

DA CADEIA PRODUTIVA À DETERMINAÇÃO DA SIGNIFICÂNCIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE A CONTRIBUIÇÃO DA AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA EM AVALIAÇÕES DE IMPACTO AMBIENTAL

FROM THE SUPPLY CHAIN TO SIGNIFICANCE DETERMINATION: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW ON THE CONTRIBUTION OF LIFE CYCLE ASSESSMENT IN ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENTS

Dante Peixoto (autor correspondente), Aldo Roberto Ometto, Marcelo Montañó

Universidade de São Paulo (USP)

dantepeixoto@gmail.com, aometto@sc.usp.br, minduim@sc.usp.br

Submissão: 28 de janeiro de 2025 Aceitação: 02 de agosto de 2025

Resumo

No atual cenário de aumento na produção e circulação de bens e serviços, com significativas alterações na qualidade ambiental, intensificaram-se debates sobre a busca de equilíbrio entre atividade humana e meio ambiente. Nesse contexto, surgiram instrumentos de política ambiental e metodologias de avaliação de impactos, como a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), amplamente difundida, e a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), consolidada no setor produtivo. Apesar de seu uso, a literatura aponta desafios na efetivação da AIA, especialmente na Determinação da Significância dos Impactos, etapa central, frequentemente realizada de forma insatisfatória. Embora AIA e ACV possuam diferenças claras em objetivos, aplicabilidade e especificidades, a literatura relata oportunidades de contribuição da ACV para a AIA. Este estudo investigou o potencial de contribuição da ACV ao processo de AIA, com foco na Determinação da Significância dos Impactos, utilizando a metodologia da Revisão Bibliográfica Sistemática e o *software* StArt. Após buscas com diferentes *strings*, 142 artigos foram encontrados, dos quais 22 foram selecionados para análise. Os resultados permitiram responder: i) qual o papel da significância em AIA e como a ACV pode contribuir? ii) qual a interação entre ACV e AIA? iii) como essas interações abordam a determinação da significância? Evidências indicam que a ACV pode contribuir ao processo de AIA, destacando-se a visualização da cadeia produtiva e de impactos ambientais, uso de ferramentas quantitativas e estimulando a adoção da abordagem do ciclo de vida. Contudo, limitações como a ausência do elemento contextual são barreiras importantes. Ainda assim, a ACV apresenta potencial de contribuição à Determinação da Significância dos Impactos como suporte à tomada de decisão ao longo do processo.

Palavras-chave: Avaliação de Ciclo de Vida; Avaliação de Impacto Ambiental; Determinação da Significância.

Abstract

In the current scenario of increased production and circulation of goods and services, with significant alterations to environmental quality, debates on achieving a balance between human activity and the environment have intensified. In this context, environmental policy instruments and impact assessment methodologies have emerged, such as Environmental Impact Assessment (EIA), widely used, and Life Cycle Assessment (LCA), well-established in the productive sector. Despite their application, the literature highlights challenges in implementing EIA, particularly in the Determination of Impact Significance, a central step often performed unsatisfactorily. Although EIA and LCA differ in objectives, applicability, and specifics, the literature reports opportunities for LCA to contribute to EIA. This study investigated the potential contributions of LCA to the EIA process, focusing on the Determination of Impact Significance, using the Systematic Literature Review methodology and StArt software. After three searches with different strings, 142 articles were identified, of which 22 were selected for analysis. The results addressed the following questions: i) What is the role of significance in EIA, and how can LCA contribute? ii) What is the interaction between LCA and EIA? iii) How do these interactions address the determination of significance? Evidence indicates that LCA can contribute

to the EIA process, notably by enabling visualization of the production chain, utilizing quantitative tools, and incorporating the life cycle perspective. However, limitations such as the lack of contextual elements are significant barriers. Nonetheless, LCA shows potential to contribute to the Determination of Impact Significance as a decision-support tool throughout the process.

Key words: Life Cycle Assessment; Environmental Impact Assessment; Significance Determination

1 INTRODUÇÃO

Com o incremento constante na circulação de mercadorias e serviços, bem como de alterações cada vez mais profundas na dinâmica do meio ambiente, com impactos ambientais negativos produzidos em escala global pela atividade humana, ameaçando até mesmo os limites planetários (Rockström *et al.*, 2009; Richardson *et al.*, 2023), as proposições e debates no sentido da busca por um equilíbrio na relação entre a atividade humana e a natureza, bem como instrumentos e técnicas para a avaliação prévia de potenciais impactos ambientais negativos emergem como uma necessidade cada vez mais premente em nossa sociedade (Vázquez; Guillén-Gosálbez, 2021).

Nesse contexto, a sociedade produziu metas de desenvolvimento sustentável, diversos países criaram e adotaram políticas ambientais, com seus consequentes instrumentos, e diversas ferramentas foram implementadas para os diferentes setores produtivos terem meios para se ajustar ao necessário equilíbrio na relação entre a produção e os limites planetários e em busca de produzir um novo paradigma da sustentabilidade, induzindo ao planejamento ambiental (Keene, 2015).

Do ponto de vista das políticas ambientais, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é o instrumento mais difundido mundialmente, estando regulamentado em mais de uma centena de países, tendo como um de seus objetivos o suporte à tomada de decisão, fazendo a avaliação da viabilidade ambiental de projetos a partir da previsão de aspectos e impactos que potencialmente ocorrerão nas suas distintas fases de planejamento, implantação, operação e encerramento, bem como quais as consequências específicas para o contexto em que esses impactos irão se manifestar (Sánchez, 2008).

A significância dos impactos, portanto, está associada à tipologia de projeto proposto (que determina as pressões exercidas sobre o ambiente) e as características do ambiente no local em que se pretende implantar o projeto, sendo considerados viáveis os projetos para os

quais os impactos significativos negativos foram mitigados até se tornarem aceitáveis, ou seja, foram eliminados ou minimizados (Glasson; Therivel; Chadwick, 2013).

A Avaliação de Impacto Ambiental deve ser entendida enquanto um processo, com múltiplas fases, e que pode conter dentro de si uma série de abordagens metodológicas que permitam fazer a identificação, avaliação e mitigação dos impactos ambientais, se orientando por tentar visualizar os aspectos que em contato com o ambiente possam gerar impactos com potencial de causar degradação ambiental significativa, sendo essa busca feita desde a etapa de triagem, passando pela elaboração do escopo, do diagnóstico, do prognóstico, da tomada de decisão e finalmente do monitoramento, devendo ser um processo embasado cientificamente, transparente, objetivo e com efetiva participação da sociedade (Arts; Caldwell; Morrison-Saunders, 2001). Na etapa de avaliação, reitera-se, a compreensão da significância dos impactos assume papel central, sendo fundamental para que a AIA cumpra com o seu objetivo de informar os tomadores de decisão acerca dos potenciais impactos relevantes causados pelos projetos em análise e apontar as alternativas para a sua viabilidade ambiental (Glasson; Therivel; Chadwick, 2013; Montañó; Souza, 2008).

Ainda no bojo das tentativas de transformação da relação ente a sociedade e a natureza, surgiu para os setores produtivos (responsáveis pela introdução cada vez maior de produtos no mercado consumidor) a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que é uma ferramenta que visa avaliar os impactos dos distintos produtos ao longo do ciclo de sua vida, passando desde seu planejamento, colocação no mercado, possíveis reciclagens, até sua disposição final, conhecida como uma avaliação do “berço ao túmulo” (Manuilova; Suebsiri; Wilson, 2009).

A ACV é atualmente uma metodologia amplamente difundida, com potencial de aplicação relatado para incontáveis cadeias produtivas, sendo reconhecida como uma ferramenta de suporte à tomada de decisão, para prevenção de problemas de saúde decorrentes de aspectos dos

produtos, de mitigação de impactos ambientais negativos ocasionados por partes ou pelo produto em si, além de permitir fazer previamente uma análise das possíveis consequências das ações que serão tomadas (Lei *et al.*, 2021; Pryshlakivski; Searcy, 2021).

Ambas as avaliações se inserem no contexto da Avaliação de Impacto, realizando a identificação, predição e avaliação de potenciais impactos (Bidstrup, 2015; Mareddy, 2017), bem como estão em consonância com as proposições atuais da Economia Circular e da Ecologia Industrial, vistas como formas distintas de pensar a produção, migrando de uma produção de produtos e bens de consumo, e passando a pensar na produção de valor (Lei *et al.*, 2021).

Entretanto, ainda são encontrados relatos de desafios associados à efetivação da Avaliação de Impacto Ambiental (Aung, 2017; Sandham *et al.*, 2013; Zárate-Toledo; Wood; Patiño, 2021), sendo relatadas dificuldades em distintos âmbitos da AIA, como questões institucionais, na efetivação da participação da sociedade e de, muitas vezes, não realizar de modo satisfatório a determinação da significância dos impactos, atividade tida como central para o processo de AIA (Brombal; Moriggi; Marcomini, 2017; Ehrlich; Ross, 2015; Zárate-Toledo; Wood; Patiño, 2021).

Dentro desse contexto, autores sugerem que há potencial de contribuição da Avaliação de Ciclo de Vida para o processo de Avaliação de Impacto Ambiental, sendo citadas possibilidade de uso de elementos da ACV para o processo de AIA, podendo inclusive contribuir para evidenciar limites de poluentes, observar a dinâmica de interação do empreendimento com o meio ao longo do tempo e, até mesmo, visualizar impactos negativos significativos (Tukker, 2000; Pryshlakivski; Searcy, 2021; Zárate-Toledo; Wood; Patiño, 2021).

Buscando compreender mais a potencial contribuição entre as avaliações, o presente estudo teve como objetivo investigar o potencial de contribuição da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) para o processo de Avaliação de Impacto Ambiental, buscando entender especificamente qual pode ser sua contribuição para a Determinação da Significância dos Impactos.

2 METODOLOGIA

O método utilizado para a construção do estudo foi a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), definida como uma revisão que possui um objetivo claro, uma pergunta de pesquisa, uma

abordagem de pesquisa, com critérios de inclusão e exclusão bem definidos, de forma a produzir uma avaliação qualitativa dos artigos analisados (Torres-Carrion *et al.*, 2018).

Tal método foi escolhido, pois a abordagem sistemática objetiva responder uma questão a partir do encontro, da descrição e da avaliação das evidências associadas a ela em todas as pesquisas publicadas sobre a temática vinculada à pergunta dentro de um conjunto de parâmetros preestabelecido, permitindo assim fazer uma busca num volume grande de material com capacidade de triar, analisar e sistematizar os achados, tendo reais possibilidades de responder a questão (Booth; Sutton; Papaioannou, 2016).

Para execução da Revisão Bibliográfica Sistemática do presente trabalho, foi utilizado o *software* StArt, que auxilia na elaboração das etapas de Planejamento, Condução e Relato da revisão (Booth; Sutton; Papaioannou, 2016; Fabbri *et al.*, 2016).

As referidas etapas foram cumpridas conforme segue: i – Planejamento: a partir do preenchimento do protocolo de pesquisa, no qual deve ser anunciado o objetivo da pesquisa, a pergunta motivadora, as bases que serão pesquisadas, os critérios de inclusão e exclusão de trabalhos, bem como o formulário de análise a que todos os artigos serão submetidos; ii – Condução: feita em três ferramentas do *software*, com a execução da Seleção, em que os artigos encontrados são selecionados pelos critérios de inclusão e exclusão iniciais, da Extração, em que são aplicados critérios de prioridade para leitura, são aplicados os formulários de análise e novamente podem ser incluídos ou excluídos os trabalhos, a partir dos novos resultados e da Sumarização, em que são gerados gráficos e tabelas com as informações dos trabalhos selecionados, extraídos, incluídos e excluídos; e iii – Relato, a partir da ferramenta de Finalização da Revisão e da redação do presente trabalho (Fabbri *et al.*, 2016).

2.1 Planejamento da revisão

A revisão bibliográfica sistemática partiu da pergunta geradora do presente trabalho: Sabemos que para a Avaliação de Impacto Ambiental, a Determinação da Significância de Impactos é considerada atividade central. Como uma metodologia que julga impactos no ciclo de vida de produtos, a Avaliação do Ciclo de Vida pode atuar ou ter contribuições para a determinação da

significância de impactos em AIA?

Tal questão foi desmembrada em três questões a serem respondidas a partir do conteúdo dos artigos elencados pela RBS:

- Pergunta 1: qual a potencial contribuição ou interação entre ACV e AIA relatada pela literatura?
- Pergunta 2: dentro dessa contribuição/interação o que é abordado ou pode ser compreendido em relação a determinação da significância?
- Pergunta 3: quais os desafios existentes na Determinação da Significância em AIA de projeto que poderiam ser preenchidos pela contribuição de ACV?

A partir das perguntas foi selecionada a plataforma *Web of Science* como o alvo das buscas, sendo utilizado o mecanismo de busca avançada da plataforma para a combinação das palavras chave: *Environmental Impact Assessment, Life Cycle Assessment e Significance Determination*.

Foi ainda determinado que somente artigos científicos em inglês e com potencial de contribuição efetiva para a resposta das perguntas elencadas seriam incluídos na pesquisa, sendo definida a análise de qualidade dos estudos como

um formulário a ser aplicado a cada um deles com as próprias perguntas a serem respondidas pela RBS (listadas anteriormente).

Foram definidos os seguintes critérios de inclusão (I) e exclusão (E): (I) estudo sobre Avaliação de Ciclo de Vida que trata da Avaliação de Impacto Ambiental ou de potenciais contribuições entre elas; (I) fala de determinação de significância/importância ou similares de impacto no contexto de ACV; (I) apresenta definições, critérios e importância da determinação da Significância de Impactos Ambientais; (E) área do conhecimento diferente da ambiental/engenharia; (E) tem um foco específico em ACV, falando de avaliar impactos dentro da perspectiva da ferramenta ACV, não tendo aportes evidentes para a integração com o instrumento AIA; (E) tem um foco muito específico em AIA ou em etapas de AIA, apesar de eventualmente citar ACV, não permite visualizar integrações e contribuições entre as avaliações; (E) não é um artigo científico; (E) texto completo indisponível; (E) estudo de caso de uma ACV ou comparação de ACVs; (E) fala de outros tipos de Avaliação, como de Sustentabilidade, de Pegada Ecológica, entre outras que não ACV e AIA. Na Tabela 1 está a síntese do protocolo realizado no *software StArt*:

Tabela 1 - Resumo do protocolo de Revisão Bibliográfica inserido no software StArt

Revisão Sistemática – Avaliação de Ciclo de Vida e Determinação de Significância da Impactos

| | |
|----------------------------|--|
| Título: | <i>Life Cycle Impact Assessment and Significance Impact Determination</i> |
| Descrição: | Revisão Bibliográfica Sistemática buscando compreender qual a contribuição da Avaliação do Ciclo de Vida para a Avaliação de Impacto Ambiental relatada pela literatura e especificamente o que se relata de contribuição possível da ACV para a determinação da significância de impactos e possíveis lacunas que a ACV possa contribuir para fechar quando se trata de determinação de significância e avaliação de impacto. |
| Objetivos: | Investigar a contribuição da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) para o processo de Avaliação de Impacto Ambiental, buscando entender especificamente qual pode ser sua contribuição para a Determinação da Significância dos Impactos. |
| Questão motivadora: | Como uma metodologia que julga impactos no ciclo de vida de produtos, a Avaliação do Ciclo de Vida pode atuar ou ter contribuições para a determinação da significância de impactos em AIA? |

Revisão Sistemática – Avaliação de Ciclo de Vida e Determinação de Significância da Impactos

| | |
|---|--|
| Palavras-chave: | <i>Environmental Impact Assessment; Life Cycle Assessment; Significance Determination</i> |
| Tipos de conteúdos buscados: | Artigos científicos |
| Linguagem dos estudos: | Inglês |
| Método de busca das fontes: | Motor de busca avançada online do Web of Science |
| Motor de busca: | Web of Science |
| Critérios para Inclusão (I) e Exclusão (E): | (I) Estudo sobre Avaliação de Ciclo de Vida que trata da Avaliação de Impacto Ambiental ou vice versa; (I) Fala de determinação de significância e cita ACV; (I) Apresenta definições, critérios e importância da determinação da Significância de Impactos Ambientais; (E) Área do conhecimento diferente do planejamento ambiental ou economia circular; (E) Tem um foco específico em ACV, falando de avaliar impactos dentro da perspectiva da ferramenta ACV e não da integração com o instrumento AIA; (E) Tem um foco muito específico em AIA ou em etapas de AIA, apesar de eventualmente citar ACV; (E) Não é um artigo científico; (E) Texto completo indisponível; (E) Estudo de caso de uma ACV ou comparação de ACVs; (E) Fala de outros tipos de Avaliação de Impactos |
| Definição de tipos de estudo: | Estudos primários e secundários das áreas listadas |
| Seleção inicial dos estudos: | Leitura de título e resumo |
| Forma de avaliação da qualidade dos estudos: | Critério de inclusão ou exclusão |
| Informações da etapa de extração: | Relata possível contribuição da ACV para Avaliação de Impactos Ambientais?; Trata da questão da determinação da Significância associada a avaliação de um impacto ambiental?; Segundo o artigo quais possíveis contribuições podem ser extraídas da ACV para a Determinação da Significância de Impactos ambientais? |
| Forma de sumarização dos resultados: | Redação de artigo científico |

Fonte: autores.

2.2 Condução da revisão

A condução da revisão englobou a identificação da pesquisa, a seleção dos estudos e sua avaliação de qualidade, a extração dos dados, o monitoramento do progresso e a síntese dos dados.

A etapa inicial de identificação da pesquisa consistiu em identificar, a partir das palavras-chave elencadas, os termos e estratégias de busca. Assim, foi feita a seguinte combinação para buscas no motor de busca avançada do *Web of Science*, expressa pela Tabela 2.

A Busca 1 retornou 6 artigos, a Busca, 2 117 artigos e a Busca 3, 19 artigos, totalizando 142 artigos que compuseram o conjunto inicial de artigos utilizado para a condução da revisão bibliográfica. Destes, 32 foram aceitos e 110 foram rejeitados na etapa de seleção. Tal etapa ocorreu em dois momentos: primeiro foram excluídos os artigos que pelo título evidentemente não seriam relevantes para cumprir os objetivos da pesquisa e, posteriormente, foram selecionados os artigos restantes a partir da leitura dos resumos. Vale ressaltar que foram também excluídas eventuais duplicações oriundas das múltiplas buscas

realizadas.

Após isso, foram lidos os artigos completos e realizada a etapa de extração, em que mais alguns artigos foram excluídos por não oferecerem

condições de responder ao formulário de pesquisa aplicado, sendo que o conjunto final com que a pesquisa trabalhou foi de 22 artigos.

Tabela 2 - Síntese das buscas realizadas

| Busca | Objetivo da busca | Campo de busca | Condicionante | Termo busca | String de busca final |
|---------|---|------------------------|---------------|-----------------------------------|---|
| Busca 1 | Encontrar artigos que tenham no título, resumo ou palavras-chave do autor os três termos de interesse para a pesquisa | Tópico | E | "Environmental Impact Assessment" | TS=("environmental impact assessment") |
| | | Tópico | E | "Life Cycle Assessment" | AND TS=("life cycle assessment") |
| | | Tópico | E | "Significance Determination" | AND TS=("significance determination") |
| Busca 2 | Encontrar artigos que tragam explicitamente possíveis relações e contribuições da ACV para AIA | Palavra-chave do autor | E | "Environmental Impact Assessment" | AK=("life cycle assessment") AND AK=("environmental impact assessment") |
| | | Palavra-chave do autor | E | "Life Cycle Assessment" | |
| Busca 3 | Encontrar definições e estudos a respeito da determinação da significância de impactos em AIA | Tópico | E | "Environmental Impact Assessment" | TS = (impact significance determination) AND |
| | | Tópico | E | "Significance Determination" | TS = ("environmental impact assessment") |

Fonte: autores.

Os dados da distribuição dos critérios de inclusão e exclusão para os artigos na etapa de extração encontram-se sistematizados na Figura 1 e na Figura 2, respectivamente.

Por fim, foram sistematizadas as informações para que se pudesse concluir pelas eventuais contribuições da ACV para o processo de Determinação da Significância em AIA.

2.3 Relato da revisão

Nessa etapa foi feita uma sistematização das respostas encontradas na leitura dos artigos para as perguntas de pesquisa, sendo então apontadas

as possíveis contribuições da ACV para o tema de AIA, especificamente para possibilitar melhorias na determinação da significância, sendo então redigido o presente manuscrito.

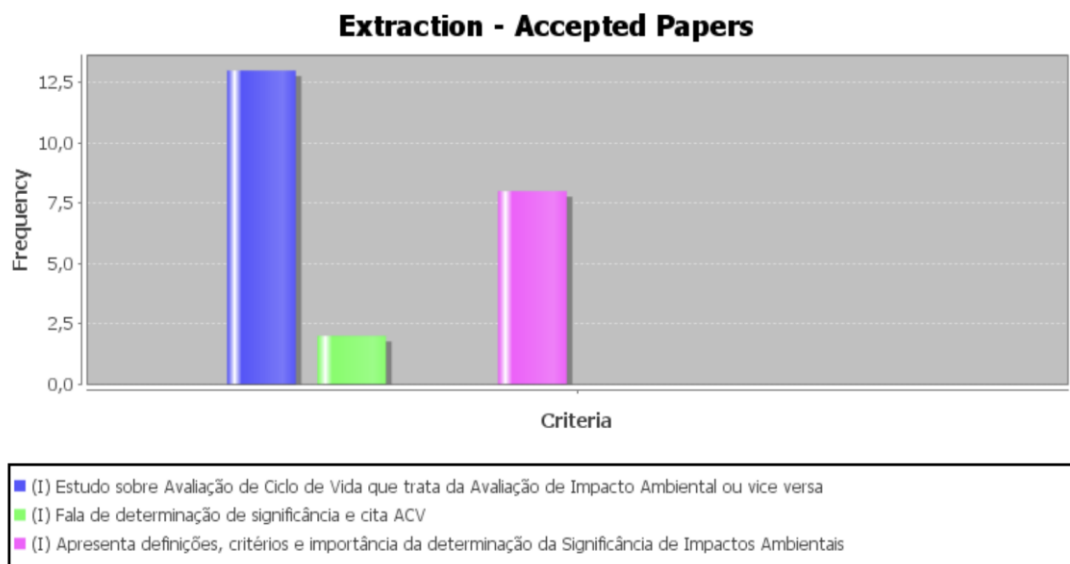
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo organiza-se em quatro seções articuladas entre si. Inicialmente, discute-se o papel central da determinação da significância de impactos na Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e a possibilidade de contribuição da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) nesse processo. Em seguida, são analisadas as potenciais

interações entre AIA e ACV relatadas pela literatura, destacando vantagens e limitações. Na terceira seção, aborda-se de forma específica a relação dessas interações com a determinação da

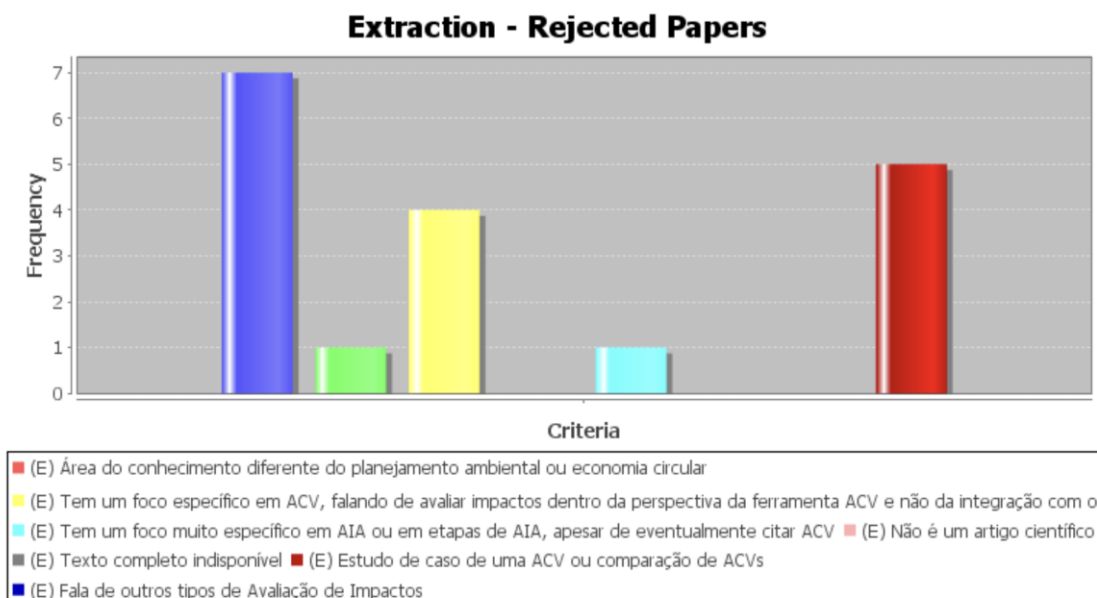
significância dos impactos. Por fim, discutem-se os principais desafios ainda existentes na prática da AIA e como alguns deles podem ser enfrentados a partir de aportes oriundos da ACV.

Figura 1 - Gráfico com os critérios de inclusão aplicados para os artigos aceitos na etapa de extração



Fonte: autores.

Figura 2 - Gráfico com a distribuição dos critérios de exclusão aplicados aos artigos rejeitados na etapa de extração



Fonte: autores.

3.1 Qual o lugar da significância de impactos em AIA e por que pode ser útil o aporte da ACV para a sua determinação?

A Determinação da Significância dos Impactos Ambientais é apontada como questão central para a tomada de decisão nos processos

de Avaliação de Impacto Ambiental (Ehrlich; Ross, 2015; Jones; Morrison-Saunders, 2016; Murray *et al.*, 2018), sendo essa determinação responsável por assegurar o foco no essencial durante as múltiplas etapas de AIA, delimitando a cada momento do processo o que realmente importa e exige aprofundamento (Ehrlich; Ross, 2015).

Entende-se, portanto, que a determinação da significância está presente em todas as etapas da AIA, desde a Triagem até a etapa de Acompanhamento dos Impactos (Jones; Morrison-Saunders, 2016), funcionando como um espectro que orienta a percepção dos tomadores de decisão a respeito da importância dos impactos potenciais associados ao processo, garantindo que a avaliação não deixe de considerar impactos significativos e que não se perca em efeitos insignificantes (Ehrlich; Ross, 2015). Contudo, é de se esperar que a avaliação da significância dos impactos assuma o papel de protagonista nas fases de caracterização e interpretação dos impactos, oferecendo aos tomadores de decisão informações baseadas em evidências a respeito dos potenciais impactos significativos e alternativas para a sua mitigação (eliminação, minimização e redução), facilitando o julgamento da aceitabilidade dos impactos e, portanto, das possibilidades de continuidade dos projetos submetidos à avaliação de impacto (Montaño; Souza, 2008; Montaño; Ranieri, 2019).

A Significância dos Impactos deve ser entendida como a composição entre dois fatores, a Caracterização do Impacto (sua magnitude) e a Importância do Impacto (valor associado, dependente do contexto) (Jones; Morrison-Saunders, 2016), portanto sendo a Determinação da Significância dos Impactos dependente do contexto de ocorrência.

Entretanto, embora haja relativo consenso na literatura a respeito do papel central ocupado pela Determinação da Significância dos Impactos e apontamentos de boas práticas para a sua execução, os estudos ainda relatam desafios para que sua aplicação prática ocorra de forma a garantir todo seu potencial de colaboração no processo de AIA, sendo ainda encontrados problemas para a definição e uso de índices máximos de determinados poluentes ou agentes potencialmente impactantes, bem como uma dificuldade associada a tentativas de padronização que acabam muito mais por prejudicar o processo do que por facilitar sua execução (Fonseca; Brito; Gibson, 2020; Murray *et al.*, 2018; Singh *et al.*, 2019).

Tais dificuldades decorrem do fato de que a Determinação da Significância dos Impactos prevê que haja um julgamento consciente por parte do avaliador, em que sejam considerados os elementos de sua caracterização e de seu valor, sendo que a Avaliação do Ciclo de Vida poderia auxiliar esse julgamento pelo seu caráter de ser uma técnica que auxilia a visualização do potencial de impacto ao longo de diversas etapas do ciclo de vida de um produto que esteja associado a um empreendimento, por exemplo, bem como por possuir potencial papel de suporte à tomada de decisão, podendo, portanto, oferecer suporte para que se julgue os impactos quanto à sua significância (Manuilova; Suebsiri; Wilson, 2009; Pryshlakivsky; Searcy, 2021).

3.2 Qual a potencial contribuição ou interação entre ACV e AIA relatada pela literatura?

A Avaliação do Ciclo de Vida é vista como uma técnica que difere em elementos importantes da Avaliação de Impacto Ambiental, entretanto, há uma similaridade fundamental entre ambas as avaliações, que é o fato de preverem a ocorrência e oferecerem elementos para o julgamento de impactos previamente à sua ocorrência (Tukker, 2000).

Pode-se dizer que a AIA é um processo e não somente uma metodologia específica, e nesse sentido, a ACV pode entrar como uma contribuição específica para etapas desse processo, conferindo características importantes para a leitura e observação dos impactos ambientais decorrentes de processos e produtos que serão produzidos pelos empreendimentos que estão sujeitos a Avaliação de Impactos ambientais (Madhu; Pauliuk, 2019).

Uma das dificuldades importantes encontradas muitas vezes no processo de AIA é o oferecimento de critérios objetivos para limitar os níveis de ocorrência de determinada ação que potencialmente resultará de um impacto ambiental, sendo que, principalmente para a indústria e a prestação de serviços, a ACV se mostra como uma metodologia que pode oferecer contribuições importantes, para o processo de AIA nesse sentido (Rybczewska-Blazejowska; Palekhov, 2018).

São citadas melhorias qualitativas no processo de AIA pelos autores que investigaram a aplicação da ACV como uma parte do processo de AIA, ou mesmo pela simples incorporação de alguns de seus elementos como parte do processo

(Manuilova; Suebsiri; Wilson, 2009; Rybczewska-Blazejowska; Palekhov, 2018).

Uma série de vantagens pode ser citada, quando se fala a respeito da integração da ACV ao processo de AIA, dentre elas:

- a inserção da perspectiva do ciclo de vida e do tempo como um elemento para a avaliação, permitindo-se visualizar a ocorrência e consequência dos impactos de forma mais clara (Tukker, 2000);
- uma investigação mais aprofundada dos impactos indiretos decorrentes da entrada em operação do empreendimento avaliado, a partir das técnicas utilizadas pela ACV, que possibilitam tal visualização, sobretudo para a indústria e serviços (Rybczewska-Blazejowska; Palekhov, 2018);
- a integração da ACV com AIA permite que sejam incorporados novos elementos na construção dos cenários, buscando não somente não incorrer em impactos ambientais negativos severos, mas também buscar por uma alternativa melhor, com menos potencial de causar impactos negativos e que permita uma maior adequação aos parâmetros ambientais e de segurança (Židonienė; Kruopienė, 2015);
- a construção de cenários demonstrando os potenciais de contaminação e risco de determinadas substâncias oferecida por técnicas de ACV acabam por oferecer sem dúvida um suporte para a tomada de decisão e o julgamento dos impactos buscado pelos avaliadores, quando elaboram uma Avaliação de Impacto Ambiental (Pryshlakivsky; Searcy, 2021);
- a Avaliação do Ciclo de Vida pode auxiliar a Avaliação de Impactos Ambientais em vários de seus pontos fracos elencados pela literatura, pois permite, por exemplo, incluir as atividades e impactos decorrentes da cadeia produtiva em que está inserido o empreendimento avaliado (Manuilova; Suebsiri; Wilson, 2009);
- a Avaliação de Ciclo de Vida é uma metodologia que traz elementos quantitativos que permite enxergar de

forma mais clara os níveis críticos e limites associados à presença de substâncias, sendo essa uma potencial contribuição para casos de AIA que exijam esse tipo de visualização, uma vez que o processo de AIA, por suas características intrínsecas, não possui uma metodologia fechada e padronizada para a avaliação dos impactos e análise de seus resultados (Manuilova; Suebsiri; Wilson, 2009).

Em relação a essa possibilidade de contribuição, é importante apontar, conforme dito, que há também importantes limitações no uso da Avaliação do Ciclo de Vida em combinação com a Avaliação de Impactos Ambientais, podendo ser citadas:

- a ACV é uma metodologia quantitativa, que prevê a avaliação dos perigos associados ao nível de determinadas substâncias, ou elementos de produtos, ao longo de toda a sua existência, entretanto, muitas vezes o processo de AIA exige outras abordagens e formas de avaliar os impactos (Manuilova; Suebsiri; Wilson, 2009);
- a ACV não analisa o contexto de ocorrência do impacto, o que é uma exigência fundamental para o processo de AIA, devendo os resultados obtidos de uma ACV serem interpretados posteriormente sob a perspectiva do contexto em outra etapa (Morero; Rodriguez; Campanella, 2015);
- a aplicabilidade da ACV depende de critérios específicos e das técnicas disponíveis para os determinados produtos e cadeias produtivas, não sendo algo generalizável para todas elas (Bidstrup, 2015);
- a incorporação de elementos da ACV para o processo de AIA, como sugerido pela literatura, deverá ser feita pelo avaliador, tomando uma decisão baseada em sua própria expertise para avaliar a conveniência e a oportunidade para lançar mão de abordagens que suscitem a ACV durante o processo, não existindo regulamentações, ou casos já consolidados de aplicação (Chandrasekaran *et al.*, 2021);
- como o julgamento em ACV está bastante ligado à experiência prática e a decisões do próprio avaliador, por vezes

podem ocorrer julgamentos tendenciosos ou demasiadamente simplistas para os impactos avaliados, sendo necessário que haja um distanciamento entre quem aplica a técnica e os interesses da companhia que irá produzir o produto ou serviço alvo da avaliação (Pryshlakivsky; Searcy, 2021).

- Apesar das importantes limitações, é reconhecido o potencial de contribuição da ACV para o processo de AIA, sendo necessária a avaliação em cada caso específico da conveniência e da oportunidade do uso da ferramenta para possibilitar melhorias no processo de AIA (Manuilova; Suebsiri; Wilson, 2009; Tukker, 2000).
- Nesse sentido, uma expansão na aplicabilidade da ACV e de seus elementos e princípios fundantes está sendo cada vez mais discutida, sobretudo por setores da academia, que visam aperfeiçoar técnicas e outros instrumentos que fazem avaliação de impactos e lidam com elementos em que as ideias da ACV podem contribuir, como no caso de planejamentos econômicos, estudos de políticas e para a participação da sociedade (Pryshlakivsky; Searcy, 2021).
- Da mesma forma, é possível que sejam feitos aportes consideráveis dos elementos conceituais e práticos da ACV para o processo de AIA em contextos específicos em que tal técnica possa oferecer subsídios para a avaliação dos impactos e, sobretudo, que possa auxiliar a não somente controlar e mitigar os impactos negativos, mas principalmente, ajudar a gerar impactos positivos e colaborar para que o instrumento auxilie na efetivação da sustentabilidade ambiental (Manuilova; Suebsiri; Wilson, 2009; Rybczewska-Blazejowska; Palekhov, 2018).

3.3 Dentro dessa contribuição/interação, o que é abordado ou pode ser preendido em relação à determinação da significância?

Os estudos não trazem diretamente um relato de uma contribuição para a Determinação da Significância dos impactos, entretanto, a Avaliação

de Impacto Ambiental tem muitas vezes seu objetivo associado a identificar e tentar mitigar possíveis impactos significativos, ou prever quais elementos serão significativamente afetados por potenciais impactos dos empreendimentos-alvo das avaliações (Rybczewska-Blazejowska; Palekhov, 2018; Tukker, 2000).

De igual maneira, ao descrever a contribuição possível da Avaliação de Ciclo de Vida para o processo de Avaliação de Impacto Ambiental, os autores trazem uma série de elementos que acabam por ter potencial por dar suporte aos avaliadores no momento de fazer a determinação da significância dos impactos ambientais, ao menos daqueles em que seja possível a utilização da ACV ou de seus elementos, e que sejam impactos que tenham elementos quantitativos associados a seu potencial maior ou menor como, por exemplo, poluentes ou substâncias perigosas (Bidstrup, 2015; Manuilova; Suebsiri; Wilson, 2009).

Porém, como a Determinação da Significância dos Impactos Ambientais depende de dois elementos a serem avaliados, ou seja, a característica e o valor do impacto (sendo que o primeiro tem a ver com suas características de magnitude físicas, químicas, biológicas e sociais, e o segundo tem relação direta com o contexto de ocorrência), existe uma limitação importante da contribuição da ACV para a determinação que é o fato dela não abordar o contexto de ocorrência como um elemento (Jones; Morrison-Saunders, 2016; Pryshlakivsky; Searcy, 2021).

De toda forma, o fato de permitir a visualização da cadeia produtiva, e os aportes de insumos e produtos anteriores ao empreendimento em questão, bem como posteriores ao processo produtivo avaliado, possuem potencial para trazer contribuições inovadoras para a determinação da significância dos impactos, por poder revelar relações antes não visualizadas sem a abordagem propiciada pela ACV (Manuilova; Suebsiri; Wilson, 2009; Tukker, 2000).

3.4 Quais os desafios existentes na Determinação da Significância em AIA de projeto que poderiam ser preenchidos pela contribuição de ACV?

Na literatura são listados desafios importantes relacionados à Determinação da Significância dos Impactos Ambientais, como a falta de clareza da necessidade de um julgamento explícito por parte do avaliador para definir o que realmente importa a cada momento do processo

de AIA (Ehrlich; Ross, 2015), a falta ou a desconsideração de limites e níveis críticos para a ocorrência de impactos (Murray *et al.*, 2018), a falta de clareza de que a determinação da significância é dependente do contexto de ocorrência do impacto (Jones; Morrison-Saunders, 2016), tentativas de padronização que acabam por fragilizar o processo ao aparentar ao avaliador que não é ele a fazer o julgamento (Fonseca; Brito; Gibson, 2020).

É possível visualizar uma contribuição da ACV para alguns dos desafios, sobretudo no que diz respeito ao fato de oferecer suporte para a tomada de decisão e de permitir a visualização de níveis de substâncias e elementos associados a possíveis impactos negativos (Manuilova; Suebsiri; Wilson, 2009; Pryshlakivsky; Searcy, 2021).

A possibilidade de uma visão ampliada da cadeia produtiva, as entradas e saídas do processo produtivo do empreendimento-alvo do processo de AIA podem ajudar também o avaliador a visualizar a significância dos impactos por trazer mais elementos para o julgamento dos potenciais impactos (Manuilova; Suebsiri; Wilson, 2009).

Entretanto, assim como nenhum método padronizado pode ser reconhecido como capaz e suficiente de sempre ser capaz de realizar a determinação da significância em qualquer contexto de ocorrência (Fonseca; Brito; Gibson, 2020), a ACV também deve ter sua implementação avaliada caso a caso, havendo situações em que sem dúvida irá contribuir e outras em que não poderá ser aplicada (Tukker, 2000).

Há que se ressaltar, entretanto, que um dos desafios citados como mais importantes, no que diz respeito à Determinação da Significância dos Impactos, é justamente a consideração do elemento valor, ou seja, trazer para o julgamento o elemento contextual, e nisso a ACV não pode contribuir, pois ela não considera elementos contextuais para sua avaliação, sendo necessário ao avaliador ter clareza disso ao lançar mão de seu uso e incorporar os elementos contextuais como parte do processo em algum momento para que se possa extrair uma conclusão suficiente (Jones; Morrison-Saunders, 2016; Židonienė; Kruopiene, 2015).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo utilizou uma Revisão Bibliográfica Sistemática para investigar como a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) pode contribuir

para o processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), com foco na Determinação da Significância dos Impactos. Foram identificados 142 artigos na base *Web of Science*, dos quais 22 foram selecionados após um rigoroso processo de triagem e extração. A análise dos dados revelou evidências de que a ACV pode enriquecer o processo de AIA em diversas etapas.

A AIA, sendo um processo estruturado que combina diferentes métodos para prever, avaliar e mitigar impactos, pode se beneficiar da incorporação da ACV, especialmente por sua capacidade de: 1) visualizar impactos indiretos ao longo da cadeia produtiva; 2) fornecer dados quantitativos para avaliação de impactos; 3) ampliar o escopo temporal e espacial da análise, incluindo etapas anteriores e posteriores ao empreendimento avaliado.

Apesar do potencial identificado, também foram apontadas limitações significativas. A principal restrição da ACV é a ausência de uma análise contextual, ou seja, que considere as relações específicas com os atributos ambientais no local de ocorrência dos impactos, um elemento crucial para determinar a significância dos impactos em AIA. Além disso, a aplicação da ACV depende de sua adequação ao contexto específico e de critérios claros para sua utilização.

Embora a ACV não substitua as metodologias tradicionais de AIA, ela pode atuar como um complemento valioso ao processo, oferecendo suporte à tomada de decisão e contribuindo para um julgamento mais robusto dos impactos. A integração dessas ferramentas pode não apenas melhorar a identificação de impactos significativos, mas também possibilitar o desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis.

Futuras pesquisas poderiam explorar aplicações práticas da combinação entre ACV e AIA em diferentes setores, avaliando como a interação entre essas metodologias pode superar desafios e aprimorar a efetividade das avaliações ambientais.

REFERÊNCIAS

ARTS, J.; CALDWELL, P.; MORRISON-SAUNDERS, A. Environmental impact assessment follow-up: good practice and future directions — findings from a workshop at the IAIA 2000 conference. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 19, n. 3, p. 175–185, set. 2001. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/45578697_Environmental_Impact_Assessment_Follow-up_Good_Practice_and_Future_Directions_-_Findings_from_a_Workshop_at_the_IAIA_2000_conference. Acesso em: 10 out. 2021

AUNG, T. S. Evaluation of the environmental impact assessment system and implementation in Myanmar: Its significance in oil and gas industry. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 66, p. 24–32, set. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317510043_Evaluation_of_the_environmental_impact_assessment_system_and_implementation_in_Myanmar_Its_significance_in_oil_and_gas_industry. Acesso em: 6 ago. 2021.

BIDSTRUP, M. Life Cycle Thinking in Impact Assessment: current practice and LCA gains. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 54, p. 72–79, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/278050323_Life_cycle_thinking_in_impact_assessment-Current_practice_and_LCA_gains. Acesso em: 11 out. 2021.

BOOTH, A.; SUTTON, A.; PAPAIOANNOU, D. **Systematic Approaches to a Successful Literature Review**. [s.l.] SAGE, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235930866_Systematic_Approaches_to_a_Successful_Literature_Review.

BROMBAL, D.; MORIGGI, A.; MARCOMINI, A. Evaluating public participation in Chinese EIA. An integrated Public Participation Index and its application to the case of the New Beijing Airport. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 62, p. 49–60, jan. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309170631_Evaluating_public_participation_in_Chinese_EIA_An_integrated_Public_Participation_Index_and_its_application_to_the_case_of_the_New_Beijing_Airport. Acesso em: 3 out. 2021.

CHANDRASEKARAN, V. *et al.* Environmental Impact Assessment of Renovated Multi-Apartment Building Using LCA Approach: Case Study from Lithuania. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1542, 1 fev. 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/3/1542>. Acesso em: 8 abr. 2021.

EHRlich, A.; ROSS, W. The significance

spectrum and EIA significance determinations. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 33, n. 2, p. 87–97, 23 jan. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273287060_The_significance_spectrum_and_EIA_significance_determinations. Acesso em: 3 mai. 2018.

FABBRI, S. *et al.* Improvements in the StArt tool to better support the systematic review process. Proceedings of the 20th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering. **Anais... In: EASE '16: 20TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING**. Limerick Ireland: ACM, jun. 2016. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2915970.2916013>. Acesso em: 11 out. 2021

FONSECA, A.; BRITO, L. L. A.; GIBSON, R. B. Methodological pluralism in environmental impact prediction and significance evaluation: A case for standardization? **Environmental Impact Assessment Review**, v. 80, p. 106320, jan. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336914359_Methodological_pluralism_in_environmental_impact_prediction_and_significance_evaluation_A_case_for_standardization. Acesso em: 9 out. 2021.

GLASSON, J.; THERIVEL, R.; CHADWICK, A. **Introduction to Environmental Impact Assessment**. Hoboken: Taylor and Francis, 2013 [ebook]. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429470738>.

JONES, M.; MORRISON-SAUNDERS, A. Making sense of significance in environmental impact assessment. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 34, n. 1, p. 87–93, 2 jan. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/291950967_Making_sense_of_significance_in_environmental_impact_assessment. Acesso em: 10 out. 2021.

KEENE, J. C. Environmental Planning. *In: International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. [s.l.] Elsevier, 2015, p. 769–777.

LEI, H. *et al.* An analytical review on application of life cycle assessment in circular economy for built environment. **Journal of Building Engineering**,

v. 44, p. 103374, dez. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354920072_An_analytical_review_on_application_of_life_cycle_assessment_in_circular_economy_for_built_environment. Acesso em: 1 fev. 2022.

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, Abu Dhabi. **Environments**, v. 6, n. 9, p. 105, 9 set. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335704577_Integrating_Life_Cycle_Assessment_into_the_Framework_of_Environmental_Impact_Assessment_for_Urban_Systems_Framework_and_Case_Study_of_Masdar_City_Abu_Dhabi. Acesso em: 14 out. 2021.

MANUILOVA, A.; SUEBSIRI, J.; WILSON, M. Should Life Cycle Assessment be part of the Environmental Impact Assessment? Case study: EIA of CO₂ Capture and Storage in Canada. **Energy Procedia**, v. 1, n. 1, p. 4511–4518, fev. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/229127107_Should_Life_Cycle_Assessment_be_part_of_the_Environmental_Impact_Assessment_Case_study_EIA_of_CO2_Capture_and_Storage_in_Canada. Acesso em: 14 out. 2021.

MAREDDY, A. R. **Environmental Impact Assessment Theory and Practice**. [s.l.] Butterworth-Heinemann, 2017.

MONTAÑO, M.; RANIERI, V. E. L. Análise de viabilidade ambiental de projetos. In: CALIJURI, M. C.; GASPARINI, D. (Org.). **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 267-297, 2019.

MONTAÑO, M.; SOUZA, M. P. A viabilidade ambiental no licenciamento de empreendimentos perigosos no Estado de São Paulo. **Engenharia Sanitária e Ambient**.al, v. 13, n. 4, p. 435-442, out./dez. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/JY3T54tpm54WypScVkqM6ns/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 1 jun. 2013.

MORERO, B.; RODRIGUEZ, M. B.; CAMPANELLA, E. A. Environmental impact assessment as a complement of life cycle assessment. Case study: Upgrading of biogas. **Bioresource Technology**, v. 190, p. 402-407,

ago. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.04.091>.

MURRAY, C. C. *et al.* The Insignificance of Thresholds in Environmental Impact Assessment: An Illustrative Case Study in Canada. **Environmental Management**, v. 61, n. 6, p. 1062-1071, jun. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323857399_The_Insignificance_of_Thresholds_in_Environmental_Impact_Assessment_An_Illustrative_Case_Study_in_Canada. Acesso em: 10 abr. 2018.

PRYSHLAKIVSKY, J.; SEARCY, C. Life Cycle Assessment as a decision-making tool: Practitioner and managerial considerations. **Journal of Cleaner Production**, v. 309, n. 4, p. 127344, ago. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/351342948_Life_Cycle_Assessment_as_a_decision-making_tool_Practitioner_and_managerial_considerations. Acesso em: 10 out. 2021.

RICHARDSON, K. *et al.* Earth beyond six of nine planetary boundaries. **Science Advances**. Vol. 9, issue 7, eadh2458, 2023. DOI:10.1126/sciadv.adh2458.

ROCKSTRÖM, J. *et al.* Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. **Ecology and Society**, v. 14, n. 2, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284146060_Planetary_Boundaries_Exploring_the_Safe_Operating_Space_for_Humanity_Internet. Acesso em: 12 mai. 2013.

RYBACZEWSKA-BLAŻEJOWSKA, M.; PALEKHOV, D. Life Cycle Assessment (LCA) in Environmental Impact Assessment (EIA): principles and practical implications for industrial projects. **Management**, v. 22, n. 1, p. 138-153, 1 jun. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326038398_Life_Cycle_Assessment_LCA_in_Environmental_Impact_Assessment_EIA_principles_and_practical_implications_for_industrial_projects. Acesso em: 10 out. 2021.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANDHAM, L. A. *et al.* Does enhanced regulation improve EIA report quality? Lessons from South

Africa. **Environmental Impact Assessment**

Review, v. 38, p. 155-162, jan. 2013. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/257048728_Does_enhanced_regulation_improve_EIA_report_quality_Lessons_from_South_Africa. Acesso em: 10 out. 2021.

SINGH, G. G. *et al.* Response to Critique of “The Insignificance of Thresholds in Environmental Impact Assessment: An Illustrative Case Study in Canada”. **Environmental Management**, v. 64, n. 2, p. 133-137, ago. 2019. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/334521982_Response_to_Critique_of_The_Insignificance_of_Thresholds_in_Environmental_Impact_Assessment_An_Illustrative_Case_Study_in_Canada. Acesso em: 14 out. 2021.

TORRES-CARRION, P. V. *et al.* **Methodology for systematic literature review applied to engineering and education**. 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). **Anais... In: 2018 IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE (EDUCON)**.

Tenerife: IEEE, abr. 2018. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8363388/>. Acesso em: 11 out. 2021

TUKKER, A. Life cycle assessment as a tool in environmental impact assessment.

Environmental Impact Assessment Review, v. 20, n. 4, p. 435-456, ago. 2000. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/222297146_Life_cycle_assessment_as_a_tool_in_environmental_impact_assessment. Acesso em: 10 out. 2021.

VÁZQUEZ, D.; GUILLÉN-GOSÁLBEZ, G. Process design within planetary boundaries: Application to CO₂ based methanol production.

Chemical Engineering Science, v. 246, p. 116891, dez. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009250921004565>. Acesso em: 10 out. 2021.

ZÁRATE-TOLEDO, E.; WOOD, P.; PATIÑO, R. In search of wind farm sustainability on the Yucatan coast: Deficiencies and public perception of Environmental Impact Assessment in Mexico.

Energy Policy, v. 158, p. 112525, nov. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354331812_In_search_of_wind_farm_sustainability_on_the_Yucatan_coast_Deficiencies_and_public_perception_of_Environmental_Impact_Assessment_in_Mexico. Acesso em: 10 out. 2021.

ŽIDONIENĖ, S.; KRUIPIENĖ, J. Life Cycle Assessment in environmental impact assessments of industrial projects: towards the improvement. **Journal of Cleaner Production**, v. 106, p. 533-540, nov. 2015. Disponível em: https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2015JCPPro.106..533Z/doi:10.1016/j.jclepro.2014.07.081. Acesso em: 10 out. 2021.