito estufa e os impactos aos serviços ecossistêmicos desses empreendimentos podem ser considerados desde a sua instalação até o seu descomissionamento. Buscamos, com isso, trazer elementos que possam subsidiar uma atuação mais incisiva do Ministério Público e dos órgãos ambientais nos licenciamentos ambientais desses empreendimentos.

ALEXANDRE GAIO e TADEU SALGADO IVAHY BADARÓ JUNIOR

1. Introdução

O licenciamento ambiental e a avaliação prévia de impactos ambientais de atividades potencialmente poluidoras são instrumentos de política ambiental muito tradicionais, utilizados em todas as esferas da federação. Todavia, de maneira geral, ainda não têm servido para garantir a prevenção, a mitigação e a compensação dos impactos causados ao clima.

A incorporação de uma avaliação dos impactos climáticos de atividades e empreendimentos no licenciamento ambiental não só é plenamente viável, como também medida fundamental para atender à exigência de descarbonização da economia que se coloca no atual cenário de emergência climática. Tal possibilidade técnica foi extensamente debatida na [Proposta de Abordagem das Mudanças do Clima no Licenciamento Ambiental](#), publicada pela ABRAMPA de 2021.

O documento foi elaborado a partir da colaboração de um grupo técnico-científico, formado por diversos especialistas das áreas de mudanças do clima, conservação da biodiversidade, licenciamento ambiental e serviços ecossistêmicos, pertencentes a diferentes setores - academia, empresas, organizações da sociedade civil e governo¹. Nele, foram delineados os conteúdos mínimos e pressupostos metodológicos fundamentais que devem orientar a realização dos estudos climáticos. Uma das questões centrais é definir como inventariar as emissões de GEE de um empreendimento/atividade. Além disso, é relevante perquirir como considerar os impactos locais

¹ Foram consultados: Ana Maria O. Nusdeo, André Ferreti, Danielle de Andrade Moreira, Fabio Scarano, Gabriela Tavares, Joyce Monteiro, João Guimarães, Luis Enrique Sánchez, Mariana Longo, Marie Ikemoto, Rafael Loyola, Rachel Bardy Prado, Regiane Borsato, Renzo Solari, Rosana Renner, Sergio Margulis e Thais Kasecker.

e regionais de um empreendimento/atividade que podem, direta ou indiretamente, afetar a resiliência do ecossistema às mudanças do clima.

Por sua relevância para a atual crise climática, um setor de especial interesse para os estudos relativos às mudanças climáticas diz respeito àquele vinculado às fontes de energia fóssil, tais como o carvão mineral, o gás natural e o petróleo. São necessários esforços para que a atual dependência de combustíveis fósseis seja compatibilizada com o reconhecimento, por parte da comunidade global, da necessidade de reduzir os incentivos a essas fontes de energia e eventualmente parar de fazer uso delas (*phase out*).

O presente documento apresenta, portanto, um detalhamento da proposta de abordagem dos impactos climáticos no licenciamento ambiental, buscando delinear tecnicamente como devem ser feitos os estudos de impactos climáticos de empreendimentos e atividades que envolvem fontes de energia fóssil. Por se tratar de um documento eminentemente técnico, o estudo não se debruçou especificamente sobre questões de ordem normativa, por exemplo, sobre quais medidas devem ser adotadas no sentido de mitigar ou compensar parcial ou totalmente os impactos climáticos aqui detalhados. O objetivo do presente documento atém-se ao detalhamento de como as emissões de GEE e os impactos aos serviços ecossistêmicos desses empreendimentos podem ser identificados e expostos, a fim de que possam ser devidamente levados em conta nos processos de licenciamento ambiental pelas autoridades competentes. O foco do estudo foi, especialmente, as termelétricas que utilizam combustíveis fósseis e a atividade de extração de óleo e gás.

Ressalta-se que a ferramenta produzida, assim como os seus eventuais desdobramentos práticos, considera a identificação e a mensuração dos impactos climáticos nas fases de pré-operação, operação e descomissionamento² dos empreendimentos e atividades por meio da emissão de gases de efeito estufa (GEE) e do impacto desses nos serviços ecossistêmicos locais. Para tanto, este documento foi elaborado com uma ampla consulta à literatura, buscando os mais reconhecidos métodos adotados globalmente para mensurar o impacto climático das atividades e empreendimentos de energia fóssil. Foram realizadas, também, consultas a especialistas no setor³.

² Pré-operação: fase anterior à operação, na qual a atividade/empreendimento já possui licença prévia e de instalação. Operação: atividade/empreendimento já está em operação, com licença de operação. Descomissionamento: fase de desativação de uma parte ou total de um empreendimento/atividade.

³ Entre outros, agradecemos especialmente a Alfredo Portes, Amanda Ohara, Antônio Daloia, Bruno Roberto Gios, Flávia Maria Gonçalves, Glenda Rangel Rodrigues e Roberto Kishimoto, que trouxeram comentários e sugestões que enriqueceram o documento.

2. Crise climática e as emissões de gases de efeito estufa em empreendimentos de energia fóssil

2.1. A crise climática

A emergência climática global já é uma realidade. O IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), em relatório lançado em fevereiro de 2022, mostrou, com base em dados de 34.000 estudos, envolvendo 270 autores de 67 países, que a mudança do clima já está impactando todo o mundo e que, se não reduzirmos drasticamente as emissões de GEE, os impactos serão ainda mais severos, principalmente para países menos desenvolvidos e para comunidades marginalizadas.

O relatório apresenta que, com o aumento que já causamos de 1.07°C, em média, no planeta, metade da população global já enfrenta problemas relacionados à insegurança hídrica por, pelo menos, um mês por ano, assim como as temperaturas mais altas têm proporcionado o aumento na propagação de doenças, como malária e cólera, e a crescente destruição de áreas por queimadas. Algumas consequências – como mortalidade devido a secas, tempestades e enchentes – foram 15 vezes maiores, entre 2010 e 2020, em países com alta vulnerabilidade, quando comparados aos países com baixa vulnerabilidade (IPCC, 2022; Levin et al., 2022).

Ainda, há estimativas que, na próxima década, as mudanças do clima levarão entre 32 e 132 milhões de pessoas para a pobreza extrema, bem como causarão o aumento da insegurança alimentar e de mortes provocadas por altas temperaturas, além do incremento da população acometida

por doenças que afetam a saúde mental. Com um aquecimento de 1.5°C (o que significa um aumento de mais 0.4°C em relação à elevação de temperatura já constatada), 350 milhões de pessoas enfrentarão, até 2030, escassez de água, assim como haverá um aumento de 24% da população exposta a enchentes, um incremento no número de dias por ano com temperaturas acima de 35°C (45-58 dias/ano) e um declínio de 70% a 90% dos recifes de corais (IPCC, 2022; Levin et al., 2022).

Para fazer frente a tamanha crise, é necessário estabelecer, e realmente cumprir, metas ambiciosas de redução de emissão de GEE. O sexto relatório do IPCC (IPCC, 2022), mostrou que, para termos uma chance de pelo menos 50% de estabilização do aquecimento global em 1,5°C, como determina o Acordo de Paris, as emissões globais de GEE precisam atingir seu pico entre 2020 e 2025 e cair 43% até 2030. Também é extremamente importante que os diferentes setores da economia cumpram metas ambiciosas, condizentes com o impacto de suas emissões. O referido relatório aponta que, **para que haja a estabilização da temperatura em até 1.5°C, o uso de carvão mineral precisa cair 95%, o de petróleo 60% e o de gás natural 45% até 2050 em todo o mundo**. As políticas públicas também precisam ser mais ambiciosas, pois, se mantidos os instrumentos adotados até 2020, a Terra alcançará um aquecimento de 3,2°C.

No cenário de crise climática que enfrentamos, é primordial a compreensão da contribuição de cada segmento do setor produtivo para as emissões totais do país, visando a identificação das atividades *mais impactantes*, seguida de uma análise qualitativa do processo de internalização desses impactos pelos setores, especialmente a partir da atividade regulatória do Estado, que deve agir para induzir que o desenvolvimento econômico se dê forma mais responsável em relação ao clima, em consonância com o princípio do desenvolvimento sustentável, que encontra respaldo nos artigos 170, VI, e 225, ambos da Constituição Federal.

É nesse sentido que o presente trabalho propõe-se a analisar: (1) qual o impacto das fontes de energia fóssil para as emissões totais do país; (2) como os impactos desse setor podem ser classificados; (3) de que forma tais impactos são atualmente considerados no âmbito do licenciamento de empreendimentos desse setor; e (4) quais as recomendações para que o licenciamento possa melhor diagnosticar os impactos climáticos de empreendimentos de energia fóssil, como a extração de óleo e gás e as termelétricas, de modo que possam ser internalizados pelos seus responsáveis principais.

2.2. A contribuição dos combustíveis fósseis para as emissões totais do país

O Brasil, em seu IV Inventário de Emissões de GEE (Quarta Comunicação Nacional - Brasil/MCTI, 2021), referente ao ano de 2016, relatou a emissão do total de 1.467 bilhões de toneladas de CO_{2eq}. Esse valor representou um aumento de 19,4% em relação ao ano de 2010. O inventário, dividido por setores, mostra que a agropecuária é responsável pela maior parte

das emissões (33,2%), seguida pelo setor de energia (28,9%), uso da terra, mudança do uso da terra e florestas (27,1%), processos industriais e uso de produtos (6,4%) e resíduos (4,5%). **O setor de energia apresentou um aumento de 13% em relação às emissões de 2010. Em 2016, 96% das emissões de CO_{2eq} do setor decorreram de atividades de queima de combustíveis, sendo a categoria de transporte responsável por 50% das emissões** (Brasil/MCTI, 2021).

Dados mais recentes, referentes ao ano de 2020, apresentados pelo Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), mostram que o Brasil, ao contrário do resto do mundo, aumentou suas emissões em 9,5% no ano de 2020, quando comparadas ao ano de 2019. Globalmente, houve uma redução de quase 7% das emissões, devido à diminuição das atividades econômicas durante o período inicial da pandemia de COVID-19. O total de emissões brutas no país, em 2020, atingiu 2,16 bilhões de toneladas de CO_{2eq}, sendo o maior nível de emissões desde 2006 (SEEG, 2021). As mudanças de uso da terra foram responsáveis pela maior parte das emissões de GEE do Brasil em 2020 (46% do total), mas os dados da SEEG apontam que **o setor de energia, mesmo em queda pela estagnação econômica, ainda representou 18% das emissões do país, sendo que a atividade de exploração de petróleo e gás natural, mesmo com a pandemia, aumentou suas emissões em 1.9% em relação ao ano anterior** (SEEG, 2021).

Vale frisar que as emissões das atividades da cadeia dos combustíveis fósseis vão além das emissões categorizadas como do setor de energia no inventário nacional e da SEEG, já que essa cadeia envolve atividades relacionadas às demais categorias, como indústria petroquímica em “processos industriais e uso de produtos”, uso de fertilizantes em “agropecuária” e

implantação da infraestrutura de operações, como fábricas de beneficiamento e passagem de oleoduto, por exemplo, em “mudança do uso da terra e floresta”.

Diante desse cenário, **percebe-se a importância das atividades de extração de óleo e gás e das usinas termelétricas para as emissões de GEE brasileiras e, conseqüentemente, a relevância do seu tratamento para o atingimento das metas de redução assumidas pelo país nacional e internacionalmente, mormente em um cenário no qual a comunidade global reconhece a necessidade de reduzir os incentivos e eventualmente parar de fazer uso de combustíveis fósseis (phase out).**

A necessidade de que os impactos dessas atividades e empreendimentos sejam bem entendidos e dimensionados decorre, especialmente no caso de óleo e gás, do fato de que se trata de um setor no qual **o Brasil desempenha um papel de destaque mundial, ocupando a 9ª posição e sendo responsável por 3,4% da produção global de petróleo** (Anuário ANP, 2021).

Já no caso das termelétricas, procede-se à incineração de carvão mineral, petróleo, gás natural e/ou outros fósseis para geração de energia elétrica. Como esclarece o Instituto de Energia e Meio Ambiente - IEMA em nota técnica intitulada “Geração termoelétrica e emissões atmosféricas: poluentes e sistemas de controle”,⁴ a escolha do combustível a ser utilizado nas usinas termelétricas é de extrema importância para a redução da emissão de GEE. Todavia, recentemente, a Lei nº 14.299/2022 postergou o encerramento das atividades carboníferas do Estado de Santa Catarina, assegurando a contratação de energia elétrica gerada pelo Complexo Termelétrico Jorge Lacerda (CTJL) até 2040, o que representa um incentivo às

⁴ Ver: <https://iema-site-staging.s3.amazonaws.com/IEMA-EMISSOES.pdf>

usinas termelétricas operadas com combustíveis fósseis (carvão mineral, gás natural, petróleo e outros fósseis), que já representam o maior número das usinas brasileiras (2.442 usinas). Em contrapartida, as usinas tipo biomassa (559 usinas) têm uma potência instalada (14.674.736kW) maior que as de petróleo (9.794.072kW) e gás natural (13.003.278kW).

O último boletim da ANEEL (2019) apresentou que **as usinas termelétricas representam 25% da potência instalada (kW) de energia, representando 40% dos empreendimentos energéticos no país.** A maior parte desses empreendimentos encontra-se na região sudeste (1552) e norte (539), porém, considerando a concentração destas no território, a região sul é a que possui maior densidade de usinas por área.⁵

⁵ Dados disponibilizados no site da ANEEL e coletados em fevereiro de 2021. O site está desde então sem funcionamento, o que impediu a atualização da informação

3. As emissões de gases de efeito estufa nos empreendimentos de energia fóssil

O primeiro passo para tratar adequadamente dos impactos climáticos de um empreendimento é conhecer suas emissões de GEE - suas fontes, as quantidades emitidas e identificar onde estão ao longo da cadeia de um setor produtivo. Para isso, a realização do inventário de emissões é essencial, sendo a principal ferramenta para identificar as oportunidades de mitigação, primeiramente, e, quando não for possível, de compensação.

3.1. Metodologias para realização de inventários de emissões

Segundo o Programa Brasileiro do GHG Protocol (2008), as emissões podem ser divididas em emissões de três diferentes tipos, ou escopos. As emissões de escopo 1 são as emissões diretas de GEE, provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização. As emissões de escopo 2 são as emissões indiretas de GEE, decorrentes da aquisição de energia elétrica e térmica consumida. As demais emissões indiretas são enquadradas no escopo 3 e correspondem às emissões decorrentes das atividades da empresa, mas que ocorrem fora do seu limite organizacional, ou seja, não pertencem ou não estão sob o controle da empresa.

FONTES DE EMISSÃO DE GEE



	 Pré-operação	 Operação
ESCOPO 1: Emissões provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela organização	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de Combustíveis: Maquinários fixos e móveis • Construção/aplicação/manutenção de gasodutos terrestres • Sistemas de refrigeração e ar-condicionados; • Vazamento físico de formações geológicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Combustão de combustíveis em caldeiras, geradores, e motores estacionários; Combustão de gases residuais ou queimas de emergência em incineradores e flares; • Ventilação em tanques de armazenamento e em petroleiros • Vazamentos
ESCOPO 2: Emissões de GEE provenientes da aquisição de energia consumida	<ul style="list-style-type: none"> • Energia adquirida (térmica e elétrica) para qualquer uso 	<ul style="list-style-type: none"> • Energia adquirida (térmica e elétrica) para qualquer uso
ESCOPO 3: Emissões decorrentes das atividades da empresa, porém ocorrem em fontes que não pertencem ou são controladas pela organização	<ul style="list-style-type: none"> • Serviços terceirizados para construção/ampliação/manutenção de gasodutos terrestres • Serviços de transporte para materiais em geral • Disposição terceirizada de resíduos e rejeitos 	<ul style="list-style-type: none"> • Produção e transporte de produtos usados como matéria-prima • Emissões do processamento de produtos intermediários, realizado por outra organização após sua venda pela organização inventariante • Uso dos produtos revendidos para consumidores

Figura 1: Escopos de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE).

Fonte: Elaboração própria.

O escopo 3 abrange as emissões de GEE na produção da cadeia de suprimentos utilizados (emissões anteriores – ex. extração e produção de materiais e combustíveis adquiridos), as emissões da fase de uso dos produtos produzidos (emissões posteriores – ex. indústria de bens de consumo e emissões resultantes do uso do produto pelo consumidor), as atividades terceirizadas (incluindo transporte de materiais e bens adquiridos, transporte dos empregados, transporte de resíduos produzidos), emissões de viagens aéreas ou em frota terceirizada e outros descritos em detalhes no Programa Brasileiro GHG Protocol (**Figura 2**).

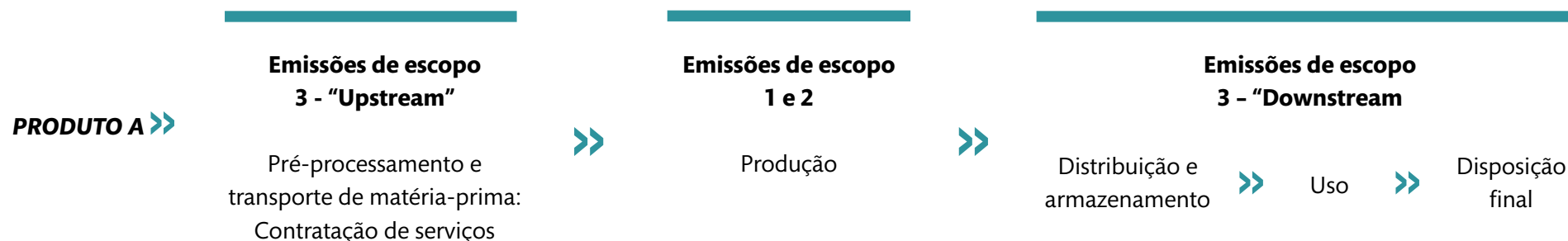


Figura 2: Escopos de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) de acordo com a cadeia de produção de um produto.

Fonte: Adaptado e traduzido de WRI e WBCSD, 2011.

É importante ressaltar que, conforme o Programa Brasileiro GHG Protocol, o relato das emissões de escopo 3 seria opcional quando utilizado para fins de contabilização de créditos de carbono, como forma de evitar que organizações diferentes contabilizem as mesmas emissões, além da dificuldade de medição de alguns tipos de emissão, embora se recomende fortemente que este relato seja feito, principalmente quando o escopo 3 é responsável por uma contribuição significativa das emissões totais. A lógica de facultar a contabilidade das emissões de escopo 3, no entanto, evidentemente não se aplica ao licenciamento ambiental, pois na prática permitiria que terceirização de determinadas atividades reduzissem de forma artificial as emissões indiretas de um determinado empreendimento/atividade.

Especificamente para o cálculo de emissões do setor de óleo e gás, para além dos protocolos usuais utilizados em inventários de emissão de GEE, como o Programa Brasileiro GHG Protocol e o ISO (*International Organization for Standardization*), há protocolos e guias específicos para orientar as empresas de óleo e gás em seus inventários. Os principais são:

1. *“Compendium of Greenhouse Gas Emissions Methodologies for the Oil and Natural Gas Industry”*, elaborado pelo *American Petroleum Institute* (API) e publicado em 2009. O documento é um compilado de métodos já reconhecidos para inventários, com o detalhamento e a exemplificação para a estimativa de GEE em todos os segmentos da indústria de petróleo e gás natural. O compêndio tem como objetivo geral promover o uso de métodos consistentes e padronizados para estimar as emissões de GEE das operações da indústria de petróleo e gás natural. Para tanto, o compêndio apresenta técnicas de cálculo e as fontes de emissão em todas as operações do setor, desde a exploração e produção, passando pelo refino, até a comercialização e a distribuição dos produtos. O compêndio da API

apresenta e exemplifica o uso de métodos de estimativa de emissões para dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonetos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF_6) para todas as fontes de emissão comuns, incluindo combustão, ventilação e emissões fugitivas. A Petrobrás já utiliza esse compêndio como base para o cálculo de suas emissões.

2. *“Petroleum industry guidelines for reporting greenhouse gas emissions”*, publicado em 2011 por IPIECA (*The global oil and gas industry association for environmental and social issues*), API (*The American Petroleum Institute*) e OGP (*International Association of Oil & Gas Producers*). O documento é baseado no *“The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard, Revised Edition* (WRI/WBCSD, 2004)”, com adaptações para o setor de óleo e gás. O guia fornece orientações para apoiar as empresas na realização do seu inventário de emissões de GEE.

3. *“Addressing uncertainty in oil and natural gas industry greenhouse gas inventories: Technical considerations and calculation methods”*, publicado por IPIECA (*The global oil and gas industry association for environmental and social issues*) e API (*The American Petroleum Institute*) em 2015. O documento fornece informações técnicas e métodos de cálculo específicos para entender e calcular as incertezas nos inventários de emissões de GEE do setor.

4. *“Guidance Orientation to API Climate-related Reporting Initiative and API Template 1.0 for GHG Reporting”*, publicado por API em 2021. A API representa todos os segmentos da indústria de petróleo e gás natural dos EUA e empresas associadas que realizam negócios em quase todos os países do mundo. O objetivo deste documento é gerar consistência

e desenvolver um conjunto central de indicadores de emissões de GEE para que as empresas de gás natural e petróleo usem e divulguem seus dados publicamente, gerando comparabilidade entre seus relatórios.

5. *“Estimating petroleum industry value chain (Scope 3) greenhouse gas emissions: Overview of methodologies”*, publicado por IPIECA e API em 2016. O documento tem como objetivo informar as empresas sobre as abordagens para estimar as emissões de GEE de toda a cadeia de valor no contexto da indústria de petróleo e gás. Foi elaborado com base no GHG Protocol e no GHG Protocol Escopo 3.

Já para as termelétricas, não há documentos específicos para guiar o inventário de emissão de GEE, porém os documentos que dão diretrizes de forma geral para a elaboração de inventários (IPCC, 2006; Programa Brasileiro GHG Protocolo; ISO 14064-1/2018) podem perfeitamente embasar os estudos a respeito desses empreendimentos.

Todas as metodologias acima são adequadas para estimar, reportar e verificar as emissões de GEE, ou seja, podem ser usadas tanto para a fase de licenciamento (pré-operação), quanto para a fase de operação e descomissionamento dos empreendimentos do setor.

3.2. Matriz exemplificativa das emissões dos empreendimentos de energia fóssil

A partir das metodologias anteriormente referidas e de pesquisa sobre o funcionamento dos empreendimentos de extração de óleo e gás e de usinas termelétricas, são exemplificadas, a seguir, as principais fontes de emissão, considerados os escopos 1, 2 e 3, as quais foram organizadas em uma matriz de impactos climáticos (**Quadro 1**). Foram utilizados, como base, inventários já elaborados por diversos empreendimentos e consultas à literatura. Essa matriz não exclui outras possíveis fontes de emissões, que devem ser avaliadas individualmente, considerando as particularidades de cada atividade ou empreendimento em licenciamento ambiental.

Para uma melhor compreensão dos potenciais impactos climáticos de uma usina termelétrica, é importante considerar que esses empreendimentos têm por objetivo gerar energia elétrica a partir da queima de combustíveis. Assim, na sua operação, procede-se à incineração de carvão mineral, petróleo, gás natural e/ou outros combustíveis para geração de energia. A maior parte das emissões na fase de operação, portanto, é decorrente do escopo 1. Já no que diz respeito aos empreendimentos de extração de óleo e gás, para além das emissões incorridas no curso da operação, são muito significativas as emissões de escopo 3, decorrentes do processamento e uso do óleo e do gás extraídos.

Quadro 1: Matriz **exemplificativa** de possíveis fontes de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) nos escopos 1, 2 e 3 nas fases de pré-operação (licenciamento), fase de operação e descomissionamento da extração de óleo e gás e nas termelétricas.

Abrangência	Impactos potenciais na atmosfera	Escopos de Emissão	Fontes de Emissão		
			Fase da Pré-Operação (licenciamento)	Fase de Operação	Descomissionamento**
Global	Emissão de GEE	Escopo 1	<p>Óleo e gás: Fontes de combustão (fixas e móveis)*: Todas as emissões resultantes de infraestruturas, equipamentos e embarcações de apoio, vinculadas à inventariante, para a fase de planejamento e instalação, por exemplo, de unidades de produção e seus sistemas submarinos (dutos e equipamentos); Construção/ampliação/manutenção de gasodutos terrestres; Emissões resultantes da combustão de combustíveis em navios, trens, caminhões, automóveis, aeronaves e outros equipamentos off-road, como sondas de perfuração móveis. Equipamentos que operam à base de diesel.</p>	<p>Óleo e gás: Fontes de combustão (fixas e móveis)*: Combustão de combustíveis em caldeiras, geradoras, fornos, queimadores, aquecedores, turbinas e motores estacionários; Combustão de gases residuais ou queimas de emergência em incineradores e flares; Emissões resultantes da combustão de combustíveis em navios, barcas, trens, caminhões, automóveis, aeronaves e outros equipamentos off-road, como sondas de perfuração móveis.</p>	<p>Óleo e gás: Fontes de combustão (fixas e móveis)*: Todas as emissões resultantes de infraestruturas e equipamentos de apoio, vinculadas à inventariante. Emissões resultantes da combustão de combustíveis em navios, trens, caminhões, automóveis, aeronaves. Equipamentos que operam à base de diesel. Emissões de toda a infraestrutura necessária para desinstalar estruturas submarinas.</p>
			<p>Termelétricas: Fontes de combustão (fixas e móveis): Todas as emissões resultantes da instalação de infraestruturas e equipamentos, vinculadas à inventariante; Emissões resultantes da combustão de combustíveis em fontes fixas e móveis (veículos transportando pessoas e materiais, veículos executando terraplanagem e escavação, equipamentos para dragagem e disposição de material escavado, diesel dos grupos geradores e caldeiras auxiliares).</p>	<p>Termelétricas: Fontes de combustão (fixas e móveis): Fixa: queima da matéria-prima utilizada na UTE (biomassa ou fóssil), caldeiras auxiliares, aparelhos de motobomba, geradores de emergência a diesel, cilindros de acetileno para soldagem. Móveis: Veículos de propriedade da inventariante, equipamentos de elevação e transporte de carga - insumos e resíduos (calcário, carvão, cinzas, gesso, lodo entre outros). Emissões consequentes do alagamento de áreas para construção de barragem/reservatório.</p>	<p>Termelétricas: Fontes de combustão (fixas e móveis): Móveis: veículos transportando pessoas e materiais</p>
			<p>Termelétricas: Mudanças do Uso do Solo: Conversão de vegetação nativa, revolvimento/exposição e retirada de camada do solo para a construção da estrutura da usina termelétrica e para construção/manutenção de linhas de transmissão de energia e dutos para o transporte de gás, água, óleo e efluente. Além de construção de infraestrutura de apoio para a implantação da UTE: vias de acesso, usina de concreto, área de deposição de material excedente, e toda a estrutura do canteiro de obra.</p>	<p>Óleo e gás: Emissões de processos*: Desidratação a glicol</p>	
				<p>Óleo e gás: Gases dissipados (“venting”)*: Ventilação em tanques de armazenamento e em petroleiros; Aparelhos pneumáticos; Bombas de injeção química; Descargas de emergência e válvulas de alívio de pressão; Explosões de poços (quando não queimados).</p>	<p>Gases dissipados (“venting”)*: Descargas de emergência e válvulas de alívio de pressão; Explosões de poços (quando não queimados).</p>
			<p>Óleo e gás e termelétricas: Resíduos Sólidos e efluentes líquidos: Tratamento de águas residuais, lagoas de rejeitos; Resíduos compostados, dispostos ou incinerados em aterros em locais de deposição controlados pela inventariante.</p>	<p>Óleo e gás e termelétricas: Resíduos Sólidos e efluentes líquidos: Tratamento de águas residuais, lagoas de rejeitos; Resíduos compostados, dispostos ou incinerados em aterros em locais de deposição controlados pela inventariante.</p>	<p>Óleo e gás e termelétricas: Resíduos Sólidos e efluentes líquidos: Tratamento de águas residuais, lagoas de rejeitos; Resíduos compostados, dispostos ou incinerados em aterros em locais de deposição controlados pela inventariante. Limpeza e drenagem de equipamentos e sistemas.</p>

Abrangência	Impactos potenciais na atmosfera	Escopos de Emissão	Fontes de Emissão		
			Fase da Pré-Operação (licenciamento)	Fase de Operação	Descomissionamento**
Global	Emissão de GEE	Escopo 1	Óleo e gás: Fontes fugitivas*: Sistemas de refrigeração e ar-condicionado; Vazamento físico de formações geológicas.	Óleo e gás: Fontes fugitivas*: Relacionadas a atividades processuais, de manutenção e de emergência ou não rotineiras. Vazamentos em flanges, conectores, válvulas, eixos de compressores, gasodutos e tanques de armazenamento; Liberação de gases regulares e periódicas para a manutenção de instalações; Sistemas de refrigeração e ar-condicionados; Vazamento físico de formações geológicas; Supressão de fogo.	Óleo e gás: Fontes fugitivas*: Vazamento físico de formações geológicas.
			Termelétricas: Fontes fugitivas: Sistemas de refrigeração e ar-condicionado; Extintores de Incêndio.	Termelétricas: Fontes fugitivas: Sistemas de refrigeração e ar-condicionado; Extintores de Incêndio.	Termelétricas: Fontes fugitivas: Sistemas de refrigeração e ar-condicionado; Extintores de Incêndio.
		Escopo 2	Aquisição de energia elétrica e de energia térmica vinda de fora do local.	Aquisição de energia elétrica e de energia térmica vinda de fora do local.	Aquisição de energia elétrica e de energia térmica vinda de fora do local.
		Escopo 3	Óleo e gás: Emissões não operacionalizadas pela inventariante providas de infraestruturas de apoio para o transporte (em qualquer meio de transporte) de suprimentos e materiais em geral, transporte de passageiros; Transporte de resíduos terceirizados das unidades de produção e das embarcações de apoio; Estaleiros; Oficinas de manutenção e fabricação; Terminais de cargas e abastecimento; Almoarifados; Armazéns; Pátios de dutos; Centros administrativos, logísticos e operacionais; Áreas de disposição de resíduos e rejeitos.	Óleo e gás: Ver Quadro 2 com as 15 categorias do escopo 3.	Óleo e gás: Emissões não operacionalizadas pela inventariante providas de infraestruturas de apoio para o transporte (em qualquer meio de transporte) de suprimentos e materiais em geral, transporte de passageiros; Transporte de resíduos terceirizados das unidades de produção e das embarcações de apoio; Estaleiros; Oficinas de manutenção e fabricação; Terminais de cargas e abastecimento; Almoarifados; Armazéns; Pátios de dutos; Centros administrativos, logísticos e operacionais; Áreas de disposição de resíduos e rejeitos; Emissões de toda a infraestrutura necessária para desinstalar estruturas submarinas.
Termelétricas: Emissões não operacionalizadas pela inventariante; Transporte de resíduos terceirizados; Viagens aéreas de funcionários; Transporte de produtos ou combustíveis necessários para a fase de estabelecimento da usina; Tratamento terceirizado de resíduos sólidos e efluentes líquidos. Emissão da produção de matérias-primas utilizadas na construção da UTE (como cimento e aço).	Termelétricas: Emissões não operacionalizadas pela inventariante; Transporte de resíduos terceirizados; Viagens aéreas de funcionários; Transporte de produtos ou combustíveis necessários para a fase de estabelecimento da usina; Tratamento terceirizado de resíduos sólidos e efluentes líquidos. ***Emissão da extração, produção e transporte de matérias-primas utilizadas na operação da UTE (como gás natural, óleo, carvão mineral, biogás, etanol, carvão vegetal). ***Uso do produto vendido.		Termelétricas: Emissões não operacionalizadas pela inventariante; Transporte de resíduos terceirizados; Viagens aéreas de funcionários; Transporte de produtos ou combustíveis necessários para a fase de estabelecimento da usina; Tratamento terceirizado de resíduos sólidos e efluentes líquidos.		

*Classificação de acordo com Compêndio API, 2009.

** Ou fase de desativação: no pré-sal, etapa 4, corresponde a fase em que ocorre a desativação da unidade de produção, dos poços e dos equipamentos submarinos utilizados na operação, após o fim da atividade de produção (Fonte: RIMA Pré-Sal - Etapa 4).

***Provavelmente são as categorias mais significativas de emissão do escopo 3 para termelétricas. É preciso começar a contabilizá-las nos inventários para dimensionar a sua participação nas emissões totais.

Fonte: Elaboração própria a partir de documentos consultados: RIMA Pré-Sal - Etapa 4; API, 2009; IPIECA, API e OGP, 2011; IPIECA e API, 2015; API, 2021; IBAMA, 2021.

3.3. A importância das emissões de escopo 3 no setor de óleo e gás

Da análise das metodologias e inventários focados no setor de óleo e gás, acima referidos, nota-se que se deve conferir especial atenção para a contabilização das emissões de escopo 3. Nesse sentido, o documento “*Estimating Petroleum Industry Value Chain (Scope 3) Greenhouse Gas Emissions: Overview of Methodologies*” aborda cada uma das 15 categorias do escopo 3, com pontos de atenção e exemplos detalhados das emissões do setor. A preocupação com a contabilização das emissões de escopo 3 tem justificativa.

É certo que mesmo na fase de implantação/installação, essas emissões podem representar uma parcela significativa do total, já que muitas atividades podem ser terceirizadas pelo inventariante. Porém, **na fase de operação, não há dúvidas da importância do escopo 3 para o setor de óleo e gás, já que a maior parte das emissões decorre do uso dos produtos pelos consumidores finais e do processamento dos produtos por outras indústrias.** Na Petrobrás, por exemplo, o escopo 3 representou 87% de todas as emissões da empresa no ano de 2019 (Caderno Mudanças do Clima Petrobrás, 2019; **Figura 3**).

HISTÓRICO DE EMISSÕES DE GEE DA CADEIA DE VALOR DA PETROBRÁS POR ANO milhões tCO₂e

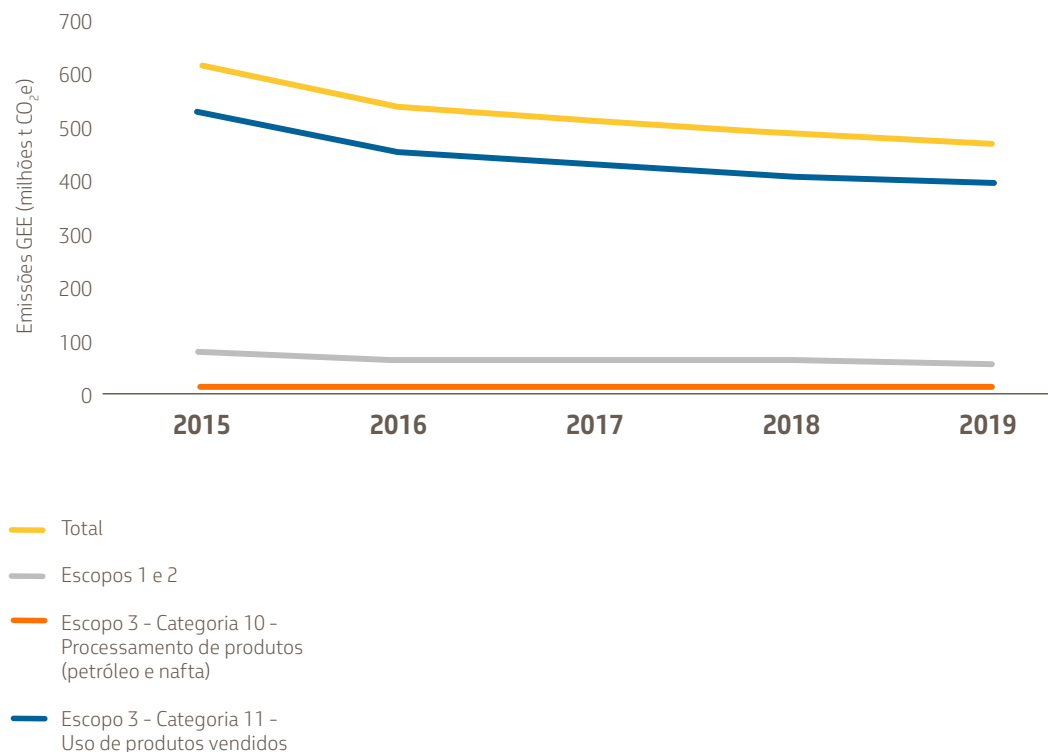


Figura 3: Emissões de Efeito Estufa (GEE) da cadeia de valor da Petrobrás divididas por escopo.
Fonte: Caderno Mudanças do Clima Petrobrás, 2019.

A contabilização das emissões de escopo 3 não precisa envolver uma análise completa de todas as fontes deste escopo, mas sim medir as suas emissões mais significativas (Programa Brasileiro GHG Protocol, 2011). Para isso, a inventariante pode realizar uma análise de todas as fontes de escopo 3, para ter uma visão geral do escopo e focar em produzir um inventário robusto das categorias do escopo 3 que possuem alta emissão e/ou influência da inventariante (IPIECA e API, 2016). Reforça-se que, ainda que a contabilização das emissões de escopo 3 não dependa de uma análise completa de todas as fontes, é imprescindível que todas as emissões significativas sejam medidas. **No caso da indústria de óleo e gás, as emissões de escopo 3 assumem uma dimensão tão relevante que definitivamente não podem ser ignoradas, principalmente em suas categorias mais expressivas, sob pena de se tornarem invisíveis, uma vez que é inviável impor aos consumidores finais a responsabilidade por inventariar as emissões decorrentes do uso dos produtos.**

Sobre o tema, importante destacar que a soma dos escopos 1, 2 e 3 representa as emissões totais da inventariante em toda a cadeia de valor. Sendo estes escopos excludentes entre si, não é gerada qualquer duplicidade na contabilização das emissões em um inventário de uma mesma empresa. Porém, pode haver a sobreposição da contabilização de emissões entre diferentes companhias. Por exemplo, as emissões das operações de uma empresa de exploração e produção serão escopo 1 para esta, entretanto, essas mesmas emissões serão escopo 3 para uma refinaria (emissão *upstream*). Longe de um problema, a identificação dessas possíveis sobreposições é importante, pois pode representar uma oportunidade de colaboração entre as empresas para trabalharem, conjuntamente, programas e medidas de mitigação e compensação de suas emissões.

No **Quadro 2**, estão descritas as 15 categorias de escopo 3 classificadas pelo GHG Protocol, com a indicação de exemplos para o setor de óleo e gás. A classificação dentro do escopo 3, em suas diferentes categorias, dependerá do limite organizacional da empresa e da sua atuação dentro da cadeia de valor do setor. Para estimar as emissões de escopo 3, são usados, principalmente, dois tipos de informação: dados primários, provindos de atividades específicas dentro da cadeia de valor da companhia, como dados dos fornecedores de matéria-prima; e dados secundários, baseados nas publicações já disponíveis para o setor, como literatura e estatísticas governamentais. O escopo 3 de uma companhia varia de acordo com os processos que a companhia classifica em seus escopos 1 e 2, bem como com sua estrutura e operações (IPIECA e API, 2016).

O GHG Protocol classifica as emissões escopo 3 em *upstream* e *downstream*, a depender da sua posição na cadeia de valor. As emissões *upstream* são as emissões relacionadas aos produtos e serviços comprados ou adquiridos (categorias 1 a 8) e as emissões *downstream* são aquelas relacionadas à venda de produtos e serviços (categorias 9 a 15).

Quadro 2: Categorias do escopo 3 com suas respectivas descrições e exemplificação não exaustiva. **Upstream:** Emissões indiretas relacionadas aos produtos e serviços comprados ou adquiridos (categorias 1 a 8) pela inventariante. **Downstream:** Emissões indiretas relacionadas a produtos e serviços vendidos (categorias 9 a 15) pela inventariante.

ID	Emissão na cadeia	Categorias	Definição	Exemplos*
1	Upstream	Compra de bens e serviços	Todas as emissões referentes à extração, produção e transporte de bens e serviços (do momento em que é produzido até o momento em que chega no local de comercialização) não incluídos nas categorias de 2 a 8.	Petróleo bruto comprado; gás natural e/ou derivados de petróleo usados como matéria-prima ou comprados e vendidos a consumidores; compras de produtos como o hidrogênio para matéria-prima; e atividades terceirizadas, como perfuração.
2		Bens de capital	Todas as emissões referentes à extração, produção e transporte de bens de capital (do momento em que é produzido até o momento em que chega na inventariante) comprados durante o ano considerado no inventário. Bens de capital são tipicamente os que têm um ciclo de vida extenso e são tratados como ativos permanentes ou como instalações, bens e equipamentos.	Emissões de toda a fabricação de um equipamento, desde a extração de matérias-primas, sua montagem até a entrega; Emissões da fabricação de material da infraestrutura, como alumínio e concreto (produtos comumente reportados neste escopo pelo setor de óleo e gás, principalmente, os de perfuração e distribuição.
3		Combustível e energia	Extração, produção e transporte de energia e combustíveis comprados e consumidos pela organização inventariante, não contabilizados nos escopos 1 e 2, incluindo extração, produção, e emissões do transporte da compra de combustíveis e energia. Perdas na geração, transmissão e distribuição da energia.	Emissões da produção (extração, refino) e do transporte da gasolina consumida pelos equipamentos e frota da inventariante até o ponto de abastecimento. Esse tipo de emissão não deverá ser substancial para as empresas de exploração e produção que consomem a energia que elas mesmas produzem.
4		Transporte e distribuição - "upstream"	Emissões do transporte e distribuição dos produtos (excluindo combustíveis e produtos energéticos - categoria 3) comprados ou adquiridos pela organização inventariante, no ano inventariado, por veículos e instalações que não são de propriedade nem operados pela organização, bem como de outros serviços terceirizados de transporte e distribuição (incluindo tanto logística de entrada quanto de saída).	Transporte de insumos (excluindo combustíveis consumidos) e de produtos vendidos por meio de caminhão, ferrovia, transportes marinho e oleoduto pago pela empresa inventariante.
5		Geração de resíduos em operações	Emissões do tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos e efluentes líquidos decorrentes das operações da organização inventariante no ano inventariado, realizados em instalações de propriedade ou controladas por terceiros. Esta categoria contabiliza todas as emissões, considerando os anos futuros (ao longo do processo de tratamento e/ou disposição final), que resultam dos resíduos gerados no ano inventariado.	Emissões do tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos e efluentes líquidos decorrentes das operações da organização inventariante no ano inventariado, realizados dentro ou fora das suas próprias instalações, mas controlada por terceiros.
6		Viagens a negócios	Emissões do transporte de funcionários, prestadores de serviço terceirizados, consultores e indivíduos que não são funcionários da organização inventariante, mas que se deslocam às suas unidades para atividades relacionadas aos negócios da organização inventariante, realizado em veículos operados por ou de propriedade de terceiros, tais como aeronaves, trens, ônibus, automóveis de passageiros e embarcações. São considerados nesta categoria todos os funcionários de entidades e unidades operadas, alugadas ou de propriedade da organização inventariante.	Viagens de negócios em veículos pertencentes ou operados por terceiros. Viagens aéreas, ferroviárias e de aluguel de carros. As emissões de viagens a negócios são relativamente pouco significativas em relação às demais do escopo 3 no setor de óleo e gás.
7		Deslocamento dos funcionários	Emissões do transporte dos lugares de trabalho para casa de funcionários, prestadores de serviço terceirizados, consultores e também de indivíduos que não são funcionários da organização inventariante	As emissões de deslocamento dos funcionários são relativamente pouco significativas em relação às demais do escopo 3 no setor de óleo e gás.
8		Bens arrendados "upstream"	Emissões provenientes da operação de bens arrendados pela organização inventariante (arrendatária) e que não foram incluídas nos escopos 1 e 2 da mesma.	Os arrendamentos podem envolver a produção de petróleo bruto, equipamentos de processamento, estações de serviço, escritório em edifícios e outras instalações.

ID	Emissão na cadeia	Categorias	Definição	Exemplos*
9	Downstream	Transporte e distribuição - "downstream"	Emissões do transporte e distribuição de produtos vendidos pela organização inventariante (se não for pago por esta, caso seja, será contemplado no escopo 1) entre suas operações e o consumidor final, incluindo varejo e armazenagem, em veículos e instalações de terceiros. Serviços de logística de saída comprados pela organização não entram nesta categoria, mas na categoria 4.	Transporte e distribuição, não pagos pela organização inventariante, de produtos vendidos, como petróleo bruto, gás natural, gás natural líquido, entre as operações da empresa e o consumidor final.
10		Processamento de produtos vendidos pela inventariante	Emissões do processamento de produtos intermediários, realizado por outra organização, após sua venda pela organização inventariante.	Emissão do refinamento do petróleo vendido pela empresa de exploração e produção (inventariante), processamento do gás natural (para separar o gás natural líquido) e manufatura de produtos petroquímicos. Esta categoria pode representar a grande proporção de emissão do escopo 3, dependendo da localização da empresa na cadeia de valor do setor e o tipo e quantidade de produto que é processado. Essas emissões são normalmente mais representativas para as empresas de exploração e produção de óleo e gás.
11		Uso de produtos vendidos	Emissões provenientes do uso final de produtos e serviços vendidos pela organização inventariante no ano inventariado. São contabilizadas no ano inventariado todas as emissões ao longo da sua vida útil.	Emissões diretas do uso pelo consumidor final de produtos como combustíveis e gás natural. Inclui também as emissões finais de produtos intermediários, como óleo cru. A emissão dessa categoria é substancial para a maior parte das empresas do setor de óleo e gás (sendo maior que o escopo 1 e 2 juntos), com exceção de empresas do setor que não vendem produtos que emitem GEE durante o uso pelo consumidor, como companhias petroquímicas que não produzem combustíveis ou fertilizantes.
12		Tratamento do fim de vida dos produtos vendidos	Emissões provenientes da disposição final e tratamento dos produtos, vendidos no ano inventariado pela organização inventariante, ao final de sua vida útil.	Emissões resultantes das emissões provindas dos aterros sanitários, reciclagem e incineração de produtos feitos com base em petróleo, como lubrificantes e plásticos. Essa categoria é mais comum para as empresas do setor de óleo e gás que produzem uma grande quantidade de produtos como lubrificantes ou plásticos que são incinerados.
13		Bens arrendados "downstream"	Emissões da operação dos bens de propriedade da organização inventariante (arrendadora) que estão arrendados a outras entidades no ano inventariado, não incluídas nos escopos 1 e 2 da organização inventariante.	Empresas que possuem bens arrendados devem considerar uma avaliação cuidadosa para avaliar a contribuição dessa categoria nas emissões do escopo 3.
14		Franquias	Emissões das operações de franquias no ano inventariado, não inclusas nos escopos 1 e 2 da organização inventariante (franqueador).	Não são emissões comuns no setor de óleo e gás. As companhias que possuem marcas franqueadas e não inseriram nos escopos 1 e 2 devem fazer uma avaliação cuidadosa desse escopo.
15		Investimentos	Emissões das operações de investimentos (incluindo investimentos de capital, investimento de dívida e financiamento de projetos) no ano inventariado, não incluídas nos escopos 1 e 2.	As emissões podem ser significativas dependendo do tipo e tamanho do investimento, por exemplo, empresas que investem em refinarias.

Fonte: Elaboração própria a partir de documentos consultados: IPIECA e API, 2016; FGV EASP e Programa Brasileiro GHG Protocol, 2008.

*Os exemplos não são exaustivos e podem variar de acordo com a posição da inventariante no segmento da indústria de óleo e gás: Exploração e produção; Transporte e distribuição; Refino; e venda e comercialização.

Para as companhias de óleo e gás, a categoria 11 (uso de produtos vendidos) pode representar mais emissões do que aquelas de escopo 1 e 2 juntas (IPIECA e API, 2016). Vale ressaltar que as categorias 10 (processamento de produtos vendidos pela inventariante) e 11 (uso de produtos vendidos) são as únicas contabilizadas pela Petrobrás por representarem, segundo seu Caderno Mudanças do Clima, a maior parte das emissões desse escopo. A categoria 11 é divulgada por eles desde 2012 e a categoria 10 começou a ser reportada em 2020.

Logo, diante da já ilustrada expressividade das emissões de escopo 3 em relação ao total de emissões no setor de óleo e gás é evidente a necessidade de que elas sejam identificadas para melhor instrução do licenciamento ambiental, garantindo que sejam devidamente compreendidas, publicizadas e, em alguma medida, endereçadas por meio de medidas de mitigação e compensação, a serem avaliadas pelo órgão ambiental, caso a caso. Deve-se também garantir que todas as fontes de emissão dos escopos 1 e 2 sejam consideradas no inventário.

4. Análise e classificação de serviços ecossistêmicos impactados pelos empreendimentos de energia fóssil

Atualmente, a legislação brasileira já contempla o conceito de serviços ecossistêmicos e as suas modalidades. Conforme elencado pelo artigo 2º, inciso II da Lei Federal nº 14.119/2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, consideram-se serviços ecossistêmicos:

benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, nas seguintes modalidades:

a) serviços de provisão: os que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização, tais como água, alimentos, madeira, fibras e extratos, entre outros;

b) serviços de suporte: os que mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a dispersão de sementes, o controle de populações de potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético;

c) serviços de regulação: os que concorrem para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos, tais como o sequestro de carbono, a purificação do ar, a moderação de eventos climáticos extremos, a manutenção do equilíbrio do ciclo hidrológico, a minimização de enchentes e secas e o controle dos processos críticos de erosão e de deslizamento de encostas;

d) serviços culturais: os que constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, de experiências espirituais e estéticas e do desenvolvimento intelectual, entre outros.

Para a análise dos impactos aos serviços ecossistêmicos causados especificamente pelas atividades do setor de óleo e gás, a IPIECA e OGP publicaram um guia (IPIECA e OGP, 2011) sobre o assunto com uma lista que exemplifica os impactos causados pelo setor aos ecossistemas e quais são os serviços dos quais o setor depende para operar.

No Brasil, **o setor de óleo e gás opera mais comumente em águas profundas, que são áreas com profundidade de 300m ou mais. Este ecossistema fornece serviços relacionados à provisão de alimentos, de suporte e culturais, principalmente.** Com base no mencionado guia, foi elaborada uma matriz exemplificativa com serviços ecossistêmicos que podem ser afetados na fase de pré-operação (licenciamento), operação e descomissionamento (**Quadro 3**), com foco em serviços que, se impactados, podem potencializar consequências negativas das mudanças do clima.

Já a pré-operação, operação e descomissionamento das usinas termelétricas envolvem diversas atividades impactantes aos serviços ecossistêmicos como supressão da vegetação, terraplanagem/escavação em solo e rocha, implantação e operação do sistema de drenagem, disposição de materiais em água e terra, dragagem, limpeza das linhas de produção e resfriamento da usina (IBAMA, 2021). Exemplos de impacto que essas e outras atividades provocam aos serviços ecossistêmicos foram citados no **Quadro 3**.

Vale frisar que, **muitas vezes, as usinas termelétricas encontram-se próximas a áreas urbanas com a finalidade de reduzir os custos de**

transmissão e facilitar o atendimento à demanda, o que pode contribuir para o incremento na carga de poluentes de uma região, agravando problemas ambientais e de saúde pública (Viscondi et al., 2016). Além disso, é importante avaliar os impactos sinérgicos de usinas instaladas próximas umas às outras, já que empreendimentos de energia tendem a se instalar próximos a outros do mesmo tipo para otimizar instalações como linhas de transmissão.

Vale ressaltar que estudos já mostram que mudanças do clima irão impactar severamente os serviços ecossistêmicos (IPBES, 2019; Manes et al. 2022). Estas mudanças irão afetar a integridade e a estabilidade dos serviços ecossistêmicos, variando entre os diferentes tipos de serviços e de acordo com as medidas de mitigação que forem adotadas. Como consequência, teremos impactos negativos em toda sociedade e ao seu bem-estar (Manes et al. 2022).

Os serviços ecossistêmicos culturais listados têm relação direta com o impacto causado em populações que já são vulneráveis às mudanças do clima e que poderão ter sua vulnerabilidade agravada caso haja impactos a valores estéticos, que podem representar um meio de vida na região (como turismo) e valores sociais (como impactos a meios de subsistência, como é o caso da pesca artesanal).

Quadro 3: Matriz **exemplificativa** de possíveis impactos aos serviços ecossistêmicos nas fases de pré-operação, fase de operação e descomissionamento do setor de óleo e gás e pelos empreendimentos termelétricos. Documentos consultados para elaboração dos exemplos da matriz: IPIECA e OGP, 2016; IBAMA, 2021.

Abrangência do impacto	Serviços Ecossistêmicos	Impacto		
		Fase da Pré-Operação	Fase de Operação	Descomissionamento
Local/Regional	Provisão	Possível redução de pesca comercial devido à instalação da UTE e ao movimento de navios (barulho, turbidez, luz, presença física) na fase de pesquisa sísmica e na construção das estruturas, escavações, empilhamento e ancoragem no fundo do mar e contaminação da água associada ao uso e liberação de substâncias químicas (algumas utilizadas no momento da perfuração); Acidentes com derramamento de óleo.	Possível redução de pesca comercial devido à instalação da UTE e ao movimento de navios e atividades nas plataformas (barulho, turbidez, luz, presença física) e acidentes com derramamento de óleo; Possível redução na pesca artesanal e comercial em consequência dos impactos a fauna bentônica, que é a fonte de alimento para os peixes - devido às atividades no fundo do mar com o uso de âncoras, plataformas, por exemplo, e contaminação da água associada ao uso e liberação de substâncias químicas (algumas utilizadas no momento da perfuração).	Possível mortalidade de peixes e outras espécies marinhas devido ao barulho e vibração produzidos pelo uso de explosivos no tombamento de plataformas e atividades dos equipamentos usados para remover estruturas no fundo do mar.
	Provisão de alimento			
	Provisão de água	Assoreamento do corpo hídrico.	Rebaixamento do lençol freático; Assoreamento do corpo hídrico; Contaminação das águas superficiais e subterrâneas; Diminuição da disponibilidade hídrica da região devido ao uso da água pelo empreendimento.	Disposição de resíduos na água e contaminação de água e solo com substâncias químicas.
	Suporte	Introdução de espécies exóticas por meio de navios e plataformas; Deterioração da qualidade do ar.	Introdução de espécies exóticas por meio de navios e plataformas; Contaminação do solo; Deterioração da qualidade do ar.	Distúrbios à vida marinha devido a atividades com altos ruídos, uso de substâncias químicas e presença de navios.
	Regulação e manutenção do habitat			
	Regulação	Alteração do uso do solo, alteração da disponibilidade hídrica e supressão e fragmentação de vegetação devido à construção e operação de rodovias de acesso às áreas de produção e construção e manutenção de oleodutos.	Alteração do uso do solo, alteração da disponibilidade hídrica e supressão e fragmentação de vegetação devido à construção de novas rodovias de acesso às áreas de produção e construção e manutenção de oleodutos.	
	Regulação do microclima			
	Cultural	Perturbação (visual, auditiva e física) em espécies icônicas (como baleias, aves marinhas e tartarugas) - devido às atividades de instalação de cabos no fundo do mar para levantamento de dados sísmicos, operações de perfuração, trânsito de navios e helicópteros - o que pode afetar atividades turísticas, por exemplo, importantes para as comunidades e a economia da região.	Perturbação (visual, auditiva e física) em espécies icônicas (como baleias, aves marinhas e tartarugas) - devido às atividades de instalação de cabos no fundo do mar, operações de perfuração e trânsito de navios e helicópteros - o que pode afetar atividades turísticas, por exemplo, importantes para as comunidades e a economia da região.	Perturbação (visual, auditiva e física) em espécies icônicas (como baleias, aves marinhas e tartarugas) devido ao uso de equipamentos e navios para desmobilizar a área, o que pode afetar atividades turísticas, por exemplo, importantes para as comunidades e a economia da região.
	Valores estéticos			
	Valor social	Redução nos meios de subsistência locais, de áreas para recreação e na observação de espécies icônicas - devido à contaminação por óleo e substâncias químicas e devido à instalação de UTEs.	Redução nos meios de subsistência locais, de áreas para recreação e na observação de espécies icônicas - devido à contaminação por óleo e substâncias químicas e devido à operação de UTEs.	Poluição de áreas utilizadas pela população com resíduos oriundos das atividades de descomissionamento.

Fonte: Elaboração própria.

5. Conclusões

Considerando-se a relevância da contribuição do setor de energia fóssil para as emissões totais de GEE do país e a forma como essas emissões vem sendo contabilizadas no âmbito dos respectivos licenciamentos ambientais, conclui-se que o aprofundamento da análise dos impactos climáticos, com a incorporação das emissões de escopos 1, 2 e 3 no inventário a ser exigido do empreendedor em seu EIA/RIMA, é fundamental para garantir maior transparência desses processos, bem como a eventual adoção de medidas indutoras de uma maior responsabilidade climática no setor.

Cabe destacar que análises apresentadas pelo IPCC (2022) mostram que a infraestrutura fóssil existente e planejada hoje já tem emissões de carbono comprometidas que são suficientes para obstar o cumprimento da meta de limitar o aquecimento global a 1,5°C. No Brasil, há ainda relevante planejamento de infraestrutura fóssil, segundo projeções do Plano Decenal de Energia 2030 (EPE, 2021), prevendo-se que a produção de petróleo em 2030 duplique em relação a 2019, atingindo 5,3 milhões de barris por dia (bbl/dia). Já a produção de gás natural alcançará 173,8 milhões de m³/dia em 2030.

Diante disso, fica evidente a necessidade de o setor de óleo e gás e dos empreendimentos termelétricos, principalmente aqueles que utilizam matéria-prima fóssil, estimarem adequadamente as suas emissões, considerando todas as fontes de GEE (escopos 1, 2 e 3), em todas as fases do empreendimento (pré-operação, operação e descomissionamento). Essas

informações devem ser publicizadas, a fim de conferir maior transparência aos processos de licenciamento ambiental, permitindo um maior controle social da política energética, bem como a eventual adoção de medidas adequadas e proporcionais de mitigação e compensação, a serem avaliadas caso a caso, pelos órgãos competentes.

Frise-se, também, que, conforme demonstrado no presente documento, existem diversas metodologias reconhecidamente consistentes para melhor contabilizar as emissões dos setores em análise, inclusive já sendo estas metodologias utilizadas por empresas que operam no país. Não há justificativa, portanto, para que não sejam também utilizadas no âmbito dos respectivos licenciamentos ambientais.

Em relação aos serviços ecossistêmicos, o setor de óleo e gás já os listou, considerando os que são impactados pelas suas atividades e aqueles dos quais dependem. Fica evidente, portanto, que o setor, em âmbito global, reconhece a importância de estes serviços serem analisados. Os impactos causados pelas atividades das termelétricas, por sua vez, também já são conhecidos, o que facilita a análise dos serviços afetados. Desta forma, não há qualquer impedimento técnico para a avaliação dos serviços ecossistêmicos ser considerada desde a fase de licenciamento, inclusive para fins de avaliação de alternativa locacional e de delimitação das áreas de influência do empreendimento/atividade, considerando, minimamente, os serviços que, se impactados, podem potencializar a crise climática.

6. Referências

API (American Petroleum Institute) 2009. **Compendium of greenhouse gas emissions methodologies for the Oil and Natural Gas industry**, desenvolvido por Theresa M. Shires;

Christopher J. Loughran; Stephanie Jones; Emily Hopkins. Washington, DC. 807pp.

API (The American Petroleum Institute), 2021. **Guidance Orientation to API Climate-related Reporting Initiative and API Template 1.0 for GHG Reporting**. 21 pp.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética (2021). **Plano Decenal de Energia - 2030**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030_RevisaoPosCP_rv2.pdf> Acesso em: abril/2022.

Fundação Getúlio Vargas e Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP, 2008. **Programa Brasileiro GHG Protocol. Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa** (Segunda Edição). Fundação Getúlio Vargas & World Resources Institute. 39pp.

IBAMA, 2021. **Guia de Avaliação de Impacto Ambiental: Relação Causal de Referência de Sistema de Usina Termelétrica**. Versão preliminar. 50p.

IPBES (2019): **Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services**. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F.

Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.

IPCC, 2022. Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. *In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

IPIECA (The global oil and gas industry association for environmental and social issues), API (The American Petroleum Institute) e OGP (International Association of Oil & Gas Producers), 2011. **Petroleum industry guidelines for reporting greenhouse gas emissions**. 2ª edição. 84pp.

IPIECA (The global oil and gas industry association for environmental and social issues) e API (The American Petroleum Institute), 2015. **Addressing uncertainty in oil and natural gas industry greenhouse gas inventories: Technical considerations and calculation methods**. Desenvolvido por The LEVON Group, LLC e URS Corporation. 76pp.

IPIECA (The global oil and gas industry association for environmental and social issues) e API (The American Petroleum Institute), 2016. **Estimating petroleum industry value chain (Scope 3) greenhouse gas emissions: Overview of methodologies**. 84pp.

IPIECA (The global oil and gas industry association for environmental and social issues) e OGP (International Association of Oil & Gas Producers), 2016. **Ecosystem Services guidance: Biodiversity and ecosystem services guide and checklist**. 36pp.

ISO 14064-1/2018. **Greenhouse gases - Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals**.

Levin, K.; Boehm, S.; Carter, R. **6 Big Findings from the IPCC 2022 Report on Climate Impacts, Adaptation and Vulnerability**. World Resources Institute. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/ipcc-report-2022-climate-impacts-adaptation-vulnerability?utm_medium=social&utm_source=twitter&utm_campaign=ipcc>. Acesso em: 10/03/2022.

Manes, S., Vale, M.M., Malecha, A., Pires, A.P.F., 2022. **Nature-based solutions promote climate change adaptation safeguarding ecosystem services**. Ecosyst. Serv. 55, 101439. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101439>.

SEEG, 2021. **Análise das emissões brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil**. Por Renata Fragoso Potenza, Gabriel de Oliveira Quintana, Anderson Matheus Cardoso (Imaflora), David Shiling Tsai, Marcelo dos Santos Cremer, Felipe Barcellos e Silva (Iema), Kaccnny Carvalho, Iris Coluna (ICLEI), Julia Shimbo, Camila Silva, Edriano Souza, Bárbara Zimbres, Ane Alencar (Ipam), Claudio Angelo, Tasso Azevedo (Observatório do Clima). Disponível em: <seeg.eco.br>.

Unterstell & Martins, 2022. NDC do Brasil: Avaliação da atualização submetida à UNFCCC em 2022. Nota Técnica. Rio de Janeiro, Brasil. TALANOA, 2022. Disponível em: <www.institutotalanoa.org/documentos>.

Viscondi, G. de F., Silva, A.F., Cunha, K.B., 2016. Geração termelétrica e emissões atmosféricas: poluentes e sistemas de controle, IEMA - Instituto de Energia e Meio Ambiente. São Paulo.

WRI (World Resources Institute) e WBCSD (World Business Council for Sustainable Development), 2011. **Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard**. 152pp.



Apoio:

