



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

INDICADORES DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO CICLO DE VIDA COMO TÉCNICA PARA MENSURAR A CONTRIBUIÇÃO AOS ODS NO NÍVEL DE PRODUTO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Ana Mariele Domingues, Universidade Estadual Paulista (UNESP),
ana.m.domingues@unesp.br

Marisa Franzoni, Centro de Tecnologia Renato Archer (CTI),
marisa.franzoni@cti.gov.br

Ricardo Gabbay de Souza, Universidade Estadual Paulista (UNESP),
ricardo.souza@unesp.br

José Rocha Andrade da Silva, Centro de Tecnologia Renato Archer (CTI),
jose-rocha@cti.gov.br

Resumo

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são a estrutura atual que orienta a comunidade global no enfrentamento dos desafios relacionados à sustentabilidade. Os ODS são compostos por 17 objetivos, 169 metas e centenas de indicadores. Um problema na operacionalização dos ODS reside na falta de clareza sobre qual o papel das empresas, e seus produtos, na instrumentalização dos planos de ação. Mapear todo o ciclo de vida de cada produto, desde a extração de matéria-prima até a disposição final, é apontado como uma das formas de se analisar as contribuições positivas e negativas de produtos individuais para o alcance dos ODS. A técnica de Avaliação da Sustentabilidade do Ciclo de Vida (ASCV) pode ser utilizada para realizar este mapeamento. Nesse sentido, este artigo teve como objetivo geral analisar como a estrutura ASCV pode auxiliar a mensuração do ODS no nível de produtos. Para tanto, através do método de revisão sistemática da literatura, conjuntamente a análise de conteúdo, 78 artigos que cruzam os temas ASCV e ODS foram investigados. Nossos resultados apontam que a técnica ASCV é emergente e promissora para mensurar a contribuição de produtos individuais ao ODS. No entanto, ainda faltam mais estudos de como integrar as duas estruturas.

Palavras-chave: Indicadores, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), Sustentabilidade, Avaliação da Sustentabilidade do Ciclo de Vida (ASCV).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

1. Introdução

Desde 2015, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são a estrutura de sustentabilidade que orienta a comunidade global no enfrentamento dos desafios relacionados a erradicação da pobreza, saúde, educação, equidade e justiça social, segurança econômica e mitigação de problemas ambientais (SCHEYVENS; BANKS; HUGHES; 2016; SULLIVAN; THOMAS; ROSANO, 2018; KÜHNEN et al., 2019; YAMANE; KANEKO, 2022). A emergência dos problemas elencados suscita ações coordenadas e complementares entre governos, empresas, sociedade civil e ciência (SACHS et al., 2019; SUBRAMANIAM et al., 2020). No entanto, é reconhecido que as partes interessadas não têm o entendimento compartilhado de como os 17 ODS podem ser operacionalizados, e de qual o seu papel específico nesta operacionalização (SPAISER et al., 2016; CAIADO et al., 2018), sendo este, um grave problema que compromete o alcance dos objetivos da Agenda 2030, e consequentemente o desenvolvimento sustentável (SUBRAMANIAM et al., 2020).

Uma das justificativas para a falta de entendimento relaciona-se ao fato de os objetivos e metas dos ODS apresentarem uma concepção a nível de país, isto é, governos nacionais têm a responsabilidade de delinear as ações para alcançar os objetivos propostos (MONTIEL et al., 2021). Este foco nos governos nacionais prejudica o planejamento e execução de ações concretas por outras entidades da sociedade, como as empresas, que detêm papel importante na promoção do desenvolvimento econômico, avanços científicos e tecnológicos, pois não fica claro qual o seu papel no alcance dos ODS (REDMAN, 2018; MIO; PANFILO; BLUNDO, 2020; VILLIERS et al., 2021). A subjetividade, complexidade e interesses conflitantes do desenvolvimento sustentável limitam a integração dos ODS nas estratégias de negócios (SULLIVAN; THOMAS; ROSANO, 2018). A estrutura ODS é criticada por não fornecer direcionamentos práticos para negócios, pois o escopo amplo com centenas de metas e indicadores inibem planos de ação concretos (MIO; PANFILO; BLUNDO, 2020; MONTIEL et al., 2021).

Portanto, tornar os ODS relevantes para as empresas é uma questão emergente de suma importância (UNGC, 2015; REDMAN, 2018). Mas para que as empresas possam desempenhar um papel proativo na consecução dos ODS, o primeiro desafio é a reinterpretação dos indicadores para vinculá-los ao nível dos negócios, em uma abordagem de baixo para cima, principalmente nas decisões sobre estratégias e produtos (UNEP, 2020a). No entanto, existe uma lacuna de conhecimento sobre abordagens práticas de como as empresas podem conduzir as avaliações no nível de produtos para verificar como estes contribuem para o alcance dos ODS (UNEP, 2020a; MONTIEL et al., 2021). Um esforço significativo da literatura concentrou-se em como os ODS devem ser comunicados em relatórios de sustentabilidade corporativos, enquanto que pouca atenção foi despendida para a forma de mensurar os indicadores (VILLIERS et al., 2021).

O mapeamento de todo o ciclo de vida de produtos, desde a extração da matéria-prima até a disposição final, proporciona uma visão sistêmica de toda a cadeia de valor, podendo facilitar a investigação das contribuições de produtos específicos, bem como de operações de negócios para os ODS (UNEP, 2020a; VALDIVIA et al., 2021). Uma técnica consolidada e



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

padronizada internacionalmente para mapear e avaliar os potenciais impactos ambientais de produtos, processos e serviços é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) (ABNT, 2009). Inicialmente, a ACV foi concebida para avaliar somente as implicações ambientais do consumo de recursos, emissões e resíduos associados ao ciclo de vida de bens e serviços (GUINEÉ et al., 2011). No entanto, atualizações recentes expandiram a técnica, incluindo em seu escopo a Avaliação Social do Ciclo de Vida e a Avaliação do Custo do Ciclo de Vida (UNEP, 2011; UNEP, 2020b), criando, assim, uma estrutura de avaliação de sustentabilidade chamada Avaliação da Sustentabilidade do Ciclo de Vida (ASCV). Essa estrutura investiga os potenciais impactos ambientais, sociais e econômicos associados a um produto (SOUZA et al., 2015; TARNE et al., 2019; WULF et al., 2019). Devido à sua característica holística, investigações recentes (VALDIVIA et al., 2021; UNEP, 2020a) apontam a ASCV como uma técnica promissora para medir o progresso e contribuição de empresas e seus produtos ao ODS. No entanto, os mesmos autores argumentam que não há diretrizes claras sobre como interligar a metodologia da ASCV com a estrutura ODS, estando ainda as investigações em fases iniciais de desenvolvimento e aplicação prática.

Em virtude dos problemas elencados, principalmente no que se refere à falta de clareza para empresas de como mensurar a contribuição de seus produtos para os ODS, e do potencial da ASCV para suprir esta lacuna, este artigo tem como objetivo geral analisar como a estrutura ASCV pode auxiliar a mensuração dos ODS no nível de produtos, através de uma revisão sistemática da literatura que cruza os dois temas, visando identificar padrões e lacunas na literatura, bem como contribuir para o desenvolvimento de mecanismos de mensuração da contribuição de produtos individuais para os ODS. A questão norteadora da pesquisa é: Como os indicadores da ASCV podem auxiliar empresas a medir a contribuição de produtos para os 17 ODS?

2. Fundamentação teórica

Nesta seção são apresentados os conceitos, definições, características e função dos ODS e da ASCV e de cada uma de suas técnicas.

2.1 ODS

Os ODS são o meio de implementação da Agenda 2030 das Nações Unidas, um plano de ação global que tenciona alcançar melhores condições de vida para todos os habitantes do planeta, através do desenvolvimento econômico igualitário ao mesmo tempo que conserva e restaura o meio ambiente natural (SACHS et al., 2019; MONTIEL et al., 2021). Os ODS são compostos por uma estrutura de 17 objetivos e 169 metas que cobrem cerca de 232 indicadores (UNITED NATIONS, 2015). A Figura 1 apresenta uma síntese dos 17 ODS. Para informações detalhadas sobre as metas e indicadores globais consulte (UNITED NATIONS, 2015).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Figura 1 - Os 17 ODS da Agenda 2030.



Fonte: Nações Unidas Brasil (2021).

Os ODS abrangem um escopo amplo de objetivos que englobam aspectos ambientais, sociais e econômicos (SUBRAMANIAM et al., 2020; UNITED NATIONS, 2015). Além dos problemas relacionados a falta de diretrizes claras para negócios, alguns autores (REDMAN, 2018; KÜHNEN et al., 2019; MIO; PANFILO; BLUNDO, 2020) ainda argumentam que, apesar da estrutura ODS apresentar uma cobertura ampla dos tópicos importantes para o alcance do desenvolvimento sustentável, muitas das metas e indicadores não são factíveis na prática. Outro ponto importante é a falta de clareza sobre as sinergias e trade-offs entre os objetivos, pois o alcance de alguns objetivos pode contribuir positivamente na consecução de outros, mas também pode causar prejuízos para outros. Essas relações precisam ser melhor investigadas para evitar soluções não sustentáveis.

2.2 ASCV

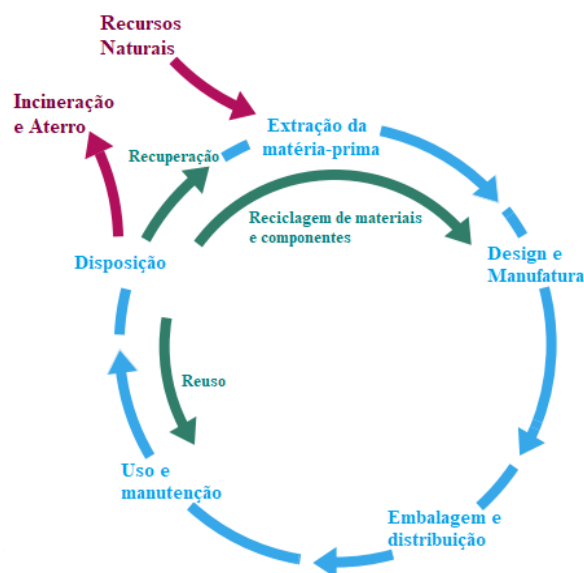
A ASCV é uma técnica de avaliação de potenciais impactos ambientais, sociais e econômicos de produtos (UNEP, 2011). A ASCV é uma evolução da técnica de ACV ambiental (WULF et al., 2019). A ASCV operacionaliza o Pensamento do Ciclo de Vida, uma filosofia que visa uma abordagem holística dos potenciais impactos ambientais, sociais e econômicos ao longo de todos os estágios do ciclo de vida de um produto e como as decisões tomadas em um estágio podem impactar e gerar consequências em outro estágio (FINKBEINER et al., 2010). A abordagem sistêmica provê um suporte valioso nas avaliações de sustentabilidade (SALA et al., 2013), pois examina um sistema de produto do começo ao



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

fim (WULF et al., 2019). Um sistema de produto é constituído por todas as etapas que envolvem a produção de um produto, desde a extração das matérias-primas, passando pela produção, distribuição, uso e disposição final (FINKBEINER et al., 2010). Portanto, o ciclo de vida pode ser definido como “estágios consecutivos e encadeados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima ou de sua geração, a partir de recursos naturais, até a disposição final” (ABNT, 2009, pag. 2), conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2. Diagrama representativo do ciclo de vida do produto.



Fonte: UNEP (2020c).

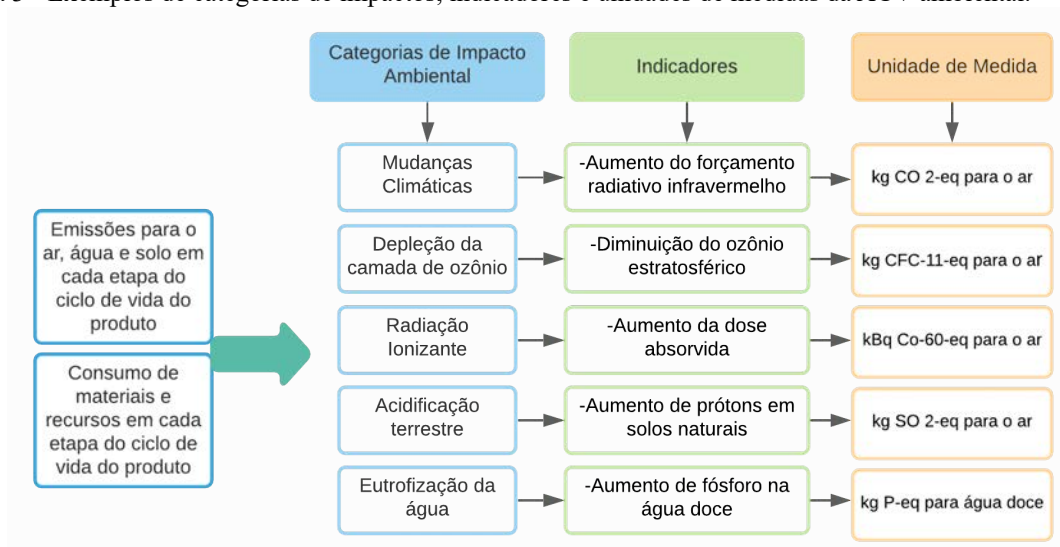
A ASCV é uma estrutura composta pelas três técnicas, nomeadamente: ACV ambiental, ACV social e ACV econômica (TRAVERSO, et al., 2012).

A ACV ambiental é o método mais maduro dentro da estrutura, sendo padronizado internacionalmente pelas normas ISO 14040 e ISO 14044 (KLOEPFFER, 2008; TRAVERSO et al., 2012). A norma define a ACV ambiental como “a compilação e avaliação das entradas, saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida” (ABNT, 2009, p.2). Portanto, quantifica-se todas as emissões e recursos relevantes consumidos e os impactos ambientais e de saúde associados a um produto (UNEP, 2011). Em alguns métodos de avaliação de impactos ambientais até 18 categorias de impacto podem ser avaliadas, por exemplo o método *Recipe Midpoint*. A Figura 3 apresenta algumas categorias de impacto ambiental e seus indicadores e unidades de medida, para exemplificação.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

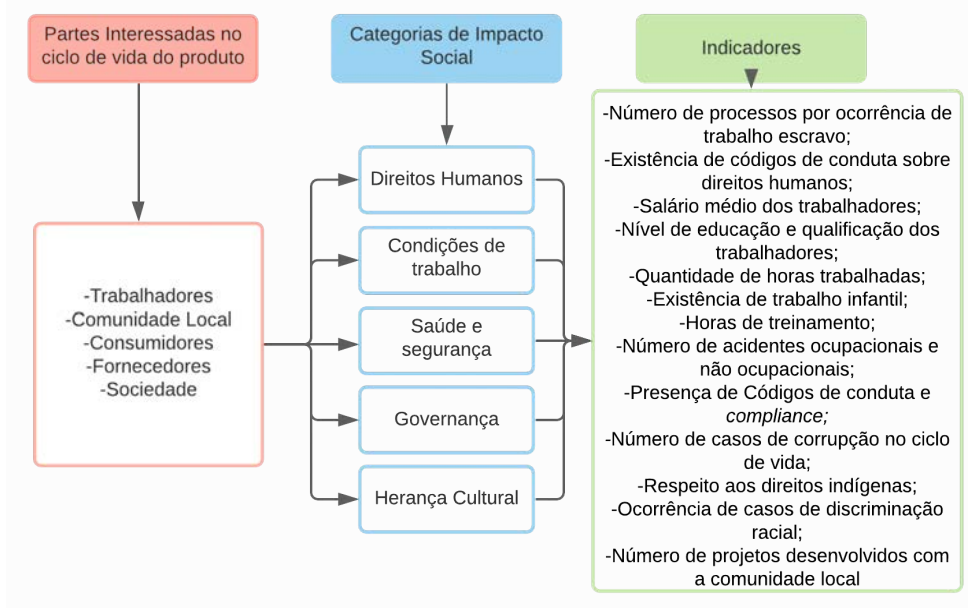
Figura 3 - Exemplos de categorias de impactos, indicadores e unidades de medidas da ACV ambiental.



Fonte: Adaptado de (UNEP; 2011).

A ACV social examina as consequências sociais do ciclo de vida de um produto (UNEP, 2011). Uma avaliação social examina os aspectos negativos e positivos que podem gerar potenciais impactos e afetar as diversas partes interessadas ao longo de todo o ciclo de vida (TRAVERSO et al., 2012; UNEP, 2011). Na figura 4 são exemplificadas algumas categorias de impacto e indicadores para mensuração.

Figura 4 - Exemplo de partes interessadas, categorias de impacto e indicadores da ACV-social.



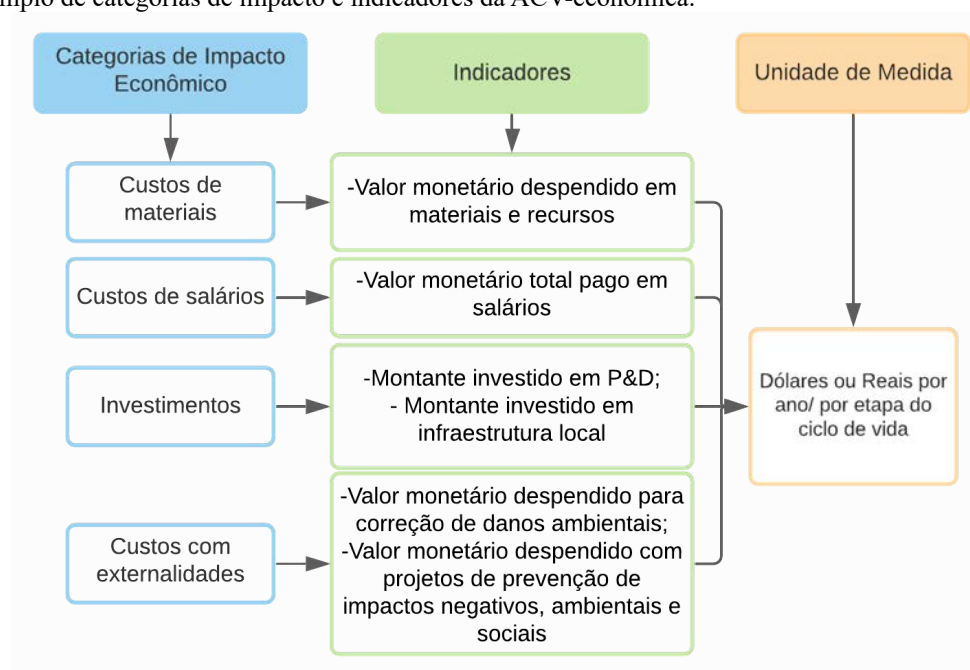
Fonte: Adaptado de (UNEP, 2011; UNEPb, 2020).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

A Avaliação do Custo do Ciclo de vida (LCC), aborda o aspecto econômico, resumindo todos os fluxos de dinheiro associados a um produto ao longo do ciclo de vida (TRAVERSO et al., 2012), compilando todos os custos associados a cada ator da cadeia do ciclo de vida (KLOEPPFER, 2008). Alguns exemplos de categorias econômicas e indicadores são apresentadas na Figura 5.

Figura 5 - Exemplo de categorias de impacto e indicadores da ACV-econômica.



Fonte: Adaptado de (UNEP, 2011).

3. Metodologia

Para a execução do presente trabalho, utilizou-se o método de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) conjuntamente à análise de conteúdo. Os artigos de revisão de literatura são importantes, pois fornecem uma compreensão abrangente do estado da arte de um determinado tema de pesquisa através da síntese dos resultados de estudos anteriores, bem como, de identificação de lacunas de pesquisas (PAUL; CRIADO, 2020). A análise de conteúdo é uma análise qualitativa que utiliza uma estrutura de pesquisa rigorosa e replicável para extrair dados dos estudos (SEURING; GOLD, 2012). Para tanto, a condução da presente RSL seguiu orientações metodológicas de trabalhos anteriores de alta qualidade (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003; THOMÉ et al., 2016) na concepção, planejamento, condução e síntese dos resultados. A análise de conteúdo seguiu uma abordagem estruturada para a extração e análise dos dados.

Na primeira etapa da pesquisa definiu-se a estratégia de busca dos estudos e as bases de dados para a coleta do material. A estratégia de busca utilizou-se das seguintes palavras-chaves e operadores booleanos: ("life cycle sustainability assessment" OR "life cycle



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

assessment" AND “sustainable development goals”). A estratégia de busca escolhida buscou identificar estudos que cruzavam os temas ACV ou ASCV com os ODS. A busca foi realizada utilizando os termos em inglês. As bases de dados escolhidas para a busca e coleta dos materiais são as bases de dados Web of Science e Scopus. A escolha destas duas bases se justifica, pois são reconhecidas como bem estabelecidas e abrangentes quando se trata da cobertura da literatura de alto impacto a nível global.

A busca inicial, somando-se as duas bases de dados, resultou em 344 documentos (174 documentos encontrados na Scopus; 170 documentos na Web of Science). Esta busca inicial incluiu artigos originais, artigos de conferências, livros e capítulos de livros. No entanto, esta pesquisa teve o objetivo de coletar a literatura de alto impacto revisada por pares, para isso filtrou-se a busca inicial através de dois critérios de inclusão: i) incluir somente documentos do tipo artigo original; ii) artigos redigidos na língua inglesa. Após esta primeira triagem, restaram 118 artigos na base de dados Scopus e 119 na base de dados Web of Science, totalizando 237 artigos. Em seguida, eliminou-se a duplicidade, onde 81 artigos duplicados foram excluídos da amostra, restando uma amostra inicial de 156 artigos.

Na próxima etapa, visando aumentar a qualidade e aderência dos estudos selecionados para responder a questão de pesquisa, efetuou-se uma segunda etapa de triagem, através da leitura dos títulos e resumos, para selecionar os artigos que cruzavam os temas ASCV ou ACV com os ODS. Como resultado desta etapa, 78 artigos foram selecionados como amostra final para análise de conteúdo. Os artigos foram lidos na íntegra e examinados exhaustivamente para a coleta de dados.

Na análise de conteúdo, uma planilha estruturada no *Microsoft Excel* foi desenvolvida para extrair os seguintes dados dos 78 artigos selecionados:

- **Ano de publicação e país de origem do estudo** - Esses dados buscaram mapear a evolução das publicações por ano e os países responsáveis pela execução dos estudos;
- **Qual o tipo de produto, processo ou resíduo analisado** - A coleta desses dados permitiu verificar quais produtos, processos ou resíduos estão sendo alvo de interesse no desenvolvimento de estudos que integrem ASCV ou ACV;
- **Qual o tipo de ACV conduzida, nomeadamente: ACV ambiental, ACV social, ACV econômica ou ASCV (integração das três técnicas anteriores)** Esses dados buscaram verificar qual a maturidade da literatura no que concerne ao desenvolvimento de estudos que vinculam as estruturas;
- **Como as técnicas estavam sendo utilizadas para medir o progresso rumo aos ODS** - Esse dado visou sintetizar como as técnicas de ACV estão sendo utilizadas para mensurar os ODS, bem como quais ODS podem ser associados com cada tipo de ACV.

A lista completa com os 78 artigos integrantes da amostra final esta disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/148AO1iTyFn0GvmSUyZ_VQ5DXzT42Q5mk?usp=sharing



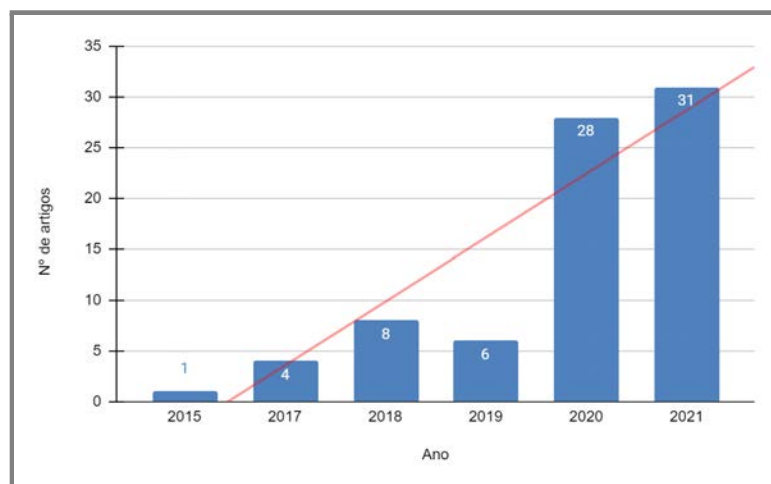
III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

4. Resultados

4.1 Distribuição anual das publicações

A Figura 6 apresenta a evolução anual das publicações que relacionam os temas ASCV ou ACV com os ODS. Observa-se que a amostra cobre artigos no período temporal de 2015, ano de lançamento dos ODS, até 2021. Também, que o interesse de pesquisa no inter-relacionamento dos temas investigados vem apresentando um crescimento exponencial, principalmente a partir do ano de 2020, se perpetuando no ano de 2021. Este resultado encontrado corrobora a importância do tema estudado, indicando que o uso da ASCV ou ACV para auxiliar as empresas a mensurar sua contribuição com os ODS é um tema emergente.

Figura 6 - Distribuição anual das publicações.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

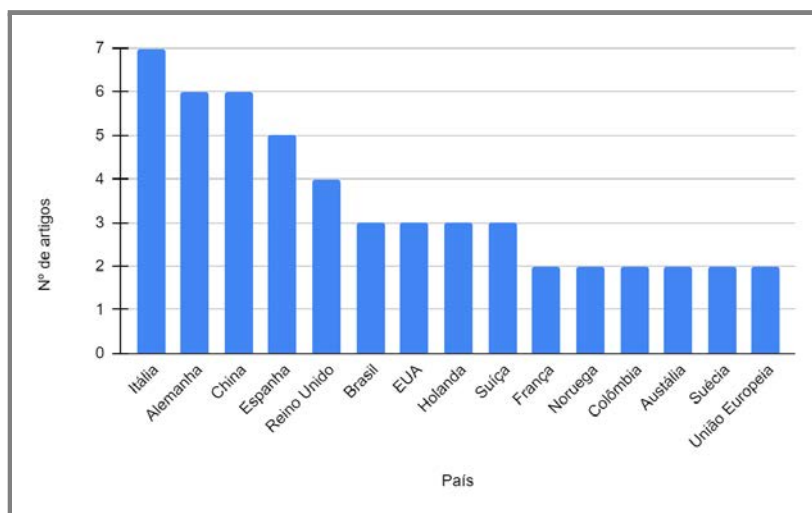
4.2 Distribuição geográfica das publicações

A Figura 7 apresenta a distribuição das publicações da amostra por país de origem. Foi encontrado estudos de 38 diferentes países em nossa amostra. A Itália é o país que possui o maior número de publicações, 7 no total. A Alemanha e a China aparecem em segundo lugar, com 6 artigos de cada país. O Brasil contempla 3 estudos, juntamente com EUA, Holanda e Suíça. O restante dos países possuem 1 ou 2 artigos publicados. O resultado encontrado aponta que a execução dos estudos que buscam vincular ACV e ODS está concentrada em países desenvolvidos, resultando em uma lacuna de pesquisa em países emergentes ou subdesenvolvidos.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Figura 7 - Distribuição geográfica dos países.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

4.3 Tipos de produtos, processos ou resíduos analisados

A amostra de artigos cobriu a avaliação de diversos tipos de produtos, processos e resíduos, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Síntese dos setores, produtos, processos ou resíduos investigados nos estudos coletados.

Setor	Produto/Processo/Resíduo	Setor	Produto/Processo/Resíduo	Setor	Produto/Processo/Resíduo
Agroalimentar	Óleo de Palma	Transporte	Transporte sustentável	Construção	Cimento e concreto
	Arroz		Veículos elétricos		Construção verde
	Manteiga de Karité		Comparetilhamento de Bicicletas		Pontes
	Trigo	Mineração	Metais		Rodovias
	Tomates	Gestão da água	Consumo de água		Pavimentos
	Rotação de culturas		Tratamento de águas residuais		Madeira laminada
	Dieta saudável		Tratamento de esgoto		Móveis
	Resíduos alimentares (desperdício; biorrefinaria)	Químico	Fósforo		Resíduos de construção e demolição
Têxtil	Camisa de algodão		Hidrogênio	Produção de algas	
Eletrônicos	Eletrodomésticos		Produtos químicos em geral	Tubos de PVC	
	Gestão de resíduos sólidos	Recuperação de energia de RSU	Tecnologias de geração de energia	Outros	Uso do solo
Disposição final de RSU		Energia/Combustíveis	Pás de turbinas eólicas		Cultivo de biomassa para sequestro de carbono
Manufatura aditiva	Impressão 3D		Geração de energia pela recuperação de resíduos sólidos urbanos		

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

4.4 Tipos de ACV conduzidas

A análise dos tipos de ACV conduzidas revelou que é mais comum a avaliação utilizando as técnicas de ACV separadamente. Encontrou-se apenas 6 estudos que vinculam a estrutura completa ASCV com os ODS, sendo que 4 estudos efetivamente utilizaram a estrutura completa ASCV na prática (WANG et al., 2018; HNICICH et al., 2021; WANG et al., 2021; NAVARRO et al., 2021). Os outros 2 estudos apresentam discussões teóricas de como vincular a ASCV com os ODS (LAURENT et al., 2019; BOJARSKA et al., 2021).

Quando observados os tipos de ACV mais utilizados, a ACV ambiental se destaca como a avaliação predominante nos estudos coletados, mais de 50 estudos utilizaram apenas a ACV ambiental para avaliar somente os potenciais impactos ambientais dos produtos. Outros 9 estudos utilizaram apenas a ACV social. E ainda, 2 estudos combinaram a ACV ambiental e econômica.

Os resultados encontrados apontam que a utilização da ASCV integral ainda é pouco explorada para avaliar as contribuições no nível de produtos para os ODS. Este resultado pode ser explicado devido às características de complexidade da execução de estudos de ACV, pois para executar estudos com resultados confiáveis são necessários o emprego de grande quantidade de tempo e recursos para a coleta de dados (KLOEPFFER, 2008; TRAVERSO et al., 2012). Muitas vezes os dados exigidos não estão facilmente disponíveis, o que restringe a aplicação da ferramenta em sua totalidade (UNEP, 2011).

4.5 Como os estudos vinculam as técnicas de ACV com os ODS

A partir da análise detalhada dos artigos que relacionaram a ACV aos ODS, identificou-se três formas de vinculação entre as técnicas:

- I. A abordagem mais comum avalia qualitativamente como os resultados de estudos de ACV podem auxiliar o alcance de um ou poucos ODS.
- II. A segunda abordagem utiliza os ODS como ponto de partida para priorizar as categorias de impacto e os indicadores chaves de desempenho para os estudos de ACV.
- III. A terceira abordagem interliga os resultados da ACV nos pontos finais de impacto com os ODS e suas metas específicas, utilizando os ODS como ponto de chegada na análise de sustentabilidade (UNEP, 2020).

4.6 Quais ODS são avaliados pelos indicadores de cada técnica de ACV

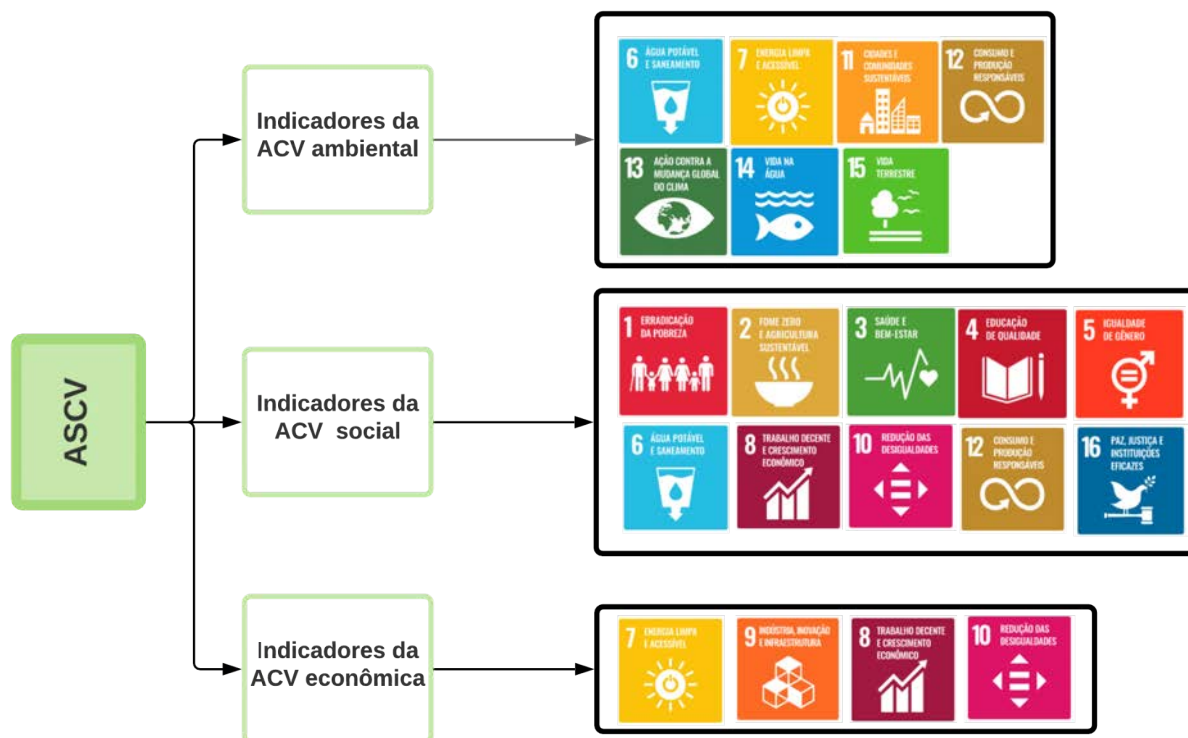
A última análise nos estudos da amostra buscou identificar quais ODS podem ser avaliados com cada tipo de ACV conduzida e seus tipos de indicadores. A Figura 8 apresenta de forma sintetizada as descobertas da literatura, indicando quais ODS podem ser avaliados com cada tipo de ACV. Nota-se que os indicadores da ACV social tem o potencial de mensurar a contribuição no nível de produto em 10 ODS, todos relacionados à questões que envolvem ações sociais. Os indicadores da ACV ambiental têm potencial de mensurar as implicações ambientais no nível de produto em 7 ODS. E os indicadores da ACV econômica



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

podem auxiliar a mensuração de 4 ODS. Devido ao caráter multidimensional da sustentabilidade, alguns ODS podem ter impactos em mais de uma dimensão ao mesmo tempo.

Figura 8 - Síntese de quais ODS podem ser associados com cada tipo de ACV.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

5. Conclusões

As empresas e seus produtos têm papel relevante no alcance das metas de desenvolvimento sustentável. O desenvolvimento de estruturas e ferramentas que promovam a integração dos ODS nas decisões dos negócios é de suma importância para tornar claro o papel que essas desempenham na conquista do desenvolvimento sustentável das gerações atuais e futuras. Através da condução do presente estudo de RSL atingiu-se o objetivo proposto de mapear e analisar a literatura que relaciona os temas ASCV/ACV e os ODS, possibilitando-se conhecer o estado da arte sobre o tema, bem como identificar diversas lacunas de pesquisa.

Os resultados apresentados apontam que o tema está em desenvolvimento, com crescente interesse da comunidade científica, principalmente nos últimos dois anos, denotando que esta linha de pesquisa é um tema relevante. A investigação também apontou que os estudos estão concentrados em países desenvolvidos, indicando uma lacuna de



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

pesquisa em países em desenvolvimento. No mapeamento dos setores e produtos/processos/resíduos objeto de avaliação, encontrou-se 38 diferentes tipos de produtos sendo avaliados. Quando observado os tipos de ACV conduzidas, os resultados mostraram que ainda existe pouco desenvolvimento sobre estruturas de vinculação da ASCV aos ODS, grande parte dos estudos ainda fazem avaliações focadas em apenas um dos pilares, sendo o ambiental o que recebe o maior número de estudos. Ainda, na análise de como os ODS podem ser interligados a estrutura ASCV ou ACV, identificamos três formas: i) uma vinculação qualitativa dos resultados das ASCV ou ACV individuais com um ou mais ODS; ii) a utilização dos ODS como ponto de partida para a escolha das categorias de impacto que serão avaliadas pelas técnicas ACV; iii) Os ODS como ponto de chegada, isto é os resultados das técnicas ACV são vinculadas detalhadamente a cada meta e objetivo correspondente, através de uma análise sistemática da relação de causa e efeito. No entanto, ainda são desenvolvimentos iniciais, com poucos estudos que apresentam o desenvolvimento e aplicação de metodologia de integração dos ODS e ASCV.

Os resultados apresentados contribuem com o corpo de literatura sobre o tema, provendo uma síntese do conhecimento disponível até o momento, bem como apontando lacunas que podem auxiliar pesquisadores na consecução de pesquisas futuras. Também fornece um documento abrangente para a área gerencial, esclarecendo como utilizar as técnicas de ACV para mensurar o quanto os seus produtos contribuem de forma positiva ou negativa para os ODS. Além disso, a amostra cobre artigos que investigam diferentes tipos de produtos e processos, de modo que as empresas têm a possibilidade de utilizar os resultados como instrumentos de consulta e *Benchmarking*.

Por fim, além das lacunas já identificadas anteriormente, sugere-se como direcionamentos de pesquisas futuras a execução de estudos de casos, em diferentes tipos de empresas e produtos, com o fim de validação empírica dos resultados aqui encontrados.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Fundo de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro à pesquisa.

7. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14040**: Gestão ambiental- Avaliação do ciclo de vida: princípios e estrutura. ABNT, 2009.

BOJARSKA, J. et al. Life cycle assessment as tool for realization of sustainable development goals-towards sustainable future of the world: mini review. **Acta Innovations**, 2021.

CAIADO, R. G. G. et al. A literature-based review on potentials and constraints in the implementation of the sustainable development goals. **Journal of cleaner production**, v. 198, p. 1276-1288, 2018.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

FINKBEINER, M. et al. Towards life cycle sustainability assessment. **Sustainability**, v. 2, n. 10, p. 3309-3322, 2010.

GUINEE, J. B. et al. Life cycle assessment: past, present, and future. **Environ. Sci. Technol.**, 45, 1, 90–96, 2011.

HNICH, K. B. et al. Life cycle sustainability assessment of synthetic fuels from date palm waste. **Science of The Total Environment**, v. 796, p. 148961, 2021.

KLÖPPFER, W. Life cycle sustainability assessment of products. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 13, n. 2, p. 89-95, 2008.

KÜHNEN, M. et al. Contributions to the sustainable development goals in life cycle sustainability assessment: **Insights from the Handprint research project**. In: Nachhaltigkeits Management Forum Sustainability. Springer Berlin Heidelberg, p. 65-82, 2019.

LAURENT, A. et al. The role of life cycle engineering (LCE) in meeting the sustainable development goals—report from a consultation of LCE experts. **Journal of Cleaner Production**, v. 230, p. 378-382, 2019.

MIO, C.; PANFILO, S.; BLUNDO, B.. Sustainable development goals and the strategic role of business: A systematic literature review. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, n. 8, p. 3220-3245, 2020.

MONTIEL, I. et al. Implementing the United Nations’ Sustainable Development Goals in international business. **Journal of International Business Studies**, p. 1-32, 2021.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**, ONU Brasil, 2021. Disponível em:<<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 10 set. 2021.

NAVARRO, I. et al. Sustainability life cycle design of bridges in aggressive environments considering social impacts. **International Journal of Computational Methods and Experimental Measurements**, v. 9, n. 2, p. 93-107, 2021.

PAUL, J.; CRIADO, A. R. The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know?. **International Business Review**, v. 29, n. 4, p. 101717, 2020.

REDMAN, A.. Harnessing the Sustainable Development Goals for businesses: A progressive framework for action. **Business Strategy & Development**, v. 1, n. 4, p. 230-243, 2018.

SACHS, J. D. et al. Six transformations to achieve the sustainable development goals. **Nature Sustainability**, v. 2, n. 9, p. 805-814, 2019.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

SALA, S. et al. Life cycle sustainability assessment in the context of sustainability science progress (part 2). **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 18, n. 9, p. 1686-1697, 2013.

SEURING, S.; GOLD, S.. Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management. **Supply Chain Management: An International Journal**, 2012.

SUBRAMANIAM, N. et al. **SDG Measurement and Disclosure 2.0 A study of ASX150 companies**. RMIT University, 2020.

SCHEYVENS, R.; BANKS, G.; HUGHES, E.. The private sector and the SDGs: The need to move beyond ‘business as usual’. **Sustainable Development**, v. 24, n. 6, p. 371-382, 2016.

SOUZA, R. G. et al. Definition of sustainability impact categories based on stakeholder perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v. 105, p. 41-51, 2015.

SPAISER, V. et al. The sustainable development oxymoron: quantifying and modelling the incompatibility of sustainable development goals. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 24, n. 6, p. 457-470, 2017.

SULLIVAN, K.; THOMAS, S.; ROSANO, M.. Using industrial ecology and strategic management concepts to pursue the Sustainable Development Goals. **journal of cleaner production**, v. 174, p. 237-246, 2018.

TARNE, P. et al. Introducing weights to life cycle sustainability assessment—how do decision-makers weight sustainability dimensions?. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 24, n. 3, p. 530-542, 2019.

THOMÉ, A. M. T et aal. Conducting systematic literature review in operations management. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 5, p. 408-420, 2016.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British journal of management**, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

TRAVERSO, M. et al. Towards life cycle sustainability assessment: an implementation to photovoltaic modules. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 17, n. 8, p. 1068-1079, 2012.

UNGC - UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT. *SDG Compass*, 2015. Disponível em: <<https://sdgcompass.org/>>. Acesso em: 12 set. 2021.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

UNEP. *Towards a Life Cycle Sustainability Assessment: Making informed choices on products*, United Nations Environment Programme, 2011.

UNEPa. **LCA-based assessment of the Sustainable Development Goals**: Development update and preliminary findings of the project “Linking the UN Sustainable Development Goals to Life Cycle Impact Frameworks”. PRé Sustainability, 2020.

UNEPb. **Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products and Organizations 2020**. Benoît Norris, C., Traverso, M., Neugebauer, S., Ekener, E., Schaubroeck, T., Russo Garrido, S., Berger, M., Valdivia, S., Lehmann, A., Finkbeiner, M., Arcese, G. (eds.). United Nations Environment Programme (UNEP), 2020.

UNEPc. *What is Life Cycle Thinking?*. Life Cycle Initiative, United Nations Environment Programme, 2020. Disponível em: <https://www.lifecycleinitiative.org/starting-life-cycle-thinking/what-is-life-cycle-thinking/> >. Acesso em 10 abr 2021.

UNITED NATIONS. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. **United Nations: New York, NY, USA**, 2015.

VALDIVIA, S. et al. Principles for the application of life cycle sustainability assessment. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 26, n. 9, p. 1900-1905, 2021.

VILLIERS, C. ; KURUPPU, S.; DISSANAYAKE, D.. A (new) role for business—Promoting the United Nations’ Sustainable Development Goals through the internet-of-things and blockchain technology. **Journal of Business Research**, v. 131, p. 598-609, 2021.

WANG, J. et al. Development of an ex-ante sustainability assessment methodology for municipal solid waste management innovations. **Sustainability**, v. 10, n. 9, p. 3208, 2018.

WANG, X.-C. et al. Extended water-energy nexus contribution to environmentally-related sustainable development goals. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 150, p. 111485, 2021.

WULF, C. et al. Review of sustainability assessment approaches based on life cycles. **Sustainability**, v. 11, n. 20, p. 5717, 2019.

YAMANE, T.; KANEKO, S. The Sustainable Development Goals as new business norms: A survey experiment on stakeholder preferences. **Ecological Economics**, v. 191, p. 107236, 2022.