O Boletim de Conjuntura (BOCA) publica ensaios, artigos de revisão, artigos teóricos e empíricos, resenhas e vídeos relacionados às temáticas de políticas públicas.

O periódico tem como escopo a publicação de trabalhos inéditos e originais, nacionais ou internacionais que versem sobre Políticas Públicas, resultantes de pesquisas científicas e reflexões teóricas e empíricas.

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratizacão mundial do conhecimento.



BOLETIM DE CONJUNTURA

BOCA

Ano VI | Volume 18 | Nº 53 | Boa Vista | 2024

http://www.ioles.com.br/boca

ISSN: 2675-1488

https://doi.org/10.5281/zenodo.11375541

BOLETIM DE CONJUNTURA

www.ioles.com.br/boca

MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS[1]

Alina Silva de Carvalho[2]

Claudio Damião Rosa[3]

Elaine Aparecida da Silva[4]

Ittana de Oliveira Lins[5]

José Adolfo de Almeida Neto[6]

Resumo

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento processual que examina as consequências sociais, econômicas e ambientais da implantação, operação e desativação de um empreendimento, sejam elas benéficas ou adversas. A AIA é essencial na tomada de decisão no licenciamento ambiental para empreendimentos com potencial para causar impactos ambientais significativos. Embora haja consenso dominante na comunidade científica, de que as mudanças climáticas decorrentes das atividades antrópicas constituem uma ameaça à vida na Terra, ainda não há consenso sobre como considerar potenciais impactos no clima dentro da AIA. Por meio da presente revisão sistemática, foram identificadas e descritas as propostas que têm sido discutidas na literatura internacional para a consideração dos potenciais impactos no clima nos estudos dentro da AIA. Foram incluídos os estudos publicados com propostas de quantificação e de incorporação das emissões que contribuem para as mudanças climáticas. Do ponto de vista geográfico, os 21 estudos incluídos nesta revisão abrangeram todos os continentes, com exceção da Antártida. Na América do Sul foram encontrados estudos na Argentina e na Bolívia, não sendo identificado nenhum estudo no Brasil. Como resultado, dentre as propostas apresentadas, a ferramenta que aparece com maior frequência é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), discutida em 71% dos estudos. Conclui-se que a AIA é fundamental para mitigação de impactos no meio ambiente, sendo imperativo que as suas deficiências sejam minimizadas e que se estabeleça um padrão de análise, considerando impactos relacionados às mudanças climáticas.

Palavras-chave: Emissões de CO2; Emissões de GEE; Impactos Ambientais; Licenciamento Ambiental; Mudanças Climáticas.

Abstract

The Environmental Impact Assessment (AIA) is a procedural instrument that examines the social, economic and environmental consequences of the implementation, operation and deactivation of a project, whether beneficial or adverse. EIA is essential in decision-making in environmental licensing for projects with the potential to cause significant environmental impacts. Although there is a dominant consensus in the scientific community that climate change resulting from anthropogenic activities constitutes a threat to life on Earth, there is still no consensus on how to consider potential impacts on climate within EIA. Through this systematic review, the proposals that have been discussed in the international literature for considering potential impacts on climate in studies within the EIA were identified and described. Published studies with proposals for quantifying and incorporating emissions that contribute to climate change were included. From a geographic point of view, the 21 studies included in this review covered all continents, with the exception of Antarctica. In South America, studies were found in Argentina and Bolivia, with no studies identified in Brazil. As a result, among the proposals presented, the tool that appears most frequently is the Life Cycle Assessment (LCA), discussed in 71% of the studies. It is concluded that EIA is fundamental for mitigating impacts on the environment, and it is imperative that its deficiencies are minimized and that a standard of analysis is established, considering impacts related to climate change.

Keywords: Climate Change; CO2 Emissions; Environmental Impacts; Environmental Licensing; GHG Emissions.

[1] Essa pesquisa contou com o apoio institucional da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

[2] Engenheira Civil. Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: ascarvalho@uesc.br

[3] Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: claudio2008ilheus@hotmail.com

[4] Professora da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutora em Desenvolvimento em Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). E-mail: elaine@ufpi.edu.br

[5] Professora da Faculdade de Ilhéus (CESUPI). Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: ittanalins@gmail.com

[6] Professor da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade de Kassel (UNIKASSEL). E-mail: jalmeida@uesc.br

INTRODUÇÃO

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento da política ambiental que visa identificar, prever e comunicar as consequências futuras de atividades propostas ou projetos de empreendimentos. Embora o aquecimento global seja uma temática recorrente, relevante e atual, os empreendimentos sujeitos a AIA, no geral, não consideram as suas contribuições para esse impacto. Assim, objetivo principal desse artigo é realizar um levantamento bibliográfico das medidas ou ferramentas empregadas durante o processo da AIA que visam estabelecer as contribuições, da atividade ou empreendimento sujeitos ao processo, para as mudanças climáticas. Esse trabalho pode servir de base para estudos que busquem elaborar propostas para consideração de impactos climáticos durante a AIA.

Para atender ao objetivo da presente pesquisa, utilizou-se o método de revisão sistemática. Esse método envolve a elaboração e registro de um protocolo de pesquisa, execução de buscas abrangentes, seleção, extração e síntese sistemática das informações dos estudos identificados. Por meio da revisão sistemática da literatura buscou-se identificar todos os artigos científicos que tenham apresentado propostas para consideração de impactos climáticos em AIA.

Além dessa introdução, esse artigo apresenta mais cinco sessões. Na segunda sessão é apresentado o referencial teórico. Na terceira sessão é descrita a metodologia que fundamenta a revisão sistemática. Na quarta sessão são apresentados os resultados, mostrando todos os artigos presentes na revisão e as suas propostas metodológicas para considerar os impactos ao clima na AIA. Na quinta sessão encontra-se a discussão dos resultados. Na sexta e última sessão são apresentadas as conclusões dessa pesquisa.

REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo um relatório das Nações Unidas, a população mundial cresceu de 5,6 para 8,1 bilhões de pessoas, com projeções indicando um aumento para quase 9,9 bilhões em 2054 (ONU, 2024). Esse contínuo aumento da população tem como consequência uma crescente demanda por recursos naturais, bens de consumo, empregos, serviços, atividades e empreendimentos (OLIVER *et al.,* 2022). Concomitante ao crescimento populacional, também se associam uma série de ações antropogênicas que, de forma direta ou indireta, causam perturbações ambientais, as quais, de modo geral afetam a saúde, a segurança, o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais (SÁNCHEZ, 2020).

Assim, com o intuito de introduzir uma avaliação preventiva que induzisse formas mais apropriadas nas intervenções e atividades humanas ao meio ambiente, surgiu a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), um processo originalmente formalizado em 1969, nos Estados Unidos, mediante uma lei aprovada pelo congresso que resultou na Política Nacional de Meio Ambiente chamada de *National Environmental Policy Act* (NEPA) (SÁNCHEZ, 2020; AGRA FILHO, 2021). A AIA foi difundida internacionalmente e centenas de países adotam algum tipo de legislação ou regulamentação ambiental (MORGAN, 2012; SÁNCHEZ, 2020). Embora cada país possua legislação própria, observa-se que empreendimentos, com potencial para modificar significativamente o meio ambiente, tendem a necessitar de licenciamentos ambientais, como por exemplo, rodovias, aeroportos, portos, barragens e atividades de minério (BRASIL, 1986).

A AIA é um dos instrumentos da política ambiental mais abrangente do mundo, usada para a tomada de decisões de projetos e planos estratégicos, sendo atualmente incorporada as legislações nacionais de centenas de países (DIAS *et al*., 2019; SÁNCHEZ, 2020). Um dos objetivos da AIA, como uma avaliação técnica e prévia, é identificar e valorar impactos positivos e negativos de um projeto no meio ambiente, dando destaque para a identificação de efeitos irreversíveis e nocivos de longo prazo (SAFFARI *et al*., 2019). Assim, a AIA é essencial para a tomada de decisão no que se refere à implementação de determinadas atividades ou empreendimentos (MILARÉ; MILARÉ, 2020).

Embora haja consenso na literatura de que as mudanças climáticas têm ameaçado a vida na Terra (RICHARDSON *et al.*, 2023; SOUSA; SILVA, 2023), ainda não há concordância sobre como considerar potenciais impactos no clima em AIA (KIM; KIM, 2021). Consequentemente, esses possíveis impactos comumente são desconsiderados (YAO *et al*., 2020). O termo “mudanças climáticas” tem sido utilizado para se referir a mudanças recentes no clima da Terra, incluindo alterações na temperatura, na precipitação e nos padrões de vento e correntes (GLOBAL CLIMATE CHANGE, 2023; RICHARDSON *et al.*, 2023). Esse aumento da temperatura global, ao longo das últimas décadas, tem mudado os padrões climáticos e perturbado o equilíbrio no meio ambiente, todos esses acontecimentos representam sérios riscos aos seres humanos e as mais diversas formas de vida na terra. A medida em que a concentração de GEE aumenta, o mesmo acontece com a temperatura do planeta, o que vem potencializando a ocorrências de desastres ambientais, como o aumento da seca, perda da biodiversidade, mudanças nos padrões de temperatura do oceano, enchentes, maior ameaça à saúde humana e inundações que podem afetar a pesca, a agricultura e criação de gado, ou seja, podem prejudicar o abastecimento de alimentos, aumentando a fome (GLOBAL CLIMATE CHANGE, 2023; NAÇÕES UNIDAS, 2024). A principal causa dessas mudanças climáticas é a emissão de Gases do

Efeito Estufa (GEE), tendo como agente principal o CO_2 (GLOBAL CLIMATE CHANGE, 2023; RICHARDSON *et al.*, 2023).

Apesar de existirem outros gases com um potencial de aquecimento superior ao CO_2, em termos de efeito estufa, o CO_2 é não condensável, ou seja, tem a capacidade de permanecer na atmosfera por muito tempo, podendo chegar a centenas de anos (JUNGES; SANTOS; MASSONI, 2018). Além de não condensável, o CO_2 corresponde a 75% das emissões de GEE, o restante é predominado por metano, óxido nitroso e outros gases de menor relevância (IPCC, 2022).

O descontrole no aumento das concentrações de GEE, principalmente do CO_2, resultado de atividades antropogênicas, tem causado aumento da temperatura do planeta (IPCC, 2023). Dessa forma, com o objetivo de limitar esse crescimento, o IPCC aponta que as emissões globais de GEE devem alcançar seu máximo até 2025 e atingir zero emissões líquidas de CO_2 até 2050 para que o aquecimento global seja limitado a 1,5°C (IPCC, 2023).

O desenvolvimento de projetos, via de regra, têm o propósito de mudar o *status quo* da sociedade, por exemplo, aumentar as atividades econômicas, mobilidade e promover a disponibilidade de recursos. Porém, essas propostas podem gerar impactos adversos, assim, a avaliação de impactos cresceu e se desenvolveu tornando-se uma ferramenta utilizada e legalmente exigida em decisões políticas por todo o mundo (MORGAN, 2012).

Um estudo de análise da consideração de emissões de GEE a nível de projeto em uma AIA, mostrou que potenciais impactos climáticos de projetos de construção são negligenciados (KIM; KIM, 2021). Esse estudo considerou três escopos, a saber: (1) emissões de GEE por queima de combustível no local; (2) emissões de GEE emitidas no processo de produção de eletricidade e vapor; e, (3) emissões de GEE que envolvem a confecção dos materiais de construção. O estudo concluiu que, dos três escopos de emissões de GEE, apenas os escopos 1 e 2 estão sendo considerados. Em decorrência desse fato, não há estímulo para que os produtores de materiais de construção reduzam suas emissões de GEE (KIM; KIM, 2021).

O aumento global da construção civil tem proporcionado uma alta histórica, para além do planejado, das emissões de CO_2 (UNEP, 2022). Em 2021, esse setor foi responsável por mais de 34% da demanda de energia e cerca de 37% das emissões de CO_2 relacionadas a energia e processos. Com esse volume de emissão, a meta de descarbonização até 2050 não será alcançada (UNEP, 2022). Diante disso, pesquisadores têm apontado a importância de considerar a emissão de GEE durante a AIA de empreendimentos da construção civil (YINAN, *et al.*, 2023; XIAOHUI *et al.*, 2023; KIM; KIM, 2021; MADHU; PAULIUK, 2019).

Nesse contexto, estudos têm analisado a possibilidade de aprimoramento da AIA e quantificar os potenciais impactos climáticos dos projetos pode ser uma alternativa viável (RYBACZEWSKA-BLAŻEJOWSKA; PALEKHOV, 2018; KIM; KIM, 2021; XIAOHUI *et al*., 2023). Vários desses estudos têm apontado a incorporação da perspectiva do ciclo de vida na AIA, o cálculo de emissões de GEE, o cálculo de emissões de CO_2, entre outras opções.

A AIA é uma ferramenta de tomada de decisão bem estabelecida e, portanto, poderia constituir um caminho importante para reduzir as emissões de GEE, ainda a nível de projeto (HE, 2021). A AIA pode exigir a redução dessas emissões favorecendo o controle da poluição ambiental (XIAOHUI *et al*., 2023). Contudo, atualmente, poucas AIAs consideram potenciais impactos climáticos. Por exemplo, Enríquez-de-Salamanca *et al*., (2016) analisaram aproximadamente 1700 registros de decisões ambientais espanholas para projetos submetidos a AIA e concluíram que, em média, as mudanças climáticas foram consideradas em apenas 14% deles, e em metade desses, o termo foi apenas citado. A questão dos impactos no clima é um problema de ação coletiva, que possui origem múltipla e difusa, além de possuir impacto tardio; porém, seus efeitos se refletem no individual, local, regional e global, tornando todos nós e, ao mesmo tempo, nenhum de nós, responsáveis (KYSAR, 2012). Desse modo, os profissionais de AIA deveriam ampliar seus limites, que se atêm ao local, para considerar as consequências em todo o planeta e, dado ao contexto atual, todo o potencial que um empreendimento venha a exercer sobre as mudanças climáticas deve, ao menos, ser avaliado (LARREY-LASSALLE *et al*., 2017).

Há diferentes propostas relacionadas a consideração de GEE durante a AIA de empreendimentos da construção civil (YINAN, *et al.,* 2023; KIM; KIM, 2021). No entanto, até o momento, nenhum estudo analisou sistematicamente essas propostas. Como um primeiro passo na direção de estabelecer um método consensual para considerar potenciais impactos climáticos durante a AIA, realizou-se uma revisão sistemática da literatura. Por meio dessa revisão, foi possível identificar e descrever as propostas utilizadas por estudos publicados e apontar lacunas existentes na literatura sobre como considerar potenciais impactos climáticas durante a AIA. Esse trabalho pode servir de base para estudos que busquem elaborar propostas para consideração de impactos climáticos durante a AIA.

MÉTODO

Esse é um estudo de revisão sistemática da literatura com síntese qualitativa dos dados, podendo ser classificado como uma metassíntese (LEVITT *et al.*, 2018). Uma revisão sistemática da literatura pode ser organizada conforme as seguintes etapas: (a) elaboração e registro do protocolo da revisão; (b)

definição dos critérios e elegibilidade; (c) buscas abrangentes; (d) seleção dos estudos e extração dos dados; e (e) análise das informações contidas nos estudos incluídos. O protocolo dessa revisão foi registrado no *Open Science Framework* (OSF) e pode ser encontrado no Arquivo Suplementar 1, as outras etapas são descritas a seguir. Esta revisão baseou-se no protocolo PRISMA de revisão sistemática (PAGE *et al.*, 2021).

Critérios de elegibilidade

Foram incluídos artigos que apresentassem propostas de quantificação e incorporação das emissões que contribuem para as mudanças climáticas na AIA. Esse critério de elegibilidade é mais refinado do que o apresentado no protocolo; pois, percebeu-se a necessidade de especificar melhor quais estudos seriam incluídos durante a etapa de triagem e seleção dos estudos. Essa situação é comum em revisões sistemáticas que envolvem análise de conteúdo (FINFGELD-CONNETT, 2014).

Os artigos avaliados em texto completo e excluídos da revisão tiveram as seguintes justificativas: não propuseram um método integrado à AIA; não se tratava de uma política pública (avaliação de impacto de residência ou edifícios); não tinha foco em mudanças climáticas; e, artigos focados em adaptação às mudanças climáticas.

Estratégia de busca

Os seguintes termos de busca foram utilizados na *Scopus* e *Web of Science*, sem restrição de data: “Environmental Impact Assessment (EIA)” AND (“CO_2 emission” OR “Climate change” OR “Greenhouse gases” OR “Carbon footprint” OR “Global warming” OR “Life Cycle Assessment (LCA)”). As buscas foram limitadas ao título, resumo e palavras-chave. Buscas adicionais foram realizadas nas referências dos estudos incluídos e em revisões de literaturas publicadas que tiveram objetivos semelhantes ao do presente estudo.

Seleção e extração dos dados

A primeira autora desse texto, realizou a triagem/seleção dos estudos e extraiu as informações que considerou relevante. Entre as informações extraídas dos estudos incluídos, considerou-se: autor, título, ano, país do estudo e orientações sobre como foram consideradas as emissões que contribuem com as mudanças climáticas em AIA.

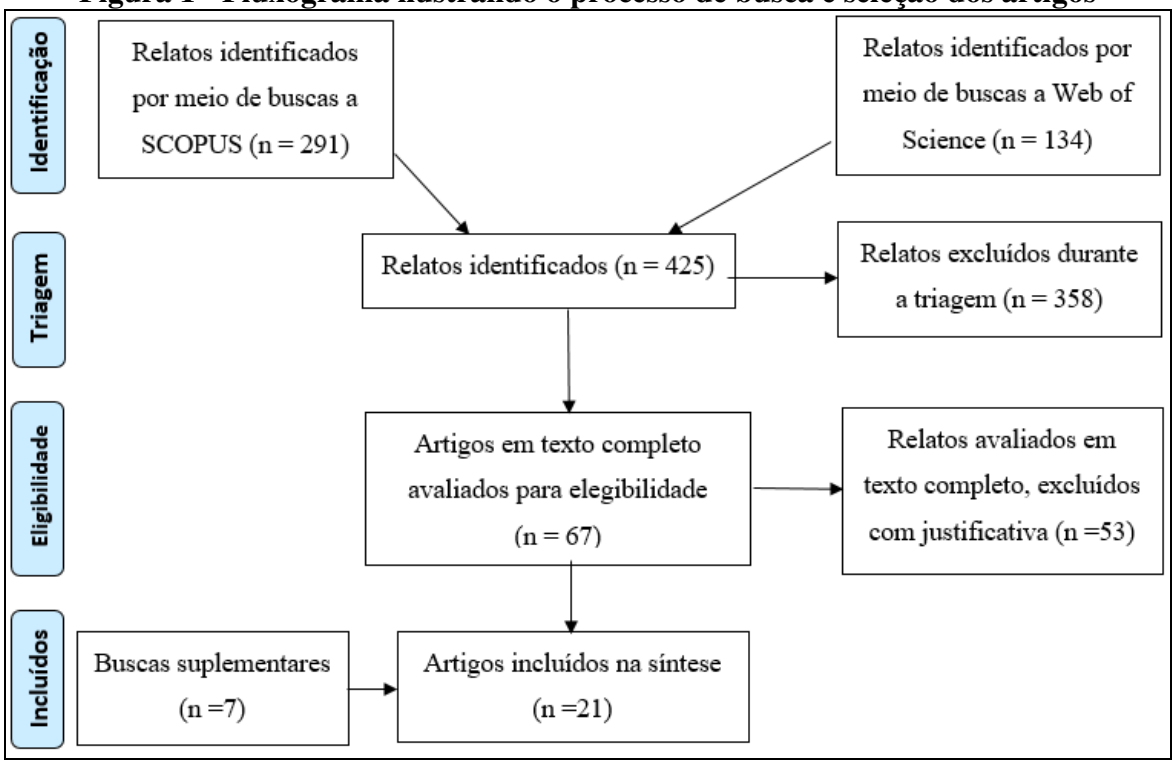
Procedimento de análise dos dados

Apresentou-se os resultados do processo de busca e seleção em uma figura e as características dos estudos incluídos em quadros. Realizou-se uma metassíntese (síntese qualitativa) com base nas orientações de Finfgeld-Connett (2014). Uma categoria foi criada para agrupar informações, dos estudos incluídos, sobre orientações acerca da incorporação de potenciais impactos no clima em AIA (FINFGELD-CONNETT, 2014).

RESULTADOS

Foram encontrados 291 artigos na *Scopus* e 134 na *Web of Science*, totalizando 425 artigos. Desses 425, 358 foram excluídos durante a triagem (leitura de título e resumo) e 67 artigos foram lidos na íntegra. Desses 67, 53 foram excluídos, totalizando 14 artigos elegíveis identificados nas bases de dados. Outros 7 artigos foram encontrados por meio de buscas suplementares. Desse modo, 21 artigos foram incluídos na síntese, após passarem por identificação, triagem e seleção em texto completo (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma ilustrando o processo de busca e seleção dos artigos



Fonte: Elaboração própria.

No Quadro 1, são apresentados dados gerais dos artigos incluídos na revisão sistemática. Nele estão informações como: autores, ano, país onde a AIA foi realizada, número de citações do artigo segundo o *Google Scholar* (em 24 de maio de 2024), categoria atribuída a proposta e o setor ou atividade a qual a AIA foi aplicada.

Quadro 1 - País onde o estudo foi realizado e categorias das propostas para consideração dos impactos relacionados a mudanças climáticas em AIA

Autoria	País	N° de citações	Categoria da proposta	Setor ou atividade
TUKKER, 2000	Holanda	11	Relacionada à ACV	Gerenciamento de resíduos perigosos
TUKKER, 2000	Holanda	397	Relacionada à ACV	Comparar melhores alternativas de projeto
LENZEN *et al*., 2003	Austrália	232	Análise de entradas e saídas	Construção de um aeroporto em Sydney
CORNEJO *et al*., 2005	Canadá	16	Relacionada à ACV	Projetos industriais
GERRARD, 2008	Estados Unidos	15	Conjunto de métodos	Projetos em geral, distintos estados
MANUILOVA *et al*., 2009	Canadá	74	Relacionada à ACV	Projetos de Captura e armazenamento de carbono
PUBULE *et al*., 2011	Letônia	1	Relacionada à ACV	Vários[a] projetos localizados nos Estados Bálticos
LIU *et al*., 2013	Taiwan	19	Conjunto de métodos e ACV	Fábricas de processamento de plástico
MURPHY; GILLAM, 2013	Canadá	3	Proposta específica	Projetos industriais
ŽIDONIENĖ; KRUOPIENĖ, 2014	Lituânia	54	Relacionada à ACV	Projetos industriais
BIDSTRUP, 2015	Dinamarca	29	Relacionada à ACV	Projeto de planejamento urbano
MORERO *et al*., 2015	Argentina	40	Relacionada à ACV	Valorização do biogás
LARREY-LASSALLE *et al.,* 2017	França	38	Relacionada à ACV	Obras de infraestrutura e Estação de tratamento de esgoto
RYBACZEWSKA-BŁAŻEJOWSKA; PARLEKOV, 2018	Polônia	12	Relacionada à ACV	Projetos industriais
MADHU; PAULIUK, 2019	Abu Dhabi	12	Relacionada à ACV	Projeto de uma cidade planejada
YAO *et al.,* 2020	Costa do Marfim	14	Relacionada à ACV	Mineradora de ouro
HE, 2021	China	6	Emissões de GEE	Processos litigiosos sobre mudanças climáticas
KIM; KIM, 2021	Coreia do Sul	4	Relacionada à ACV	Projetos de construção
XIAOHUI *et al.,* 2022	China	2	Emissões de GEE	Projetos de construção
YINAN *et al*., 2022	China	2	Emissões de GEE	Projetos de construção
MAGNE *et al*., 2023	Bolívia	0	Relacionada à ACV	Usina hidrelétrica

Fonte: Elaboração própria.

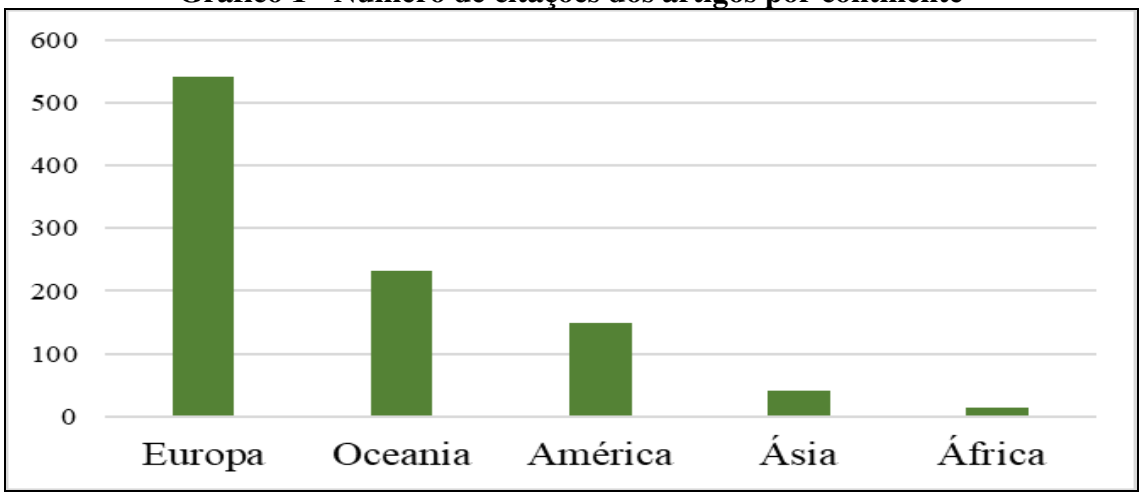
Nota: [a] Refinarias de petróleo bruto e instalações de gaseificação e liquefação de carvão ou xisto betuminoso; Centrais térmicas e outras instalações de combustão, bem como centrais nucleares e outros reatores nucleares; Instalações para produção de metais brutos não ferrosos a partir de minérios, concentrados ou matérias-primas secundárias por processos metalúrgicos, químicos ou eletrolíticos; Instalações químicas integradas para o fabrico à escala industrial de substâncias através de processos de conversão química; Estações de tratamento de águas residuais; Extração de petróleo e gás natural para fins comerciais; Instalações para criação intensiva de aves ou suínos; Instalações industriais de produção de pasta a partir de madeira ou materiais fibrosos similares.

Como pode ser observado no Quadro 1, os anos de publicação dos estudos incluídos variam de 2000 a 2023, indicando que propostas para consideração de impactos no clima durante a AIA têm mais de 20 anos. Ainda, com base nesse quadro, pode-se perceber que essa revisão incluiu estudos realizados em 16 países, os quais pertencem a cinco dos continentes existentes, menos a Antártida, continente que, diferentemente dos outros cinco, não há divisão entre países. Notadamente, nenhuma proposta foi encontrada para o Brasil. Embora nenhum estudo tenha sido direcionado ao Brasil, houve propostas para outros países da América do Sul como Argentina e Bolívia, evidenciando o interesse por essa temática neste continente.

Há uma variedade de propostas apresentadas no Quadro 1, contudo, a maioria (71%) envolve a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Embora a ACV seja uma ferramenta difundida em todo o mundo, o banco de dados *Ecoinvent* (banco de dados suíço de Avaliação do Ciclo Vida) é europeu e possui abrangência internacional, podendo ser feita uma relação de que a maioria dos artigos presentes nessa revisão são europeus e que todos esses se relacionam com a ACV. O gráico 1 também aponta que os artigos europeus têm mais do dobro de citações do que a soma de todos os outros artigos.

Conforme descrito na metodologia em "Critério de elegibilidade", os artigos foram escolhidos mediante apresentação de método que considerasse mudanças climáticas em AIA, dessa forma, as categorias descritas no Quadro 1 foram extraídas dos artigos e na coluna "Setor ou atividade" encontram-se os empreendimentos sujeitos a AIA aos quais os métodos foram aplicados.

Gráfico 1 - Número de citações dos artigos por continente



Fonte: Elaboração própria.

No Quadro 2 encontram-se todas as propostas apresentadas nos artigos que se relacionam a ACV e como o método foi aplicado a AIA.

Quadro 2 - Propostas relacionadas a ACV para consideração das mudanças climáticas em AIA

Autoria	Propostas relacionadas a ACV
TUKKER, 2000	Propõe que a ACV seja integrada a AIA principalmente com o objetivo de comparar sistemas de produtos alternativos, considerar impactos globais e apresentar valores quantitativos. A categoria de impacto Aquecimento Global foi destacada.
TUKKER, 2000	Usa a ACV de forma estratégica para analisar as melhores técnicas de separação de tintas e embalagens de tintas no contexto da AIA do Plano Nacional Holandês de Resíduos Perigosos. Emissões como CO_2 e SO_2 foram contabilizadas.
CORNEJO *et al*., 2005	Aponta que a ACV combinada com AIA pode apresentar a opção de comparação entre alternativas tecnológicas de projeto e categorias de impactos mais abrangentes que também consideram impactos globais, como por exemplo, as mudanças climáticas.
MANUILOVA *et al.,* 2009	Faz uso da ACV na AIA com o objetivo de mitigar a problemática da incapacidade de a AIA lidar com emissões globais, aumentando assim o seu grau de confiabilidade. Dentre as categorias de impactos consideradas está o Potencial de Aquecimento Global.
PUBULE *et al*., 2011	Conclui, através de uma revisão de literatura de projetos de AIA, que a inclusão da ACV na AIA pode tornar o seu processo mais objetivo, eficiente e melhorar a sua qualidade técnica. Dentre as categorias de impacto consideradas está Mudanças Climáticas.
LIU *et al*., 2013	Promove a integração entre Avaliação de Risco Ambiental, Avaliação de Risco Difusa, ACV e AIA com o objetivo de fornecer informações que aumentam a confiança na significância dos impactos, principalmente, as emissões que contribuem para as mudanças climáticas.
ŽIDONIENĖ; KRUOPIENĖ, 2014	Aplicação prática de ACV na AIA com o objetivo de considerar efeitos globais e gestão de recursos naturais. A ACV ajuda a identificar *hot-spots* e alternativas de menor impacto ambiental, podendo ser um meio para medir a contribuição dos projetos para as mudanças climáticas.
BIDSTRUP, 2015	Incorporação da ACV a AIA para quantificar aspectos ambientais e apresentar uma escala de desvio entre alternativas e medidas para mitigação de impacto. Aprimoramento da AIA apresentando impactos relacionados a mudanças climáticas do uso de materiais e energia em um projeto.
MORERO *et al.,* 2015	Os autores sugerem que, através do estudo de caso de um projeto de valorização do biogás, a ACV pode complementar a AIA tornando a sua análise de impacto mais completa, contempla, além de outras categorias de impacto, a categoria Potencial de Aquecimento Global.
LARREY-LASSALLE *et al*., 2017	Apresenta a importância da integração da ACV a AIA por torná-la um procedimento mais objetivo, com dados quantitativos e por abranger impactos que não considerados na AIA comum, como por exemplo, mudanças climáticas e escassez de recursos.
RYBACZEWSKA-BŁAŻEJOWSKA; PARLEKOV, 2018	Aponta que a integração da ACV a AIA apresenta vantagens como: melhora significativa da qualidade da avaliação de impacto ambiental, ligação das atividades antrópicas as consequências ambientais e avaliação de impactos globais, como é caso do impacto Mudanças Climáticas.
MADHU; PAULIUK, 2019	Apresenta um esquema de integração da ACV na AIA para determinar o impacto de diferentes mixes de energia em uma cidade planejada fornecendo uma visão mais abrangente, compreensível e confiável dos impactos, principalmente referente a mudanças climáticas.
YAO *et al*., 2020	Propõe a integração da ACV na AIA de uma mina de ouro e aponta a importância da consideração dos impactos globais, podendo contribuir com a análise de impacto através de dados numéricos. Apresenta as mudanças climáticas como a principal categoria referente a impactos globais.
KIM; KIM, 2021	Através da integração da ACV a AIA aponta uma quantidade expressiva de emissões de GEE que são negligenciadas na AIA comum. Conclui que a AIA precisa prever essas emissões para que possa mitigar as contribuições às mudanças climáticas geradas no processo de desenvolvimento.
MAGNE *et al.,* 2023	Realizou-se a comparação dos impactos apresentados pela ACV e a AIA na geração de energia de uma usina hidrelétrica. Conclui-se que a AIA, embora apresente variáveis importantes como as sociais e econômicas, poderia ser complementada pela ACV com dados quantitativos e impactos globais.

Fonte: Elaboração própria.

O termo "Mudanças climáticas" aparece de forma mais direta na maioria dos artigos apresentados no Quadro 2, mas os termos "Aquecimento Global" e "Potencial de Impacto Global" também surgem com a mesma finalidade, mais precisamente as mudanças climáticas são um reflexo do

aquecimento global. Outros aspectos citados recorrentemente pelos artigos é a possibilidade de consideração de impactos globais, a comparação de diferentes alternativas tecnológicas e de projeto e apresentação de dados quantitativos.

No Quadro 3 encontram-se as outras propostas apresentadas nos artigos que consideraram impactos no clima em AIA, de modo geral apresentaram métodos de quantificação de emissões de GEE.

Quadro 3 – Outras propostas para consideração de impactos nas mudanças climáticas em AIA

Autoria	Proposta
LENZEN *et al*., 2003	Aplicou a técnica *Input-Output Analysis* (Análise de entrada e saída) a AIA e concluiu que houve aprimoramento por apresentar uma variedade de indicadores quantificáveis (tais como GEE e SO_2), melhoria da capacidade de classificar alternativas e fornecer uma visão geral de impactos indiretos.
GERRAD, 2008	Apesar de ainda não haver um método estabelecido que considere as mudanças climáticas na AIA, o autor sugere o uso de 4 técnicas: *Impactos operacionais diretos*; *Energia comprada* (emissões de GEE); *Emissões de transporte* (funcionários e materiais); *Impactos da construção* (emissões de GEE provenientes da extração e fabricação de materiais de construção).
MURPHY; GILLAM, 2013	Apresenta, por meio de revisão de literatura, um quadro que norteia a comparação de emissões de GEE e também estimula que, através do cálculo de emissões de GEE na AIA, haja a possibilidade de comparação com empreendimentos semelhantes.
HE, 2021	Esse artigo sugere que a estrutura legal da AIA fornece subsídios para que seja obrigatória a redução de GEE. Devido ao fato de a AIA ser uma ferramenta bem estabelecida, ela deve ser usada para a minimização dos impactos as mudanças climáticas.
XIAOHUI *et al.,* 2022	Propõe a incorporação das alterações climáticas a AIA através de métodos técnicos de cálculos de emissões de GEE levando em consideração a análise de casos reais para julgar a viabilidade e aplicabilidade dos métodos técnicos construídos no estudo.
YINAN *et al*., 2022	Apresenta o objetivo de incluir o controle dos GEE na AIA através de taxa de emissão de carbono contábil. Concluiu que os atuais métodos de contabilização de GEE ainda não deve ser aplicados a AIA e apresenta limitações como, por exemplo, imprecisão nos parâmetros contábeis.

Fonte: Elaboração própria.

Nota: GEE = Gases do Efeito Estufa

A análise do Quadro 3, por sua vez, evidencia a importância das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) ao se considerar as mudanças climáticas na AIA. Todos os estudos, inclusive os apresentados no Quadro 2, optaram por apresentar valores quantitativos. Essa síntese aponta que há uma diversidade de formas para analisar as mudanças climáticas na AIA de um projeto. Contudo, não há consenso sobre qual método seria mais adequado.

DISCUSSÃO

Um dos aspectos de maior relevância apontados por essa revisão é a consideração dos impactos globais, assim como a contabilização dos efeitos indiretos no processo de AIA. Em um cenário mundial, em princípio, a AIA deveria cobrir os efeitos diretos, indiretos, secundários, cumulativos, permanentes, temporários, transfronteiriços, positivos, negativos, de curto, médio e longo prazo (OFFICIAL

JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION, 2014). Porém, na prática, a AIA identifica apenas os impactos nas áreas de influência direta do empreendimento/atividade e todos os impactos fora do local (ou indiretos) tendem a ser desconsiderados. Assim, análises que considerem impactos globais e externos a AIA podem oferecer informações novas e relevantes, principalmente no que diz respeito a mudanças climáticas (LARREY-LASSALLE *et al*., 2017).

Nesse sentido, Lenzen *et al*. (2003) apontam que os efeitos externos, extensivamente negligenciados nas AIAs convencionais, têm a possibilidade de serem maiores do que os efeitos locais considerados nessas avaliações. Esses autores apontaram que deveriam ser construídos modelos regionais específicos de cada país e incorporados às diretrizes nacionais da AIA, de forma que a avaliação de projetos fosse padronizada. Assim, apesar das mudanças climáticas estarem se tornando pauta de protagonismo nas preocupações da sociedade no cenário internacional, a sua análise não é considerada na AIA, o que torna cada vez mais evidente a necessidade de atualização das legislações e a revisão desse aspecto é relevante para a manutenção dos mecanismos das políticas internacionais de mudanças climáticas.

Embora haja um apelo para que os impactos sejam avaliados de forma global, fica claro que as avaliações dos impactos a nível regional e local não devem ser desprezadas, ambos precisam se articular e criar uma sinergia de ações (PAEZ, 2023). Para Sousa e Silva (2023), até mesmo os municípios devem se utilizar das suas competências administrativas e legislativas para combater as mudanças climáticas e o direcionamento para os municípios deve ser um reflexo da formulação de políticas públicas climáticas a nível nacional. Nessa linha, a AIA aborda outros impactos relevantes a aceitabilidade pública de um projeto, por exemplo, a perda da biodiversidade, a poluição do ar e da água, a perturbação de vizinhança, e outros incômodos como o ruído e o odor (LARREY-LASSALLE *et al*., 2017).

Como apresentado anteriormente, a falta de consideração dos impactos globais e indiretos apresenta-se como a maior deficiência da AIA nos estudos revisados, porém outras limitações também se destacam, tais como (GERRARD, 2008; KRUOPIENE *et al*., 2009; SLOTTERBACK, 2011; ZIDONIENE; KRUOPIENE, 2015; MAGNE *et al*., 2023): falta e qualidade de informação crítica; excesso de dados irrelevantes; ausência de identificação da localização e de alternativas tecnológicas aos projetos propostos; omissão em incluir e/ou desenvolver os programas mitigadores e compensatórios; subjetividade na previsão de impactos; baixa qualidade na avaliação da significância dos impactos ambientais, por vezes, baseando-se apenas na opinião e experiência de especialistas; e falta de dados quantitativos.

Os artigos incluídos evidenciam que, embora cientes de determinados impactos, os desenvolvedores da AIA não os quantificam. É nesse contexto que os métodos de quantificação de emissões de GEE e a ACV são fundamentados e os estudos afirmam que a AIA é uma excelente porta de entrada para a mitigação de impactos relacionados as mudanças climáticas (LENZEN *et al*., 2003; CORNEJO *et al*., 2005; MAGNE *et al*., 2023; YAO *et al*., 2020). Para Tukker (2000), a ACV, além de apresentar impactos globais, também seria uma excelente ferramenta de uso para a AIA, por apresentar os seus impactos de forma quantitativa, robusta, transparente e fundamentada. A inclusão da ACV na AIA pode fornecer uma estrutura orientada para a quantificação de impactos, que pode facilitar que os profissionais expressem a escala de diferença dos impactos entre as alternativas propostas e as respectivas medidas mitigadoras (BIDSTRUP, 2015; RYBACZEWSKA-BŁAŻEJOWSKA; PALEKHOV, 2018). Hua *et al*. (2022) afirmam que a contabilização das emissões é um pré-requisito básico e determinante para realizar a gestão e o controle das emissões de GEE, primeiramente quantifica-se o nível das emissões para então propor medidas de redução e monitoramento.

Os estudos também apresentaram várias outras vantagens de integrar a ACV à AIA, tais como (CORNEJO *et al*., 2005; PUBULE *et al*., 2011; ZIDONIENE; KRUOPIENE, 2015; BISTRUP, 2015; MORERO *et al*., 2015; LARREY-LASSALE *et al*., 2017; RYBACZEWSKA-BŁAŻEJOWSKA; PALEKHOV, 2018; MADHU; PAULIUK, 2019): melhoria da capacidade de classificar opções de alternativas tecnológicas e locacionais, assim como da qualidade e eficiência nos procedimentos de avaliação de impacto; permitirem identificar a fase do ciclo de vida de um empreendimento que causa o maior impacto ambiental; ligação direta entre as atividades antrópicas e suas consequências ambientais; avaliação mais rigorosa, completa e abrangente dos impactos ambientais; e metodologia orientada para avaliar o impacto do uso de recursos.

Os estudos incluídos nessa revisão (Quadro 1) apresentam a predominância da aplicação da ACV como método para a consideração de potenciais impactos climáticos na AIA. Tal interesse se justifica devido ao fato de a ACV ser uma ferramenta padronizada e desenvolvida para avaliar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de um sistema de produto, trazendo um entendimento dos pontos críticos e avaliação da magnitude e significância desses impactos potenciais (ABNT, 2009).

Na seção de resultados, no Quadro 1, aponta-se que a Europa publicou quase a metade dos artigos associados a ACV. Essa observação deve levar em consideração que a base de dados de maior influência e internacionalmente utilizada para o cálculo de impactos na ACV é a *Ecoinvent*, uma base de dados europeia utilizada em mais de 80 países e também por um número expressivo de grandes empresas internacionais como a Nestlé e a Coca-Cola (EMBRAPA, 2021). A *Ecoinvent* lançou a sua primeira versão em 2003, ou seja, seus desenvolvedores apontam que ela começou a ser confeccionada

ainda no final dos anos 90 e desde então vem sendo atualizada com parcerias em todo o mundo, fornecendo dados confiáveis e de alta qualidade para ACV (ECOINVENT, 2024).

Esse aspecto também pode ser observado no número de citações desses artigos, no gráfico 1 apresenta-se que mais da metade das citações dos artigos (55,4%) vêm de publicações europeias, considerando que 74% das citações totais são de artigos relacionados a ACV. O artigo com o segundo maior número de citações, o Lenzen *et al.,* (2003), não apresenta a ACV método associado a AIA, porém, em seu texto a ACV é reconhecida como um método que pode ser aplicado de forma bem-sucedida a AIA, assim como sugere que profissionais que fazem uso de outros métodos pudessem ter acesso a banco de dados elaborados por um órgão central, da mesma forma como acontece com a ACV.

Embora haja uma predominância da aplicação de ACV para consideração de potenciais impactos climáticos na AIA, estudos explicam por que essa ferramenta ainda não é usada de forma sistemática. Os motivos apresentados incluem (TUKKER, 2000; LARREY-LASSALE *et al*., 2017; RYBACZEWSKA-BŁAŻEJOWSKA; PALEKHOV, 2018; YAO *et al*., 2020): aumentos significativos nos custos da AIA; prolongamento no tempo para a avaliação de impactos; necessidade de capacitação dos profissionais de AIA na modelagem de ACV; e dificuldade em encontrar dados regionais. Mesmo que o aumento nos custos venha a representar um ponto negativo, diante da emergência climática enfrentada pela sociedade humana, os custos com os estudos ambientais se justificam. Além disso, há uma subjetividade e complexidade em comparar os custos, com as vantagens atribuídas à implementação, principalmente quando o seu uso se justifica em AIAs relacionadas a obras de infraestrutura que, no geral, apresentam relatórios de impactos complexos e extensos, devido ao elevado potencial de impactos negativos associados (BIDSTRUP, 2015).

No Brasil, há iniciativas como o Banco Nacional de Inventários do Ciclo de Vida (SICV Brasil) e o Sistema de Informação de Desempenho Ambiental da Construção (SIDAC), ambos focados em dados nacionais e disponibilizados de forma prática e acessível. O SICV disponibiliza inventários de produtos da economia brasileira para utilização em estudos de ACV (SICV, 2024). Já o SIDAC permite o cálculo de indicadores de desempenho ambiental de produtos da construção civil tendo como base os conceitos da ACV (SIDAC, 2024). Essas iniciativas são primordiais para alcançar maior representatividade e confiança nos resultados dos estudos, principalmente se considerarmos que cada país possui, por exemplo, processos, matrizes energéticas e prioridades no uso de determinados combustíveis distintos. Portanto, utilizar base de dados internacionais pode levar a conclusões equivocadas.

A integração da ACV a AIA permitiu que alguns autores concluíssem que a obtenção da matéria prima, confecção de materiais, transporte e construção são as fases que apresentam a maioria dos

impactos negativos, principalmente considerando as emissões de gases na atmosfera e o esgotamento de recursos minerais e combustíveis fósseis (MORERO *et al*., 2015; LARREY-LASSALLE *et al*., 2017; MAGNE *et al*., 2023). Além disso, a ACV foi apontada como uma ferramenta que pode melhorar a qualidade do processo das políticas públicas ambientais, ao fornecer informações mais abrangentes para os tomadores de decisão, auxiliando-os no processo de aquisição de matérias-primas, comparação entre várias alternativas tecnológicas e locacionais de projeto, e até mesmo contribuir no planejamento do descomissionamento de projetos (LEWANDOWSKA *et al.*, 2013; MADHU; PAULIUK, 2019).

CONCLUSÃO

A avaliação de impacto ambiental já é um processo usual em inúmeros países, muitas jurisdições têm avançado no sentido de incluir a consideração da mitigação das mudanças climáticas em seus processos de análise. A avaliação climática está emergindo como uma norma do direito internacional consuetudinário, estabelecendo a base sua jurídica (MAYER, 2019).

Esse foi o primeiro estudo a analisar propostas, disponíveis na literatura, para considerar potenciais impactos climáticos de empreendimento durante a AIA. Embora diferentes propostas tenham sido apresentadas por esses estudos para considerar os indicadores de mudanças climáticas na AIA, a maioria (71%) envolveu a metodologia da Análise do Ciclo de Vida (ACV) na quantificação dos impactos. Entre as lacunas observadas, foi notada a ausência de estudos para o Brasil. Essa revisão indicou a ACV como um dos principais métodos para consideração de impactos no clima na AIA. Essa ferramenta já é bem estabelecida no meio acadêmico, fornece uma estrutura orientada para a quantificação dos impactos e considera os impactos globais ao longo do ciclo de vida de um processo ou produto. A AIA é fundamental para a mitigação de impactos no meio ambiente, sendo imperativo que suas deficiências sejam minimizadas e que se estabeleça um padrão de análise, considerando impactos relacionados às mudanças climáticas. Assim, a AIA tem potencial para conectar os objetivos globais e as ações locais, sendo uma ferramenta estratégica na busca do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14040**: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

AGRA FILHO, S. S. **Licenciamento ambiental no Brasil**. Salvador: Editora da UFBA, 2021.

BIDSTRUP, M. "Life cycle thinking in impact assessment—Current practice and LCA gains". **Environmental Impact Assessment Review**, vol. 54, 2015.

CORNEJO, F. *et al.* "Using life cycle assessment (LCA) as a tool to enhance environmental impact assessment (EIA)". **8th Conference on Process Integration Modeling and Opitmization for Energy Saving and Pollution Reduction**. Creta: PRES5, 2005.

DIAS, A. M. S. *et al*. "Technical quality of fauna monitoring programs in the environmental impact assessments of large mining projects in southeastern Brazil". **Science of The Total Environment**, vol. 650, 2019.

ECOINVENT. "Mission and History ecoinvent is an internationally active, mission-driven organization devoted to supporting high-quality, science-based environmental assessments". **ECOINVENT** [2024]. Disponível em: <www.ecoinvent.org>. Acesso em: 24/05/2024.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. "Rede ACV conclui Pedra Fundamental e inaugura nova etapa de gestão da Avaliação de Ciclo de Vida no País". **Portal EMBRAPA** [2021]. Disponível em: <www.embrapa.br>. Acesso em: 24/05/2024.

ENRÍQUEZ-DE-SALAMANCA, A. *et al*. "Consideration of climate change on environmental impact assessment in Spain". **Environmental Impact Assessment Review**, vol. 57, 2016.

FINFGELD-CONNETT, D. "Use of content analysis to conduct knowledge-building and theory-generating qualitative systematic reviews". **Qualitative Research**, vol. 14, n. 3, 2014.

GERRARD, M. B. "Climate change and the environmental impact review process". **Natural Resources and Environment**, vol. 22, n. 3, 2008.

GLOBAL CLIMATE CHANGE. "What's the difference between climate change and global warming?". **NASA** [2023]. Disponível em: <www.nasa.gov>. Acesso em: 14/04/2024.

HE, X. "Mitigation and adaptation through environmental impact assessment litigation: Rethinking the prospect of climate change litigation in China". **Transnational Environmental Law**, vol. 10, n. 3, 2021.

HUA, J. *et al.* "Thoughts on the overall establishment of total carbon dioxide emission control system". **环境工程技术学报**, vol. 12, n. 1, 2022.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. "Climate Change 2022: Mitigation of Climate change". **IPCC** [2022]. Disponível em: <www.ipcc.ch>. Acesso em: 25/05/2024.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. "Summary for Policymakers". **IPCC** [2023]. Disponível em: <www.ipcc.ch>. Acesso em: 25/05/2024.

JUNGES, A. L.; SANTOS, V. Y.; MASSONI, N. T. "Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual da física para a educação básica". **Experiências em Ensino de Ciências**, vol. 13, n. 5, 2018.

KIM, K.; KIM, I. "The Significance of Scope 3 GHG Emissions in Construction Projects in Korea: Using EIA and LCA". **Climate**, vol. 9, n. 2, 2021.

KYSAR, D. A. "What climate change can do about tort law". **Environmental Law Reporter News and Analysis**, vol. 42, 2012.

LARREY-LASSALLE, P. *et al.* "An innovative implementation of LCA within the EIA procedure: Lessons learned from two Wastewater Treatment Plant case studies". **Environmental Impact Assessment Review**, vol. 63, 2017.

LENZEN, M. *et al.* "Environmental impact assessment including indirect effects—a case study using input–output analysis". **Environmental Impact Assessment Review**, vol. 23, n. 3, 2003.

LEVITT, H. M. *et al.* "Reporting standards for qualitative primary, qualitative meta-analytic, and mixed methods research in Psychology : The APA Publications and Communications Board Task Force Report". **American Psychologist**, vol. 73, n. 1, 2018.

LEWANDOWSKA, A. *et al*. "LCA as an element in environmental management systems—comparison of conditions in selected organisations in Poland, Sweden and Germany: part 1: background and initial assumptions". **The International Journal of Life Cycle Assessment**, vol. 18, 2013.

LIU, K. F. *et al.* "Incorporating the LCIA concept into fuzzy risk assessment as a tool for environmental impact assessment". **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, vol. 27, n. 4, 2013.

MADHU, K.; PAULIUK, S. "Integrating Life Cycle Assessment into the Framework of Environmental Impact Assessment for Urban Systems: Framework and Case Study of Masdar City". **Environments**, vol. 6, n. 9, 2019.

MAGNE, A. *et al*. "ECOS 2023: Environmental life cycle assessment of a hydropower plant in Bolivia". **36th International Conference On Efficiency, Cost, Optimization, Simulation And Environmental Impact Of Energy Systems**. Las Palmas de La Gran Canaria: ECOS, 2023.

MANUILOVA, A. *et al*. "Should life cycle assessment be part of the environmental impact assessment? Case study: EIA of CO_2 capture and storage in Canada". **Energy Procedia**, vol. 1, n. 1, 2009.

MAYER, B. "Climate assessment as an emerging obligation under customary international law". **International and Comparative Law Quarterly**, vol. 68, n. 2, 2019.

MILARÉ, É.; MILARÉ, L. T. "Estudo de impacto ambiental". **Enciclopédia Jurídica da PUC-SP**. [2020]. Disponível em: <www.enciclopediajuridica.pucsp.br>. Acesso em: 14/04/2024.

MORERO, B. *et al*. "Environmental impact assessment as a complement of life cycle assessment. Case study: Upgrading of biogas". **Bioresource Technology**, vol. 190, 2015.

MORGAN, R. K. "Environmental impact assessment: the state of the art". **Impact Assessment and Project Appraisal**, vol. 30, n. 1, 2012.

MURPHY, M. C.; GILLAM, K. M. "Greenhouse gases and climate in environmental impact assessment–practical guidance". **IAIA13 Conference Proceedings**. Calgary: Calgary Stampede BMO Centre, 2013.

OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION. "Directive 2014/52/EU of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 Amending Directive 2011/92/EU on the Assessment of

the Effects of Certain Public and Private Projects on the Environment". **Official Journal of the European Union** [2014]. Disponível em: <www.eur-lex.europa.eu>. Acesso em: 14/04/2024.

OLIVER, T. H. *et al.* "A safe and just operating space for human identity: A systems perspective". **The Lancet Planetary Health**, vol. 6, n. 11, 2022.

ONU – Organização das Nações Unidas. "Perspectiva Global Reportagens Humanas. População mundial chegará a 9,9 bilhões em 2054". **ONU** [2024]. Disponível em: <www.un.org>. Acesso em: 27/05/2024.

PAEZ, L. G. "A reestruturação espacial no debate da escala a partir dos processos decisórios sobre mudanças climáticas: do global ao local". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 14, n. 41, 2023.

PAGE, M. J *et al*. "PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews". **BMJ**, n. 160, 2021.

PUBULE, J. *et al*. "Improvement of Environmental Impact Assesment in the Baltic States". **Environmental Engineering: Proceedings of the International Conference on Environmental Engineering**. London: ICEE, 2011.

RICHARDSON, K. *et al.* "Earth beyond six of nine planetary boundaries". **Science Advances**, vol. 9, n. 37, 2023.

RYBACZEWSKA-BLAŻEJOWSKA, M.; PALEKHOV, D. "Life Cycle Assessment (LCA) in Environmental Impact Assessment (EIA): principles and practical implications for industrial projects". **Management**, vol. 22, n 1. 2018.

SAFFARI, A. *et al.* "Environmental impact assessment (EIA) by using the Fuzzy Delphi Folchi (FDF) method (case study: Shahrood cement plant, Iran)". **Environment, Development and Sustainability**, vol. 21, n. 2, 2019.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2020.

SICV BRASIL – Banco Nacional de Inventários do Ciclo de Vida. "Método AICV". **SICV Brasil** Disponível em: <www.sicv.acv.ibict.br>. Acesso em: 14/04/2024.

SIDAC – Sistema de Informação de Desempenho Ambiental da Construção. "O que é o SIDAC". **SIDAC** [2024]. Disponível em: <www.sidac.org.br>. Acesso em: 01/04/2024.

SLOTTERBACK, C. S. "Addressing climate change in state and local environmental impact analysis". **Journal of Environmental Planning and Management**, vol. 54, n. 6, 2011.

SOUSA, M. B. B.; SILVA, J. I. A. O. "Crise climática e a importância dos planos diretores e setoriais de mudanças climáticas". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 16, n. 46, 2023.

TUKKER, A. "Life cycle assessment as a tool in environmental impact assessment". **Environmental Impact Assessment Review**, vol. 20, n. 4, 2000.

TUKKER, A. "Life cycle assessments for waste, Part III: The case of paint packaging separation and general conclusions: Strategic EIA for the Dutch National Hazardous Waste Management Plan 1997–2007". **The International Journal of Life Cycle Assessment**, vol. 5, 2000.

UNEP - United Nations Environment Programme. “2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector”. Nairobi: UNEP, 2022.

XIAOHUI, S. *et al*. “Method of greenhouse gas environmental impact assessment for construction projects”. **Research of Environmental Sciences**, vol. 35, n. 2, 2022.

YAO, K. A. F. *et al*. “Mining impacts assessment using the LCA methodology: case study of Afema gold mine in ivory coast”. **Integrated Environmental Assessment and Management**, vol. 17, n. 2, 2021.

YINAN, W. U. *et al.* “Research on greenhouse gas emissions accounting methods in environmental impact assessment of construction projects: a case of thermal power project”. **环境工程技术学报**, vol. 12, n. 6, 2022.

ŽIDONIENĖ, S; KRUOPIENĖ, J. “Life Cycle Assessment in environmental impact assessments of industrial projects: towards the improvement”. **Journal of Cleaner Production**, vol. 106, 2015.



BOLETIM DE CONJUNTURA (BOCA)

Ano VI | Volume 18 | Nº 53 | Boa Vista |2024

http://www.ioles.com.br/boca

Editor chefe:

Elói Martins Senhoras

Conselho Editorial

Antonio Ozai da Silva, Universidade Estadual de Maringá

Vitor Stuart Gabriel de Pieri, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Charles Pennaforte, Universidade Federal de Pelotas

Elói Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Julio Burdman, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Patrícia Nasser de Carvalho, Universidade Federal de Minas Gerais

Conselho Científico

Claudete de Castro Silva Vitte, Universidade Estadual de Campinas

Fabiano de Araújo Moreira, Universidade de São Paulo

Flávia Carolina de Resende Fagundes, Universidade Feevale

Hudson do Vale de Oliveira, Instituto Federal de Roraima

Laodicéia Amorim Weersma, Universidade de Fortaleza

Marcos Antônio Fávaro Martins, Universidade Paulista

Marcos Leandro Mondardo, Universidade Federal da Grande Dourados

Reinaldo Miranda de Sá Teles, Universidade de São Paulo

Rozane Pereira Ignácio, Universidade Estadual de Roraima