

PROPOSTA DE ABORDAGEM DAS MUDANÇAS DO CLIMA NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

AGRADECIMENTOS

A ABRAMPA agradece o apoio de todas as pessoas e entidades que colaboraram com a produção deste documento. Esta publicação é resultado de esforços coletivos e de diálogos com diversos especialistas em Mudanças do Clima, Conservação da Biodiversidade, Licenciamento Ambiental, Direito Ambiental e Serviços Ecosistêmicos. Agradecemos especialmente 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 Kaseckera, que integraram o grupo técnico-científico e gentilmente cederam seu tempo e expertise participando de entrevistas e oficinas. Agradecemos também a todos os membros do Ministério Público que participaram das rodadas de revisão e aperfeiçoamento do trabalho. Esta publicação não teria sido possível sem a fundamental parceria do Instituto Clima e Sociedade (ICS), a quem agradecemos especialmente na pessoa de Caio Borges.

EXPEDIENTE

ABRAMPA

Associação Brasileira dos Membros do
Ministério Público de Meio Ambiente

Presidência:

Cristina Seixas Graça

Vice-Presidência:

Luciano Furtado Loubet, Alexandre Gaio,
Sandra Akemi Shimada Kishi

PROPOSTA DE ABORDAGEM DAS MUDANÇAS DO CLIMA NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Autora: Eline Matos Martins

Revisão técnica: Alexandre Gaio, Liz Buck Silva
e Vivian Maria Pereira Ferreira

Execução: ABRAMPA – Associação Brasileira
de Membros do Ministério Público

Apoio: Instituto Clima e Sociedade

ABRAMPA

Associação Brasileira dos Membros do Ministério
Público de Meio Ambiente, 2021

abrampa@abrampa.org.br

SUMÁRIO

Apresentação	4
1. Introdução	6
2. Principais métodos para medição de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)	9
2.1 Programa Brasileiro GHG Protocol	9
2.2 ISO (International Organization for Standardization)	11
3. Avaliação de serviços ecossistêmicos	12
4. Proposta de Abordagem das Mudanças do Clima no Licenciamento.....	14
4.1 Limite organizacional do inventário de GEE no licenciamento	14
4.2 Limite operacional: escopos de estimativa de emissões no âmbito da pré- operação do empreendimento/atividade	15
4.3 Cálculo da estimativa de emissão para a fase de operação do empreendimento/atividade	17
4.4 Potenciais Impactos em Serviços Ecossistêmicos Associados ao Clima	17
4.5 Inserção do Diagnóstico Climático no EIA/RIMA.....	18
5. Recomendações.....	20
REFERÊNCIAS	22
ANEXO I.....	25

Apresentação

A [ABRAMPA](#) – Associação Brasileira dos Membros do Ministério Público de Meio Ambiente vem desenvolvendo, em parceria com o [Instituto Clima e Sociedade](#) (iCS), o **Projeto Política de Mudanças Climáticas em Ação**, coordenado pelo Promotor de Justiça Alexandre Gaio. O projeto visa contribuir para a efetividade da Política Nacional sobre Mudanças do Clima – PNMC.

De fato, embora a PNMC tenha sido instituída há mais de 10 anos pela Lei nº 12.187/09, muitos de seus princípios, objetivos e diretrizes ainda não foram traduzidos em prática e em ações de governança ambiental. O processo de licenciamento ambiental, por exemplo, tal como é realizado hoje pelos órgãos ambientais, ainda não exige uma avaliação dos impactos de empreendimentos/atividades ao sistema climático global e à resiliência climática local.

A medida, no entanto, atenderia aos comandos estabelecidos no art. 225, *caput* e § 1º, IV, da Constituição Federal, e à legislação ambiental vigente e daria concretude aos princípios do poluidor-pagador, da precaução e da prevenção. Portanto, um dos objetivos do projeto é **fornecer ferramentas que permitam que os impactos climáticos passem a ser considerados nos processos administrativos de licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos com grande potencial degradador ou poluidor do meio ambiente.**

Para que isso se torne uma realidade, um passo essencial é definir as diretrizes e os métodos a serem incorporados ao processo de licenciamento, a fim de fornecer uma visão clara ao órgão ambiental sobre os impactos gerados pelo empreendimento/atividade no clima. Para alcançar tais objetivos, desenvolvemos uma **análise dos estudos que deveriam ser realizados por empreendimentos e atividades sujeitos a EIA/RIMA** a fim de prever, compensar e mitigar os seus impactos ao sistema climático.¹ Em anexo a este documento (**Anexo 1**), encontra-se o termo de referência,

¹ A presente proposta foi desenvolvida por Eline Martins (bióloga, mestre em conservação e doutora em botânica, com foco em conservação da biodiversidade) para o Projeto Política de Mudanças Climáticas em Ação, da ABRAMPA. A proposta contou com a contribuição de diversos especialistas das áreas de Mudanças do Clima, Conservação da Biodiversidade, Licenciamento

contendo as diretrizes e orientações técnicas que devem ser solicitadas pelo órgão ambiental para que o diagnóstico climático seja incorporado ao EIA/RIMA. O termo foi elaborado nos moldes daqueles já utilizados pelos órgãos ambientais para elencar os estudos necessários no processo de licenciamento.

ALEXANDRE GAIO

Vice-Presidente da ABRAMPA
Coordenador do Projeto Política de
Mudanças Climáticas em Ação

1. Introdução

Para que se possa mensurar os impactos causados por um empreendimento/atividade no sistema climático, é imprescindível medir a sua emissão de gases de efeito estufa (GEE), causadores do aquecimento global. Muitas organizações – como o Painel Intergovernamental de Mudança (IPCC), a Organização Internacional para Padronização (ISO), a Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), o *GHG Protocol* e o Programa Brasileiro GHG Protocol – já desenvolveram métodos para calcular fatores de emissão, com equações específicas para cada atividade e ferramentas de cálculo para facilitar a elaboração do inventário de GEE, além de já terem traçado diretrizes e princípios bem definidos.

Os estados de São Paulo (CETESB 254/2012) e do Rio de Janeiro (Resolução INEA 64/2012)² já exigem que alguns tipos de empreendimentos (por exemplo: aterros sanitários, estações de tratamento de esgotos, indústria petroquímica, indústria de produção de cimento, indústria de alumínio, siderurgia e termelétricas movidas a combustíveis fósseis) apresentem um inventário anual de emissões de GEE a partir de métodos já consolidados, como a norma ABNT NBR ISO 14.064-1 – Gases de Efeito Estufa ou *GHG Protocol* (Protocolo de Gases de Efeito Estufa). A utilização de metodologias já estabelecidas permite que o inventário seja auditável e mais transparente.

A elaboração de um inventário é o primeiro passo para construir um plano efetivo de redução das emissões de GEE, pois permite que se conheça o padrão de emissões a partir do qual é possível estabelecer ações, estratégicas e de metas de mitigação, no sentido de evitar que a temperatura do planeta se eleve a ponto de causar danos extensos e irreversíveis aos ecossistemas e às populações humanas. Isso, por si só, já é um grande ganho, porém, no contexto do licenciamento, é importante ir além das emissões de GEE, pois as mudanças do clima já são uma realidade.

Ainda que se busque limitar as emissões de GEE e, com isso, frear a progressão do aquecimento global, a concentração de GEE atualmente existente na atmosfera já é responsável pela elevação da média da temperatura da atmosfera e pela ocorrência de eventos climáticos extremos cada vez mais frequentes, como secas severas e chuvas intensas em curtos períodos de tempo, o que impacta, por exemplo, a segurança hídrica

² Há outras normas do Rio de Janeiro que preveem a realização de inventário, a exemplo das seguintes: Lei Estadual 5.690/2010; Decreto Estadual 41.318/2008; Decreto Estadual 43.216/2011; Decreto Estadual 46.890/2019; Resolução Conjunta SEA/FEEMA 22/2007; Resolução INEA 65/2012.

e alimentar e o próprio modo de vida das pessoas, principalmente de grupos sociais mais vulneráveis (Allen et al. 2018; Hoegh-Guldberg et al. 2018; BPBES & PMBC, 2020).

Alguns empreendimentos/atividades podem ter impactos locais/regionais que maximizam as consequências das mudanças climáticas em curso, como exemplos, ao alterar o microclima (criar ilhas de calor), ao aumentar os riscos de enchentes devido à impermeabilização do solo, ao aumentar as chances de deslizamentos de terra e de ocorrência de doenças emergentes. Cabe ressaltar que esses empreendimentos/atividades podem ser prejudicados pelos impactos das mudanças do clima, uma vez que dependem de serviços ecossistêmicos que também são afetados por estas mudanças, como a disponibilidade hídrica ou a fertilidade do solo.

A incorporação das questões climáticas no licenciamento ambiental é, entretanto, desafiadora. Uma das questões centrais é definir como realizar a estimativa das emissões de GEE ao planejar as fases de pré-operação (estudos e implantação) e operação do empreendimento/atividade. Além disso, é relevante perquirir como considerar os impactos locais e regionais de um empreendimento/atividade que podem, direta ou indiretamente, afetar a resiliência do ecossistema às mudanças do clima.

A presente proposta busca oferecer respostas a essas questões, apontando caminhos sobre como analisar os impactos climáticos na fase de licenciamento ambiental, projetando impactos mensuráveis e, em alguma medida, previsíveis para o futuro. O documento foi elaborado a partir da condução da ABRAMPA e contou com a colaboração de um grupo técnico-científico formado por especialistas das áreas de Mudanças do Clima, Conservação da Biodiversidade, Licenciamento Ambiental, Direito Ambiental e Serviços Ecossistêmicos, pertencentes a diferentes setores (academia, empresas, organizações da sociedade civil e governo). 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.

Uma primeira versão do documento foi criada pela equipe do projeto e enviada a todos os especialistas do grupo técnico-científico, para que pudessem se familiarizar com a proposta e posteriormente contribuir de forma mais efetiva em reuniões individuais. Após essas reuniões, uma nova versão do texto foi apresentada aos membros da ABRAMPA, em dezembro de 2020, quando novas contribuições foram recebidas e incorporadas ao documento. A partir de novas leituras e discussões entre os integrantes

do projeto, foram feitos novos avanços e uma terceira versão da proposta foi novamente debatida junto ao grupo de especialistas, resultando na proposta final, ora apresentada.

Cabe ressaltar que durante todo o processo, a literatura especializada no tema foi consultada e serviu de base para toda a proposta, além das contribuições do grupo técnico-científico e de profissionais do direito, que apoiaram no esclarecimento de dúvidas relacionadas ao licenciamento e documentos técnicos federais e estaduais, que direcionam o processo de elaboração de EIA/RIMA, consultados para guiar a elaboração da proposta de Termo de Referência apresentada no Anexo 1.

2. Principais métodos para medição de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)

2.1 Programa Brasileiro GHG Protocol³

O *Greenhouse Gas Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard* (O Protocolo de Gases de Efeito Estufa – Um Padrão Corporativo de Contabilização e Reporte), conhecido como GHG Protocol, foi lançado em 1998 e revisado em 2004, pela *World Resources Institute* (WRI) em associação com o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). O processo incluiu atores diversos como organizações não governamentais (ONGs), governo e outras conveniadas ao WRI e ao WBCSD. A metodologia utilizada no desenvolvimento do GHG Protocol é compatível com as normas da *International Organization for Standardization* (ISO) e com as metodologias de quantificação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC). Atualmente, o *GHG protocol* é a ferramenta mais utilizada mundialmente pelas empresas e governos para mapear, analisar, quantificar e gerenciar as suas emissões.

No Brasil, o *GHG protocol* foi adaptado ao contexto nacional pelo **Programa Brasileiro GHG Protocol**, em 2008, e sua implementação é uma iniciativa do Centro de Estudos em Sustentabilidade, da Fundação Getulio Vargas (FGV), e do World Resources Institute (WRI), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). O programa brasileiro baseia-se em técnicas internacionais, como o próprio *GHG protocol*, e também nas normas do ISO 14064 e nas metodologias do IPCC para inventários nacionais, o que facilita a comparação entre inventários elaborados com essas outras metodologias. Um dos seus objetivos é identificar, calcular e elaborar inventário de emissões de GEE em nível organizacional.

Para a realização do inventário, o programa segue os princípios do *GHG Protocol Corporate Standard* e ISO 14064-1: relevância, integralidade, consistência, transparência

³ O tópico 2.1. foi escrito com base no documento "Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa", produzido por FGV e WRI, disponível [aqui](#).

e exatidão. Busca, então, definir os limites do inventário, que podem ser classificados entre os limites organizacionais e os limites operacionais.

Os **limites organizacionais** referem-se à abrangência de operação que varia, em uma empresa, de acordo com a sua estrutura legal e organizacional. Desta forma, o inventário deve incluir as emissões referentes a todas as atividades abrangidas pelo seu controle operacional. É possível, porém opcional, inserir no inventário também as emissões decorrentes da atividade de organizações nas quais a inventariante tem participação societária.

A definição dos **limites operacionais**, por sua vez, consiste em identificar as emissões decorrentes da operação, que podem ser classificadas como emissões de escopo 1, de escopo 2 e de escopo 3. 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. As emissões de escopo 3 abrangem 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.

Com os limites definidos e as emissões identificadas conforme o escopo, a próxima etapa é calcular as emissões. Para isso, o protocolo disponibiliza gratuitamente uma [ferramenta de cálculo](#) geral, comum a vários setores e tipos de emissão e que pode ser complementada por ferramentas para setores mais específicos [disponibilizados pelo GHG Protocol](#).

2.2 ISO (International Organization for Standardization)⁴

Os documentos do conjunto ISO 14060 fornecem clareza e consistência para quantificar, monitorar, relatar emissão e remoção de gases de efeito estufa (GEE), utilizando diretrizes e ferramentas baseadas em conhecimento científico. Dessa forma, as corporações usuárias podem identificar oportunidades de redução das emissões, gerenciar riscos e oportunidades relacionados às mudanças do clima, participar de iniciativas voluntárias de registro de emissões e de comércio de créditos de carbono e aderir de forma voluntária ou mandatária aos programas de governo. O uso desses documentos aumenta a credibilidade, a consistência e a transparência da quantificação, proporciona o desenvolvimento e a implementação de ações de mitigação de forma efetiva baseada no cenário de emissões da organização e permite o monitoramento e a avaliação das emissões ao longo do tempo.

O conjunto de documentos ISO 14060 trata do tema de emissões/remoções de GEE. Entretanto, no contexto de metodologia de quantificação de GEE, é importante destacar as três partes da ISO 14064:

- a.** a ISO 14064-1:2018 traz os princípios e requisitos para elaborar um inventário de GEE para uma organização, incluindo as emissões e remoções de GEE;
- b.** a ISO 14064-2:2019 detalha princípios e requerimentos para determinar a linha de base e monitorar, quantificar e relatar as emissões de atividades que visam reduzir emissões e aumentar a remoção de GEE;
- c.** a ISO 14064-3: 2019 é um guia para verificar e validar um inventário de GEE.

Em suma, os documentos da ISO 14064 trazem clareza e consistência para quantificar, monitorar e elaborar um inventário de GEE, além de fornecer diretrizes sobre como validar e verificar projetos de redução e remoção de GEE. A Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT) já elaborou, em parceria com o SEBRAE, um [guia](#) para a elaboração de inventários e projetos relacionados à emissão de GEE com base na ABNT NBR ISO 14064, versão brasileira da norma elaborada pelo Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental (ABNT/CB-38) por meio de seu Subcomitê de Mudanças Climáticas.

⁴ O tópico 2.2. tomou por base o ISO 14064, partes 1, 2 e 3.

3. Avaliação de serviços ecossistêmicos

Os serviços ecossistêmicos (SE) são bens e serviços fornecidos pelos ecossistemas, ou seja, são as condições e os processos por meio dos quais os ecossistemas naturais sustentam a vida humana (Daily, 1997; Fisher & Turner, 2008; Fisher, Turner & Morling, 2009). Alguns serviços ecossistêmicos são fundamentais para assegurar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade de sistemas ecológicos, geofísicos e socioeconômicos aos efeitos adversos decorrentes das mudanças climáticas. Os SE podem ser classificados em quatro categorias:

- a.** provisão, que são os bens obtidos do ecossistema (como alimento e água potável);
- b.** regulação, que são os benefícios obtidos dos processos dos ecossistemas (relacionados à regulação do fluxo da água e do clima, à fertilidade do solo, à prevenção da erosão, ao controle biológico e à prevenção de desastres);
- c.** cultural, que são os benefícios intangíveis obtidos do ecossistema (por exemplo, recreação e turismo); e
- d.** suporte, que são os serviços do próprio habitat (responsáveis pelo funcionamento de todos os outros, como a formação do solo e a ciclagem de nutrientes) (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Vale ressaltar que a Lei nº 14.119/2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, traz uma definição para serviços ecossistêmicos e suas modalidades:

“Art. 2º. Para os fins desta Lei, consideram-se (...)

II – 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; e

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".

Uma classificação norteadora, com uma lista de serviços ecossistêmicos, já foi realizada por algumas iniciativas como o [Millenium Ecosystem Assessment](#), o [Common International Classification of Ecosystem Services \(CICES\)](#) e a Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES). Entretanto, a adoção de uma classificação depende do seu uso, vale dizer, se será empregada para mensuração, para valoração ou para comunicação da sua importância.

Para a avaliação e valoração dos serviços ecossistêmicos, há ferramentas que podem ser usadas em diferentes escalas da paisagem e para diferentes propósitos, como *Integrated Valuation of Environmental Services and Tradeoffs* (InVEST), *Artificial Intelligence for Ecosystem Services* (ARIES), *Co\$ting Nature* e *Corporate Ecosystem Services Review* (ESR). Dessa forma, percebe-se que embasamento teórico e ferramentas de avaliação não são fatores limitantes para incluir a avaliação dos serviços ecossistêmicos no licenciamento ambiental, porém existem outras limitações que são apresentadas no item 4.4, a seguir.

4. Proposta de Abordagem das Mudanças do Clima no Licenciamento

Com base no contexto apresentado, foi elaborada uma proposta de abordagem da questão climática no licenciamento ambiental. Essa proposta baseia-se em 5 aspectos centrais, a seguir descritos.

4.1 Limite organizacional do inventário de GEE no licenciamento

A definição do limite organizacional do inventário é essencial para determinar a sua abrangência. Para um inventário no âmbito do licenciamento ambiental, é importante deixar claro quais organizações estão envolvidas com a solicitante da licença e com toda a fase da pré-operação do empreendimento/atividade. A fase de operação será discutida no item 4.3.

A **figura 1** representa uma proposta com o arranjo do limite organizacional, que envolve a solicitante direta da licença, qualquer vinculada legal a esta que esteja trabalhando no empreendimento/atividade, a empresa contratada para elaborar o EIA/RIMA e a empresa contratada para atividades da pré-operação, como obras e instalações.

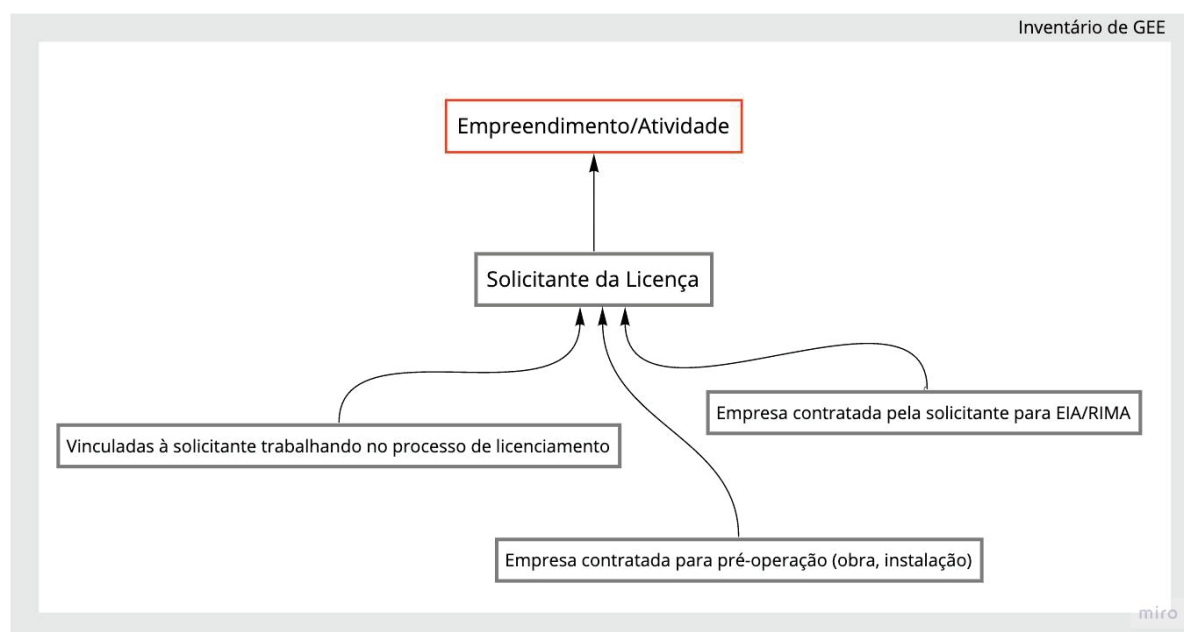


Figura 1: Proposta de limite organizacional para inventário de GEE na fase de pré-operação do empreendimento/atividade.

4.2 Limite operacional: escopos de estimativa de emissões no âmbito da pré-operação do empreendimento/atividade

O limite operacional é essencial para definir quais fontes de emissão serão consideradas no inventário, classificando-as em escopos 1, 2 e 3. Para a fase de pré-operação do empreendimento/atividade foram exemplificadas no Quadro 1 as fontes de emissão que podem ser comuns em cada escopo nos empreendimentos/atividades e devem ter sua emissão estimada.

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 de um determinado empreendimento/atividade.

De fato, as emissões de escopo 3 podem representar uma parcela significativa das emissões globais do empreendimento/atividade, principalmente na fase de pré-operação. Porém, como bem descrito no “Programa Brasileiro GHG Protocol”, “a contabilização das emissões de Escopo 3 não precisa envolver uma análise completa do ciclo de vida de GEE de todos os produtos e operações” e sim medir as emissões mais significativas desse escopo.

Para elencar quais fontes são relevantes e devem ser consideradas, alguns critérios podem ser adotados, como: identificar quais emissões representam um volume grande de emissões, considerando uma comparação com o volume das emissões dos escopos 1 e 2; identificar quais emissões poderiam ser reduzidas com a influência da solicitante, por exemplo, a solicitante pode influenciar empresas terceirizadas a oferecer/vender produtos que emitem menos GEE; identificar atividades terceirizadas que, caso estivessem sob a gestão direta da solicitante, representariam uma parcela significativa do escopo 1 ou 2; identificar se os materiais que emitem GEE de forma substancial representam uma fração significativa do peso ou da composição de um produto usado ou produzido (ex. cimento, alumínio), entre outros.

Quadro 1: Limite operacional **exemplificativo** no cenário prévio à operação e durante a operação do empreendimento/atividade.

Escopos	Fontes de Emissão de GEE	
Escopo 1 - Emissões diretas	Consumo de combustíveis	Transporte com veículo próprio/sob gestão do empreendimento/atividade
		Maquinários fixos e móveis (ex. trator, geradores, motores, incineradores)
	Mudança no uso da terra	Supressão da vegetação
		Revolvimento/exposição do solo
		Retirada de camada do solo
Efluentes e Resíduos	Emissões dos tratamentos feitos com efluentes (ETE) e resíduos no próprio empreendimento/atividade (compostagem)	
Emissões fugitivas e outros processos	Emissões de processos físicos e químicos (ex. emissões de PFC da fundição do alumínio), emissões fugitivas (ex. vazamento de hidrofluorcarbonos (HFCs) durante o uso de equipamento de refrigeração e ar condicionado, vazamento de metano (CH ₄) no transporte de gás natural)	
Escopo 2 - Emissões Indiretas da Energia Adquirida	Energia	Emissões da geração da energia adquirida pelo empreendimento/atividade
Escopo 3 - Outras Emissões Indiretas	Consumo de combustíveis	Transporte com veículo sob gestão não direta da empresa
		Viagens aéreas
		Maquinários fixos e móveis sob gestão não direta da empresa (ex. trator, geradores, motores, incineradores)
		Frete dos materiais/insumos usados na obra ou durante operação
	Efluentes e Resíduos	Emissões dos tratamentos dos efluentes e resíduos feitas por terceiros
Uso de Produtos	Emissões para fabricação dos produtos usados na obra ou na operação (ex. fabricação de cal, fabricação de cimento, manufatura de materiais em geral); uso final de bens e serviços vendidos pela organização inventariante no ano inventariado (contabilizar no ano inventariado todas as emissões ao longo da vida útil do bem vendido); tratamento de fim de vida dos produtos vendidos (emissões provenientes da disposição final e tratamento dos produtos vendidos no ano inventariado pela organização inventariante – emissões pós consumo)	

4.3 Cálculo da estimativa de emissão para a fase de operação do empreendimento/atividade

O inventário de GEE para a fase de operação do empreendimento/atividade não difere dos já realizados pelas organizações (de forma voluntária ou mandatória) utilizando os princípios, metodologias e ferramentas já estabelecidas e já apresentadas anteriormente. A diferença essencial é que seria um inventário estimado (assim como na fase de pré-operação), considerando o planejamento do empreendimento/atividade. Desta forma, a proposta é que o inventário seja realizado com base na estimativa de emissão de GEE, utilizando a base metodológica já existente, porém incluindo de forma mandatória a mensuração das emissões de escopo 3, como descrito no item 4.2.

Os exemplos do **quadro 1** também podem ser aplicados para a fase de operação. Os guias para setores específicos, como as disponibilizadas pelo [Programa Brasileiro GHG Protocol](#), [GHG Protocol](#), [Ethos](#), [SENAI](#) e [Sindicato de Construção de SP](#), também podem dar suporte nesta elaboração.

4.4 Potenciais Impactos em Serviços Ecossistêmicos Associados ao Clima

Para além de estimar as emissões de GEE nas fases de pré-operação e na operação em si, é importante analisar como o empreendimento/atividade pode afetar, direta ou indiretamente, a resiliência e a capacidade adaptativa do ecossistema frente às mudanças do clima. Essa medição não é trivial, pois exige dados que demonstrem que a região do empreendimento/atividade já enfrenta impactos das mudanças do clima e que associem a maximização desses impactos à perda/redução de determinados serviços ecossistêmicos.

Ante a dificuldade de obtenção de tais dados, sugere-se realizar a avaliação dos serviços ecossistêmicos que sabidamente são importantes em um contexto de mudanças do clima. Dentre esses, poderíamos elencar alguns cuja avaliação é mais factível, como sequestro e estoque de carbono, regulação hídrica, purificação da água e prevenção à erosão e manutenção da fertilidade do solo.

É importante ressaltar que a indisponibilidade de dados e a falta de capacidade técnica dos profissionais para tratar do tema podem ser fatores que,

momentaneamente, gerem alguma dificuldade para incorporar a avaliação dos Serviços Ecosistêmicos aos estudos de EIA/RIMA. Porém, salienta-se que há diversos estudos que já avaliaram o impacto de empreendimentos e projetos nos serviços ecosistêmicos (Rounsevell e Harrison 2010, Landsberg et al. 2013, Honrado et al. 2013, Rosa e Sanchez 2016, Longo e Rodrigues 2017). A incorporação de protocolos para auxiliar na avaliação desses impactos nos serviços ecosistêmicos possibilita uma visão mais sinérgica e eficaz das consequências de vários empreendimentos/atividades em uma região.

O estímulo à cooperação de diferentes setores (instituições de pesquisa, universidades, empresas, governo e terceiro setor) e a permanente capacitação técnica, inclusive dos servidores dos órgãos públicos ambientais, sem prejuízo da possível destinação de medidas compensatórias ambientais para o custeio de pesquisas, apresentam-se como ações importantes para superar eventuais dificuldades metodológicas e de disponibilidade de dados quanto ao tema em referência.

Por fim, destaca-se que a avaliação da perda/alteração de serviços ecosistêmicos pode ser relevante para que o empreendedor analise o risco a que seu empreendimento/atividade pode estar exposto, já que os empreendimentos podem ser dependentes do ecossistema em que estão inseridos. Assim, alterações na quantidade ou qualidade de serviços ecosistêmicos podem oferecer riscos aos negócios em função de sua dependência destes serviços.

4.5 Inserção do Diagnóstico Climático no EIA/RIMA

Assim como nos processos de licenciamento já é requerido o diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico da área do projeto, a proposta é que seja incluído um diagnóstico climático que contemple: **(i)** Inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE); e **(ii)** Identificação e Avaliação de Impactos aos Serviços Ecosistêmicos associados ao clima.

Essa inserção implica considerar os dados e análises desse diagnóstico em outros tópicos do EIA/RIMA como na avaliação de alternativas tecnológicas e locacionais; na análise de área de influência do empreendimento (área diretamente afetada - ADA, área de influência direta - AID, e área de influência indireta - AII); na análise integrada, que considera a interação dos componentes de todos os dados e análises realizadas, de

maneira a demonstrar com clareza as principais inter-relações entre todos os componentes estudados; assim como no prognóstico ambiental, que considera as alternativas de execução e de não-execução do empreendimento, sendo esta última baseada na identificação e avaliação dos impactos ambientais.

A inserção do componente climático também irá permitir que os impactos climáticos sejam considerados na elaboração das medidas mitigadoras e compensatórias, bem como na elaboração de planos, programas ou subprogramas relacionados ao clima.

5. Recomendações

As recomendações a seguir apontam questões que devem ser consideradas e analisadas no contexto da implementação das diretrizes anteriormente traçadas:

- propor aos órgãos ambientais que passem a exigir, no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades sujeitos a EIA/RIMA, uma avaliação dos impactos ao sistema climático global e à resiliência climática local, incluindo-se uma avaliação dos impactos aos serviços ecossistêmicos, o que pode ocorrer por meio de norma específica que trate dos termos de referência;
- que os inventários de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) sejam estimados no EIA/RIMA, conforme termo de referência, bem como realizados periodicamente nas fases de pré-operação e operação das atividades ou empreendimento, consoante condicionantes fixadas nas licenças ambientais, ou seja, que o inventário de GEE seja feito para além da fase de licenciamento, mas englobe também a fase de pré-operação e operação do empreendimento;
- a previsão, no licenciamento ambiental, de condicionantes e medidas mitigadoras e compensatórias aos impactos e danos climáticos, incluindo plano de mitigação das emissões;
- considerar solicitar inventário com estimativa de emissão de GEE e avaliação dos impactos aos serviços ecossistêmicos também na fase de desativação do empreendimento/atividade, caso o impacto ao sistema climático global e à resiliência climática local seja considerado significativo pelo órgão ambiental;
- estimular a cooperação de diferentes setores (instituições de pesquisa, universidades, empresas, governo e terceiro setor) e a permanente capacitação técnica, inclusive dos servidores dos órgãos públicos ambientais, para superar eventuais dificuldades metodológicas e de disponibilidade de dados quanto ao tema em referência;

- elaborar e implementar uma plataforma única para os órgãos responsáveis pelo licenciamento para inserção das informações dos inventários de GEE. A plataforma possibilitaria uma compilação de dados espacializado de interesse nacional, garantindo a transparência e a utilização destes para diversos fins. Ainda, permitiria uma análise integrada das informações com outros empreendimentos/atividades já instalados ou em fase de instalação, indo além de uma informação pontual e individual do empreendimento/atividade, para permitir avaliar os impactos cumulativos e os impactos indiretos no contexto local/regional em que pretende se inserir. Uma plataforma para a mesma função, repositório de dados espacializados, também é recomendada para as informações geradas sobre os serviços ecossistêmicos, e esta poderia ser mantida pela Embrapa ou por outro órgão responsável;
- elaborar um guia específico para orientar a realização do inventário de GEE no licenciamento e a avaliação de serviços ecossistêmicos associados ao clima; e
- aprofundar estudos sobre a possibilidade de uso de instrumentos econômicos de estímulo, indução e premiação de práticas positivas pelos empreendedores. Por uma questão de recorte, o foco do trabalho realizado foi contribuir com ferramentas para a elaboração de um diagnóstico climático no processo de licenciamento ambiental, delimitando os fatores a serem observados enquanto exigências e condicionantes de licença. Mecanismos como mercado de carbono podem ter uma aplicação importante e paralela à proposta ora apresentada.

REFERÊNCIAS

- Allen, M.R., O.P. Dube, W. Solecki, F. Aragón-Durand, W. Cramer, S. Humphreys, M. Kainuma, J. Kala, N. Mahowald, Y. Mulugetta, R. Perez, M. Wairiu e K. Zickfeld, 2018: Framing and Context. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)].
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. Guia de implementação: Gestão de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Rio de Janeiro: ABNT; Sebrae. 39 pp.
- BPBES & PMBC (2020) Potência Ambiental da Biodiversidade: um caminho inovador para o Brasil. Sumário para tomadores de decisão. Fábio R. Scarano, Andréa S. Santos, Suzana K. Ribeiro, Carlos A. Nobre, José A. Marengo, Jean-Pierre Ometto, Paula Ceotto, Rafael Loyola, Aliny P. F. Pires, Juliana B. Ribeiro, Beatriz L. R. Carneiro. (Eds). 1a Edição, São Carlos, SP: Editora Cubo. 6.2 Mb. <http://doi.org/10.4322/978-65-86819-03-8>.
- CETESB, 2012. Decisão da Diretoria nº 254/2012/V/I de 22 de agosto de 2012. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/08/decisao_de_diretoria_254_2012.pdf.
- FGV EAESP e Programa Brasileiro GHG Protocol, 2018. NOTA TÉCNICA Definição das categorias emissões de gases de efeito estufa (GEE) de Escopo 3- versão 2.0. Disponível em: <http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg-protocol-nota-tecnica-categorias-escopo-3-v2.pdf>.
- Fidalgo, E.C.C, Prado, R. B., Treta, A.P. D, Schuler, A.E. Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos: seleção de áreas e monitoramento, 2017. Brasília, DF: Embrapa. 78 p.
- 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.

- Hoegh-Guldberg, O., D. Jacob, M. Taylor, M. Bindi, S. Brown, I. Camilloni, A. Diedhiou, R. Djalante, K.L. Ebi, F. Engelbrecht, J. Guiot, Y. Hijikata, S. Mehrotra, A. Payne, S.I. Seneviratne, A. Thomas, R. Warren, and G. Zhou, 2018: Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)].
- Honrado, J.P., Vieira, C., Soares, C., Monteiro, M.B., Marcos, B., Pereira, H.M., Partidário, M.R., 2013. Can we infer about ecosystem services from EIA and SEA practice? A framework for analysis and examples from Portugal. *Environ. Impact Assess. Rev.* 40, 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2012.12.002>.
- INEA, 2012. Resolução INEA/Pres nº 64 de 14 de dezembro de 2012. Disponível em: <<http://oads.org.br/leis/3064.pdf>>.
- 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.
- ISO 14064-2/2019, Greenhouse gases - Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements.
- ISO 14064-3/2019, Greenhouse gases - Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements.
- Instituto Ethos, 2013. Guia Metodológico para Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Engenharia e Construção.
- Landsberg, F, Treweek, J, Stickler, M, Henninger, N, Venn, O. Weaving, 2013. Ecosystem Services into Impact Assessment. A step by step method. WRI. 36pp.
- Longo, M.H.C. e Rodrigues, R.R. 2017. Análise de serviços ecossistêmicos na Avaliação de Impacto Ambiental: proposta e aplicação em um empreendimento mineral. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 43, Edição Especial: Avaliação de Impacto Ambiental, p. 103-125. DOI: 10.5380/dma.v43i0.54106.
- MMA, 2018. Adaptação baseada em ecossistemas (AbE) frente à mudança do clima. Disponível em: <<http://mma.gov.br/publicacoes-mma>>.

- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. Ecosystems and Human Well-being: synthesis, Ecosystems. Island Press, Washington. doi:10.1196/annals.1439.003.
- Ministry of the Environment and Climate Change, 2017. Considering climate change in the environmental assessment process. Toronto, Ontario. Disponível em: <<https://www.ontario.ca/page/considering-climate-change-environmental-assessment-process#section-3>>.
- Rosa, J. C. S., Sánchez, L. E.. Advances and challenges of incorporating ecosystem services into impact assessment. Journal of Environmental Management, New York, v. 180, p. 485-492, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.05.079> > DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.05.079.
- Rounsevell, M.D.A., Dawson, T.P., Harrison, P.A., 2010. A conceptual framework to assess the effects of environmental change on ecosystem services. Biodivers. Conserv. 19, 2823–2842. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9838-5>.
- Sánchez, L.E., 2017. Por que não avança a avaliação ambiental estratégica no Brasil? Estudos Avançados, v.31 no.89. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890015>.

ANEXO I

Termo de Referência para a Inserção de Diagnóstico Climático no Licenciamento Ambiental

Termo de referência elaborado para orientar a inserção da temática de mudanças do clima no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para que esta seja considerada na análise da viabilidade ambiental dos empreendimentos e atividades sujeitas a EIA/RIMA.

1. Objetivo

O presente termo de referência tem como objetivo orientar o órgão ambiental a incorporar a temática das mudanças do clima nas requisições de análises para a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), em linha com o que estabelecem a Constituição Federal e demais normas pertinentes.

2. Diretrizes Gerais

2.1 Para que se possa mensurar os impactos causados por um empreendimento/atividade ao clima global e à resiliência climática local é imprescindível (1) medir a emissão ou remoção de gases de efeito estufa (GEE), como um impacto global e (2) analisar os impactos que potencializam as consequências das mudanças climáticas em âmbito local/regional, como os impactos aos serviços ecossistêmicos.

2.2 Devem ser realizados inventários para a estimativa de emissão/captura (sumidouro) de GEE para as fases de pré-operação (implantação), operação e desativação do empreendimento/atividade. Para a fase de desativação, caberá ao órgão ambiental avaliar, por tipologia de empreendimento, a necessidade de solicitar o inventário de emissões de GEE, considerando se haverá, também nesta fase, uma emissão expressiva.

2.3 Devem ser avaliados os impactos do empreendimento/atividade para serviços ecossistêmicos que são importantes para assegurar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade de sistemas ecológicos, geofísicos e socioeconômicos aos efeitos adversos decorrentes das mudanças climáticas, como regulação do microclima, regulação hídrica, provisão de água, provisão de alimentos, dentre outros.

2.3.1. Os impactos aos serviços ecossistêmicos devem ser considerados na análise de alternativa locacional do empreendimento/atividade.

2.3.2. Os impactos aos serviços ecossistêmicos devem ser considerados na estimativa da área diretamente afetada (ADA), área de influência direta (AID) e área de influência indireta (All).

2.4 As emissões de GEE e os impactos aos serviços ecossistêmicos devem ser considerados na "Análise integrada" do EIA/RIMA, no "Prognóstico ambiental", nos "Programas ambientais" e em suas medidas mitigadoras e compensatórias.

3. Diagnóstico Climático

(I) Inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE)

3.1 Definir o limite organizacional do inventário para determinar sua abrangência, deixando claro quais organizações estão envolvidas com a solicitante da licença na fase da pré-operação, operação e desativação do empreendimento/atividade. Isto inclui qualquer organização ou pessoa legalmente vinculada à solicitante que esteja envolvida no empreendimento/atividade, empresas contratadas para elaborar o EIA/RIMA e empresas contratadas para atividades da pré-operação, como obras e instalações, operação.

3.2 Identificar as fontes de emissão/captura (sumidouro) de GEE, classificando-as por escopos 1, 2 e 3 na fase de pré-operação, operação e desativação; sendo: (i) emissões de escopo 1 as emissões diretas, sob a responsabilidade das instituições identificadas no item 3.1; (ii) emissões de escopo 2 as emissões indiretas, provindas da energia adquirida; e (iii) emissões de escopo 3 todas as demais emissões indiretas, correspondentes às emissões decorrentes das atividades do empreendimento/atividade, mas que ocorrem fora do seu limite organizacional, ou seja, não pertencem ou não estão sob o controle direto da solicitante da licença.

3.3 Realizar o inventário de GEE com base na estimativa de emissão/captura (sumidouro) nas fases de pré-operação, operação e desativação do empreendimento/atividade, considerando os escopos 1, 2 e 3 e o limite organizacional definido no item 3.1. A metodologia de cálculo a ser utilizada pelo empreendedor para a elaboração do Inventário de Emissões de GEE é o do "**GHG Protocol**" ou "**ABNT NBR ISO 14064**". Caberá ao órgão ambiental avaliar se analisará esses inventários a partir da sua estrutura ou se a empresa deverá custear uma auditoria independente para fazer essa análise. No que diz respeito à fase de desativação, caberá ao órgão ambiental avaliar, por tipologia de empreendimento, a necessidade de solicitar o inventário de emissões de GEE, considerando se haverá, também nesta fase, uma emissão expressiva.

(ii) Analisar os impactos que potencializam as consequências das mudanças climáticas em âmbito local/regional

3.4 Identificar e classificar na região do empreendimento/atividade os serviços ecossistêmicos relevantes para assegurar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade de sistemas ecológicos, geofísicos e socioeconômicos aos efeitos adversos decorrentes das mudanças climáticas, seus benefícios e beneficiários.

3.5 Identificar e listar os impactos do empreendimento/atividade nas fases de pré-operação, operação que podem afetar os serviços ecossistêmicos identificados. Caberá ao órgão ambiental avaliar, por tipologia de empreendimento, a necessidade de solicitar a identificação e avaliação dos impactos aos serviços ecossistêmicos na fase de desativação.

3.6 Avaliar os impactos sobre os serviços ecossistêmicos identificados e classificados, por meio de indicadores apropriados, caso o empreendimento/atividade se estabeleça. Essa análise deve ser considerada na "matriz de impacto" do empreendimento/atividade, considerando, minimamente, sua magnitude, se são adversos ou benéficos, diretos e indiretos, imediatos, médio ou longo prazo, a sua reversibilidade, se têm propriedade cumulativa e sinérgica, seus ônus ou benefícios sociais para os diferentes grupos que compõem a comunidade. É necessário estabelecer uma linha de base, ou seja, avaliar os serviços ecossistêmicos antes de qualquer intervenção e durante a pré-operação e operação. A linha de base também subsidiará o monitoramento desses serviços ecossistêmicos.

3.7 A avaliação dos serviços ecossistêmicos e sua comparação antes e depois do empreendimento/atividade pode ser feita usando programas disponíveis como, por exemplo, *Integrated Valuation of Environmental Services and Tradeoffs (InVEST)*, *Artificial Intelligence for Ecosystem Services (ARIES)*, *Co\$ting Nature* e *Corporate Ecosystem Services Review (ESR)*, dentre outros protocolos e ferramentas existentes.

4. Medidas Mitigadoras, Compensatórias e Programas Ambientais

4.1 Apresentar plano de mitigação com metas claras de redução das emissões de GEE para as fases de pré-operação e operação (e desativação, caso o órgão ambiental julgue necessário), considerando as emissões de escopos 1, 2 e 3.

4.2 Apresentar plano de compensação das emissões que não puderem ser mitigadas para as fases de pré-operação e operação (e desativação, caso o órgão ambiental julgue necessário), considerando as emissões de escopos 1, 2 e 3.

4.3 Apresentar plano de mitigação e compensação dos impactos aos serviços ecossistêmicos identificados no estudo, incluindo medidas de Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE), pesquisas sobre Serviços Ecossistêmicos e fomento a implantação e/ou manutenção de programa de Pagamento por Serviço Ambiental (PSA), quando pertinente.

4.4 Apresentar programa ambiental de monitoramento das emissões de GEE durante a fase de operação e programa ambiental de monitoramento dos serviços ecossistêmicos associados ao clima identificados no estudo.

Quadro 1: Matriz **exemplificadora** de possíveis fontes de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE).

Abrangência	Impacto ambiental	Escopos de Emissão	Fontes de Emissão	
			Fase da Pré-Operação	Fase de Operação
Global	Emissão de GEE	Escopo 1	Consumo de combustíveis: Transporte com veículo próprio/sob gestão do empreendimento/atividade (transporte rodoviário, aviação, marítimo e fluvial, ferroviário); Maquinários fixos e móveis (ex. trator, geradores, motores, incineradores, caldeiras, fornos)	Consumo de combustíveis: Transporte com veículo próprio/sob gestão do empreendimento/atividade (transporte rodoviário, aviação, marítimo e fluvial, ferroviário); Maquinários fixos e móveis (ex. trator, geradores, motores, incineradores, caldeiras, fornos); Maquinários e veículos utilizados na agricultura e pesca; Transporte não terceirizado de materiais produzidos na fase de operação para comercialização
			Mudança de uso da terra: Supressão da vegetação; - Revolvimento/exposição do solo; Retirada de camada do solo; Restauração de área (fonte de remoção de carbono - sumidouro)	Mudanças de uso da terra: Manutenção de estradas; Preparo do solo para plantio; Revolvimento/retirada de camada do solo; preparo do solo para agricultura e pecuária; Manejo utilizando fogo; Cultivo de arroz; Restauração de área (fonte de remoção de carbono - sumidouro)
Efluentes e Resíduos: Emissões dos tratamentos feitos com efluentes e resíduos no próprio empreendimento/atividade	Efluentes e Resíduos: Emissões dos tratamentos feitos com efluentes e resíduos no próprio empreendimento/atividade			
Outros processos: Emissões de processos físicos e químicos (ex. emissões de PFC da fundição do alumínio); Emissões fugitivas (ex. vazamento de hidrofluorcarbonos (HFCs) durante o uso de equipamento de refrigeração e ar-condicionado; Vazamento de metano (CH ₄) no transporte de gás natural)	Outros processos: Emissões de processos físicos e químicos (ex. emissões de PFC da fundição do alumínio); Emissões fugitivas (ex. vazamento de hidrofluorcarbonos (HFCs) durante o uso de equipamento de refrigeração e ar-condicionado; Vazamento de metano (CH ₄) no transporte de gás natural ou na mineração de carvão; Vazamento de óleo e gás em sua extração e transporte; Uso de fertilizantes; Pecuária (fermentação entérica) e uso de esterco; Queima de resíduos agrícolas			
		Escopo 2	Energia adquirida (térmica e elétrica) para qualquer uso	Energia adquirida (térmica e elétrica) para qualquer uso

<p>Escopo 3</p>	<p>Consumo de combustíveis: Transporte com veículo sob gestão não direta da empresa (terceirizado); Viagens aéreas; Utilização de maquinários fixos e/ou móveis sob gestão não direta da empresa (ex. trator, geradores, motores, incineradores); Frete de materiais utilizados em obra ou outra etapa da pré-operação; Transporte terceirizado de resíduos</p>	<p>Consumo de combustíveis: Transporte com veículo sob gestão não direta da empresa; viagens aéreas; Utilização de maquinários fixos e/ou móveis sob gestão não direta da empresa (ex. maquinários pesados, geradores, motores, incineradores); Frete de materiais consumidos/adquiridos na operação; Transporte terceirizado de materiais produzidos na fase de operação para comercialização; Transporte terceirizado de resíduos</p>
	<p>Efluentes e resíduos: Emissões dos tratamentos de efluentes e resíduos feitas por terceiros</p>	<p>Efluentes e resíduos: Emissões dos tratamentos de efluentes e resíduos feitas por terceiros</p>
	<p>Uso de produtos (Emissões para manufatura dos produtos usados na obra ou em outra etapa da pré-operação): Ferro e aço; Químicos e petroquímicos (fertilizantes, farmacêuticos, gases refrigerantes, extração de óleo e gás); Alimento (manufatura de alimentos); Metais não ferrosos (materiais que incluem pouco ferro, como: alumínio, cobre, chumbo, níquel, estanho, titânio e zinco e ligas como latão. Papel e celulose; Maquinários; Emissões relacionadas à energia para fabricação em outras indústrias, como mineração e pedreiras, construção, têxteis, produtos de madeira e equipamentos de transporte (como fabricação de automóveis)</p>	<p>Uso de produtos (Emissões para manufatura dos produtos consumidos/adquiridos na operação): Ferro e aço; Químicos e petroquímicos (fertilizantes, farmacêuticos, gases refrigerantes, extração de óleo e gás); Alimento (manufatura de alimentos); Metais não ferrosos (materiais que incluem pouco ferro, como: alumínio, cobre, chumbo, níquel, estanho, titânio e zinco e ligas como latão. Papel e celulose; Maquinários; Emissões relacionadas à energia para fabricação em outras indústrias, como mineração e pedreiras, construção, têxteis, produtos de madeira e equipamentos de transporte (como fabricação de automóveis); Emissões provenientes do uso final de bens e serviços vendidos pela organização inventariante no ano inventariado (contabilizar no ano inventariado todas as emissões ao longo da vida útil do bem vendido); Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos (Emissões provenientes da disposição final e tratamento dos produtos vendidos no ano inventariado pela organização inventariante – emissões pós consumo)</p>

Quadro 2: Matriz **exemplificadora** de possíveis impactos que podem afetar serviços ecossistêmicos relacionados ao clima. Classificação de serviços ecossistêmicos de acordo com *Millennium Ecosystem Assessment (MEA)*, 2005.

Serviços Ecossistêmicos relacionados ao clima	Indicadores para avaliar os Serviços Ecossistêmicos (exemplos)	Impacto	
		Fase da Pré-Operação	Fase de Operação
Local/Regional Suporte			
Manutenção da fertilidade do solo	Estabilidade de agregados (IEA)/Grau de estrutura/Taxa de infiltração de água/Nível de matéria orgânica/taxa de decomposição/ fertilidade do solo: incluir pH/ densidade e indicadores visuais como a avaliação da profundidade da camada superficial (horizonte A) e de raízes/ consistência solo e textura solo (tato)/presença de minhocas (no solo úmido)	Atividades que causem/acelerem processos erosivos (supressão de vegetação nativa, revolvimento do solo, exposição do solo), alteração da morfologia do terreno e alteração do uso do solo	Atividades que causem/acelerem processos erosivos (supressão de vegetação nativa, revolvimento do solo, exposição do solo), alteração da morfologia do terreno e alteração do uso do solo
Provisão			
Provisão de alimento cultivado	Hectares destinados ao uso agrícola/Quantidade de alimento produzido/Diversidade da produção (segurança alimentar) / Número de agricultores na região	Conversão de área agrícola para outro uso, supressão de vegetação nativa (perda de polinizadores e controle natural de pragas), afugentamento/perda da fauna, alteração da qualidade da água, alteração da qualidade do solo, alteração da disponibilidade hídrica	Afugentamento/perda da fauna, alteração da qualidade da água, alteração da qualidade do solo, alteração da disponibilidade hídrica e perda/eutrofização de habitats aquáticos
Provisão de alimentos silvestres	Número de alimentos coletados na natureza em número de diferentes alimentos e em quantidade (frutos comestíveis, ervas, peixes)	Afugentamento/perda da fauna, alteração da qualidade da água, alteração da qualidade do solo, alteração na disponibilidade hídrica, supressão de vegetação nativa e perda/eutrofização de habitats aquáticos	Afugentamento/perda da fauna, alteração da qualidade da água, alteração da qualidade do solo, alteração na disponibilidade hídrica, supressão de vegetação nativa e perda/eutrofização de habitats aquáticos

Provisão de água (qualidade da água)	Oxigênio dissolvido (OD)/pH/Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)/Bioindicadores	Atividades que causem/acelerem processos erosivos (supressão de vegetação nativa, revolvimento do solo, exposição do solo), alteração na qualidade das águas superficiais e subterrâneas, alteração do regime hidrológico, alteração na disponibilidade hídrica, alteração do uso do solo, alteração da qualidade do solo e eutrofização de drenagens	Atividades que causem/acelerem processos erosivos (supressão de vegetação nativa, revolvimento do solo, exposição do solo), alteração na qualidade das águas superficiais e subterrâneas, alteração do regime hidrológico, alteração na disponibilidade hídrica, alteração do uso do solo, alteração da qualidade do solo e eutrofização de drenagens
Regulação			
Regulação do microclima (Influência favorável no clima local)	Temperatura/Umididade/Velocidade e direção do vento	Alteração do regime hidrológico, alteração do uso do solo, alteração da disponibilidade hídrica e supressão de vegetação	Alteração do regime hidrológico, alteração do uso do solo, alteração da disponibilidade hídrica e supressão de vegetação
Regulação hídrica (quantidade de água)	Coefficiente de escoamento de base (Qbase/ precipitação) / Coeficiente de escoamento superficial/Vazão de referência/Nível freático/Precipitação pluviométrica/Estabilidade de agregados em água	Atividades que causem/acelerem processos erosivos (supressão de vegetação nativa, revolvimento do solo, exposição do solo), alteração na morfologia do terreno, alteração do nível e fluxo das águas subterrâneas, alteração do uso do solo, eutrofização de drenagens e alteração na disponibilidade hídrica	Atividades que causem/acelerem processos erosivos (supressão de vegetação nativa, revolvimento do solo, exposição do solo), alteração na morfologia do terreno, alteração do nível e fluxo das águas subterrâneas, alteração do uso do solo, eutrofização de drenagens e alteração na disponibilidade hídrica
Controle de erosão e estabilização de sedimentos	Perda de solo estimada por área/Cobertura do solo/Ocorrência de erosão (número de pontos de erosão por área) / Taxa de sedimentação nos cursos hídricos/ Taxa de infiltração da água/ Declividade	Atividades que causem/acelerem processos erosivos (supressão de vegetação, revolvimento do solo, exposição do solo), alteração na morfologia do terreno, alteração do uso do solo, interferência em áreas de preservação permanente, interferência em drenagens naturais.	Atividades que causem/acelerem processos erosivos (supressão de vegetação, revolvimento do solo, exposição do solo), alteração na morfologia do terreno e alteração do uso do solo, interferência em áreas de preservação permanente, interferência em drenagens naturais.