

Declaração Ambiental de Produto e Avaliação do Ciclo de Vida como instrumentos de oportunidade para circularidade

Environmental Product Declaration and Life Cycle Assessment as instruments of opportunity for circularity

RESUMO

Kaiana Beatriz Aita
kaianaaita@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Fabio Neves Puglieri
puglieri@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

O objetivo deste estudo é por meio de uma revisão bibliográfica apresentar como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e a Declaração Ambiental do Produto (DAP) podem contribuir para o aumento da circularidade em todo ciclo de vida do produto, relacionando essas ferramentas com a economia circular e verificando oportunidades de aplicação. Esta pesquisa foi baseada na metodologia na Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) da literatura, utilizando o *roadmap*. Após aplicado todas as etapas da metodologia, chegou-se ao resultado de 11 artigos que se relacionavam com o tema. Os resultados apresentam uma relação positiva entre a ACV e a economia circular, citando diversas aplicações como: reaproveitamento de biomassa residual em propriedades rurais, ações de ecodesign, reaproveitamento de componentes e alternativas de fim-de-vida de produtos. O DAP ainda é pouco relacionado na literatura como uma prática para promoção da economia circular, sendo encontrado apenas um artigo com aplicação. Assim, os artigos encontrados demonstram como a ACV e o DAP podem contribuir para aumentar a circularidade no ciclo de vida dos produtos.

PALAVRAS-CHAVE: Economia circular. Ciclo de vida. Impactos ambientais.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

The objective of this study is, through a bibliographic review, to show how Life Cycle Assessment and EPD can contribute to increase circularity throughout the product life cycle, relating these tools to the circular economy and checking application opportunities. This research was based on the methodology of the Systematic Bibliographic Review (RBS) of the literature, using the script by Conforto, Amaral and Silva (2011). After applying all stages of the methodology, the result was 11 articles related to the theme. The results show a positive relationship between LCA and the circular economy, by referencing several applications such as: reuse of residual biomass in rural properties, ecodesign actions, reuse of components and alternatives of end-of-life products. EPD is still poorly related in the literature as a practice to promote circular economy, with only one article found with the application of EPDs. Thus, the articles found demonstrate how LCA and EDP can contribute to increasing circularity in the products' life cycle.

KEYWORDS: Circular economy. Life cycle. Environmental impacts.



INTRODUÇÃO

O crescimento populacional da sociedade moderna traz hábitos de consumo globais cada vez maiores, apresentando de maneira distanciada das necessidades ecossistêmicas de reposição de recursos. Assim, o conceito de Economia Circular entra como uma estratégia que condiz na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia nos processos empregados, como uma alternativa ao conceito de economia linear. Circulando o mais eficientemente possível os produtos, componentes e matérias no ciclo de vida, traz novas relações com o cliente e com fornecedores, contribui para a conservação do capital natural, reduz as emissões e resíduos e combate às alterações climáticas (COM, 2015).

Arelado ao conceito de economia circular, existem ferramentas como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e a Declaração Ambiental de Produto (DAP) do Tipo III, que possuem uma grande proximidade e podem contribuir para o aumento da circularidade em todo ciclo de vida do produto.

A partir deste problema, foi definido o seguinte objetivo geral desta pesquisa de Iniciação Científica: apresentar como a Avaliação do Ciclo de Vida e DAP podem contribuir para o aumento da circularidade em todo ciclo de vida do produto. E assim, os objetivos específicos, para permitir atingir o objetivo geral, foram definidos como apresentados a seguir:

- Identificar pesquisas que tratam de ACV, DAP e Economia Circular;
- Encontrar relações entre a ACV e DAP com Economia Circular;
- Apresentar vantagens entre ACV e DAP e Economia Circular.

METODOLOGIA

A abordagem metodológica adotada nesta pesquisa de Iniciação Científica foi a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) da literatura. Para isso, foi utilizado o *roadmap* de Conforto, Amaral e Silva (2011). O Roadmap de RBS organiza-se em 15 etapas separadas em 3 fases (Entrada, Processamento e Saída).

Na fase de entrada, as etapas para a realização da revisão bibliográfica foram definidas de acordo com a necessidade do estudo, sendo elas:

- Definição do problema: Quais as oportunidades que os estudos de ACV podem trazer para melhorar a circularidade de produtos?
- Objetivos: Verificar como a aplicação da ACV e do DAPs promovem o aumento da circularidade e economia circular.
- Fontes primárias: base de dados Scopus.
- Strings de busca: circular economy, life cycle assessment, LCA, environmental product declaration e EPD
- Critérios de inclusão: quaisquer artigos que tratem da relação entre ACV, DAP e economia circular.
- Critérios de qualificação: foram incluídos apenas documentos do tipo artigos, excluindo documentos de conferências, revisões e capítulos de livros.

- Método e ferramenta: roteiro RBS Roadmap e Microsoft Excel para sistematização dos resultados.

Após a busca na base de dados SCOPUS, no período de dezembro de 2019 a março de 2020, foram identificados 291 artigos, sendo 2 duplicados, resultando assim, em 289 artigos publicados entre novembro de 2010 a março de 2020.

Na fase de processamento, foi seguido o procedimento de 3 etapas, como definido pelo estudo de Conforto, Amaral e Da Silva (2011), na qual:

- Etapa 1: são realizadas as buscas por periódico, base de dados e busca cruzada;
- Etapa 2: é realizada a leitura e análise dos resultados, ou seja, os filtros de leitura, que é dividido em filtro 1 (leitura do título, resumo e palavras-chave), filtro 2 (leitura da introdução e conclusão) e filtro 3 (leitura completa);
- Etapa 3: realizada o arquivamento dos artigos selecionados nos filtros;

Assim, após aplicado o filtro 1, de 289 artigos inicialmente encontrados, 88 artigos se encaixavam nos critérios pré-estabelecidos e eram mais semelhantes com o objetivo proposto. Conseqüentemente, aplicou-se o filtro 2, e 32 artigos foram selecionados. Por fim, no último filtro aplicado, no qual foi feita a leitura completa dos artigos, finalizou-se com 11 artigos que se encaixavam na pesquisa relacionada. Os resultados foram sistematizados de acordo com os objetivos pré-estabelecidos e a problemática do assunto e, também, pela dificuldade de acesso a alguns estudos.

RESULTADOS

Neste estudo, foram analisados onze artigos científicos que atenderam aos critérios de inclusão estabelecidos previamente. Assim, a seguir são apresentados e depois discutidos os resultados dos 11 artigos encontrados pela RBS de acordo com o objetivo relacionado e suas contribuições para o estudo.

O primeiro trabalho analisado tratava do uso da ACV em ingredientes da ração animal, em especial na gordura de aves de capoeira, farelo de subprodutos de aves e farelo de penas hidrolisado (CAMPOS et al., 2020). O objetivo dos autores foi identificar os impactos ambientais, por meio da ACV, na utilização de subprodutos da produção de aves para utilizar como alimento para indústria de ração para peixes. Foi percebido que, durante o processamento destes subprodutos, o uso do calor é o principal causador de aumento de categorias como aquecimento global e depleção abiótica. Já na análise da produção de aves, percebeu-se que esta etapa mais contribuiu para a acidificação e eutrofização. Analisando o processo, viu-se que o tipo de combustível usado para o calor do processo e os sistemas de geração de eletricidade têm uma influência significativa nos impactos. Em conclusão, chegou-se que esses subprodutos, através de comparação, poderiam reduzir os impactos ambientais da produção de ração animal, pois têm impactos no ciclo de vida mais baixos do que o óleo ou a farinha de peixe.

Civancik-Uslu et al. (2019) realizaram um estudo que teve por objetivo identificar, através de uma Avaliação do Ciclo de Vida, os estágios do ciclo de vida de embalagens de cosméticos em que a aplicação de estratégias de design

ecológico seria mais eficiente, para melhorar o perfil ambiental dessas embalagens. O estudo resultante mostra que tubos cosméticos com menos emissões ambientais podem ser obtidos alterando petroquímicos virgens por materiais de cargas minerais em algumas porções, mantendo sua viabilidade técnica e reduzindo custos. O uso de cargas minerais trouxe uma diminuição dos impactos ambientais em média de 12%.

Xue et al. (2019) aplicaram uma ACV comparativa em um modelo tradicional de criação de suínos na China e comparou-se com um modelo circular no qual os resíduos dos animais seriam processados em digestores de biogás implementados na região. Sendo o modelo tradicional somente de acumulação, com carvão como fonte de energia e uso tradicional de fertilizantes, e o modelo circular usando o biogás como combustível alternativo para energia renovável, bem como o uso de chorume de biogás como fertilizante orgânico em comparação à produção de fertilizantes. Assim, verificou-se nos resultados que reduções significativas de emissão de carbono, reduções de efeito estufa e benefícios econômicos podem ser alcançados com a adoção de um modelo econômico circular baseado em biogás para a criação de animais.

Na pesquisa conduzida por Maga, Hiebel e Aryan (2019), um estudo de ACV foi desenvolvido para avaliar nove tipos diferentes de bandejas plásticas para embalagem de carne e seus impactos em todo seu ciclo de vida, avaliando a importância da economia circular principalmente no fim da vida do produto. Os resultados revelam que as bandejas de carne feitas com o XPS OC (espuma de células abertas de poliestireno extrudido) mostram os menores impactos na maioria das categorias de impacto investigadas, enquanto as bandejas fabricadas com PLA (ácido polilático) são as mais altas. Como as bandejas de XPS pesam menos, a maioria do grupo de PP, PLA e PET apresentaram resultados piores em todas as categorias com exceção de esgotamento de recursos. O uso de reciclados como material de partida para a produção de bandejas permite a redução de impactos ambientais, o que também, acontece se os materiais forem reciclados de forma correta no fim de uso.

Gaglio et al. (2019) utilizaram a ACV em uma produção de óleo de germe de milho e avaliaram os benefícios ambientais derivados do uso de biomassa de resíduos para cobrir o consumo de energia do processo. Os resultados demonstraram que o processo de refinamento de petróleo foi considerado a fase mais impactante para quase todas as categorias de impacto, identificando assim um ponto de acesso para medidas de mitigação. O uso de biomassa residual para produção de energia nas agroindústrias é capaz de reduzir significativamente os impactos ambientais em todas as categorias consideradas, aumentando a eficiência da transformação industrial, e diminuindo drasticamente o consumo de fontes de energia não renováveis.

Os autores André, Ljunggren Söderman e Nordelöf (2019) realizaram uma ACV para avaliar o impacto ambiental do caso de uma empresa sueca que obtém laptops de uso profissional descartados de empresas e os revende a outras empresas, setor público e usuários privados. As atividades de preparação para reutilização consistem em fornecimento e transporte das empresas fornecedoras, triagem, teste, eliminação de dados, revenda e transporte para os clientes. Os resultados mostraram que não é possível generalizar para todos laptops, devido ao modo de uso desses laptops e a forma que são reciclados. Assim, o uso de

recursos metálicos é reduzido se, a reciclagem desse material seja bem feita e possibilite a reutilização posteriormente.

Medeiros et al. (2019) avaliaram o impacto no ciclo de vida de dois conjuntos de etiquetas adesivas frontal e traseira feitas com revestimentos diferentes: tereftalato de polietileno (PET) e papel glassine por meio de uma ACV. Em razão do revestimento de glassine ser mais pesado que o PET, os resultados demonstraram maiores valores de indicadores ambientais para produção, transporte e tratamento de resíduos. Por outro lado, a demanda de energia do conjunto de etiquetas com revestimento de glassine foi menor que o PET. O conjunto de etiquetas fabricado com revestimento de vidro tendeu a apresentar maiores valores de indicadores ambientais na maioria das categorias, em comparação com o conjunto de etiquetas fabricado com revestimento de PET. A análise de contribuição identificou que a etapa de pré-fabricação apresentava valores de indicadores ambientais maiores que a fabricação, etapas de uso e pós-uso ao longo do ciclo de vida.

Laso et. al (2018) utilizaram a ACV juntamente com programação linear para avaliar o gerenciamento de resíduos da indústria de conservas de anchovas. Os resultados indicaram que a incineração é o cenário de melhor desempenho quando a energia nutricional fornecida pela alternativa de valorização não são altas o suficiente e a tecnologia de valorização apresentam o maior consumo de água.

Palmieri et al. (2017) realizaram uma DAP a partir da análise de inventário de uma ACV feita em uma empresa no setor de aço. O objetivo era declarar ao cliente as ações “verdes” que a empresa segue em seus processos, permitindo uma melhor escolha do cliente entre outras empresas “não verdes”. A empresa estudada, após a realização da ACV, se comprometeu a mudar seu processo, no intuito de diminuir os impactos que o mesmo produzia.

Noya et al. (2017) fizeram um estudo de ACV para avaliar o desempenho ambiental da cadeia linear tradicional de suínos e tinha como objetivo, com os resultados, apresentar soluções de economia circular que poderão ser utilizadas em toda indústria suínas. Os resultados da análise mostraram que tanto a produção de forragem quanto as atividades de transporte foram identificadas como as etapas críticas do sistema. Cenários alternativos, focados na economia circular foram propostos e comparados, e assim, os resultados confirmaram vantagens ambientais da proposta de ciclo de fechamento. Ações de melhoria focadas nas atividades de transporte trouxeram mais benefícios seguida pela valorização eficiente de co-produtos e resíduos.

Por fim, o último estudo selecionado pela RBS foi de Oldfield, White e Holden (2016) que calcularam por meio de uma ACV os possíveis impactos ambientais usando quatro opções de gestão de resíduos de alimentos: redução, compostagem, digestão anaeróbica e incineração em comparação com as operações usuais da empresa. Este estudo resultou que minimizar o desperdício de alimentos leva à maior diminuição do impacto do aquecimento global. As outras opções também contribuem, mas a que trouxe mais benefícios foi a redução. Os tipos de alimentos que foram considerados mais sensíveis neste estudo foram carne, laticínios e alimentos misturados, devido ao seu alto impacto incorporado. Houve pouca diferença entre os impactos do processamento por digestão anaeróbica, compostagem e incineração, mas a digestão anaeróbica resultou no

menor impacto para o potencial de aquecimento global, eutrofização e acidificação.

DISCUSSÃO

Diversos estudos fazem uma relação positiva entre o uso da ACV e a economia circular. É possível citar, por exemplo, que a ACV é utilizada como uma potencial ferramenta para tomada de decisão e avaliação de alternativas sobre estratégias de economia circular, como reaproveitamento de biomassa residual em propriedades rurais (CAMPOS et al., 2020; XUE et al., 2019; GAGLIO et al., 2019; NOYA et al., 2017), ações de ecodesign, como redução do uso de materiais na produção (MAGA; HIEBEL; ARYAN, 2019; CIVANCIK-USLU et al., 2019; LASO et al., 2018), reaproveitamento de componentes, materiais e peças na indústria de eletrônicos (ANDRÉ; LJUNGGREN SÖDERMAN; NORDELÖF, 2019) e alternativas de fim-de-vida de produtos (OLDFIELD; WHITE; HOLDEN, 2016).

A DAP ainda é pouco relacionado na literatura como uma prática para promoção da economia circular, sendo o único exemplo encontrado o apresentado por Palmieri et al. (2017), na qual a empresa encontrou nas declarações ambientais de produto um meio de firmar um compromisso com seus clientes em melhorar o desempenho da produção de aço e as ações para isso teriam origem nas estratégias de economia circular.

Verifica-se que aplicar uma ACV para identificar os impactos que um processo ou produto produz em todo seu ciclo de vida, além de auxiliar na identificação de oportunidades de melhoria nos aspectos ambientais dos produtos nas várias fases do seu ciclo de vida, visa minimizar o uso de elementos tóxicos, reduzir o consumo de insumos como água e energia, diminuir a geração de resíduos, reduzir os custos dentro do processo, avaliar a utilização de máquinas e equipamentos, e ainda gerenciar outras atividades ambientais referentes ao processo industrial, se tornando uma valiosa ferramenta para tomada de decisão em alternativas de ações que empreguem a economia circular.

Em diversos estudos, os autores tiveram por objetivo diminuir a geração de resíduos e/ou reaproveitá-los, reinserindo processo. Esse tipo de estudo tem uma tendência crescente dentro da indústria, já que atualmente o conceito de economia linear vem sendo substituído por novos fluxos circulares de reutilização, restauração e renovação, num processo integrado, chamado economia circular. Um exemplo é o reaproveitamento desses resíduos de biomassa, para produção de biogás é uma alternativa para redução das emissões de Gases de Efeito Estufa.

A demanda das empresas por estudos que verifiquem qual tipo de produto ou material tem menos impactos ambientais para, posteriormente, ser lançado ao mercado. Estratégias como design ecológico, consumo verde e marketing verde tem recebido mais atenção da indústria, já que se verifica que o comportamento do consumidor está mudando. O consumo verde é um tipo de consumo que não se importa apenas com a qualidade e o preço do bem ofertado, mas que considera o impacto causado ao meio ambiente pela sua produção e, também, pelo seu uso. Esse novo modelo de consumidor tem a preferência por produtos que respeitam o meio ambiente e a opção por comprar de empresas sustentáveis que adotam soluções ecológicas em seus processos de produção e produtos. (PORTILHO, 2005)

Atrelado a esses conceitos, o marketing verde vem como uma estratégia usada para demonstrar aos seus clientes que a empresa está engajada com os princípios de economia circular, sendo o DAP uma estratégia interessante. Além da comunicação business-to-consumer, as DAPs são adequadas para a comunicação business-to-business, pois elas podem ser aplicadas em todos os tipos de produtos ou serviços de qualquer empresa sem requisitos de desempenho ambiental. Isso facilita a modularidade de dados coletados de matérias-primas ou componentes semelhantes entre empresas, aumentando a qualidade dos dados e diminuindo custos na aplicação do DAP.

A consciência de restauração e regeneração devem estar presentes em toda fase do ciclo de vida de um produto. Isso se mostra presente quando as informações do desempenho ambiental por uma ACV são transformadas em uma Rotulagem Ambiental, pois trazem ao consumidor os impactos do produto que o mesmo está comprando, trazendo consciência e promovendo a economia circular. Como mostrado no diagrama borboleta de Ellen Macarthur (2013), a preservação do capital natural se torna muito importante, prolongando a vida útil de nutrientes técnicos que não tem capacidade de se decompor. Para isso, medidas de circularidade de materiais e produtos devem ser pensados em todas fases do ciclo de vida, na fabricação de componentes, de produtos e na prestação de serviços para o seu uso efetivo.

CONCLUSÃO

Utilizado da produção científica acerca da economia circular, ACV e DAP, foram encontrados 11 artigos através da metodologia RBS Roadmap, utilizando a base Scopus que tratavam da aplicação das duas ferramentas em processos com o intuito de aplicação da economia circular.

Foi visto que a aplicação de ACV para verificar quais impactos empregados no uso de subprodutos em processos diversos ajudava a diminuir a geração de resíduos, aplicando assim, conceitos de economia circular. A utilização desses subprodutos para geração de energia via Biogás se mostrou uma alternativa viável, diminuindo drasticamente o consumo de fontes de energia não renováveis. Também demonstrou grande valia para aplicações como o design ecológico de produtos, que podem vir a ser associado também com o DAP, para comunicar ações de economia circular que possam ser praticadas pela empresa.

Assim, de acordo com o objetivo proposto, os artigos encontrados demonstram como a ACV e o DAP podem contribuir para aumentar a circularidade no ciclo de vida dos produtos e trazer diversos benefícios ambientais e econômicos para as empresas, embora os estudos ainda se apresentem escassos no tema.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, deixo um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. Fabio Neves Puglieri, pelo incentivo e pela dedicação do seu tempo ao meu projeto de pesquisa. Também, meus professores do curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela excelência da qualidade técnica de cada um.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, H.; LJUNGGREN, S. M.; NORDELOF, A. **Resource and environmental impacts of using second-hand laptop computers: A case study of commercial reuse.** Waste Management, Suécia, 2019.
- CAMPOS, I.; PINHEIRO VALENTE, L.M.; MATOS, E.; MARQUES, P.; FREIRE, F. **Life-cycle assessment of animal feed ingredients: Poultry fat, poultry by-product meal and hydrolyzed feather meal.** Journal of Cleaner Production. Portugal, 2020.
- CIVANCIK-USLU D.; PUIG R.; VOIGT S.; WALTER D.; FULLANA-I-PALMER P. **Improving the production chain with LCA and eco-design: application to cosmetic packaging.** Resources, Conservation and Recycling, Espanha, 2019.
- COM 2015. **Fechar o ciclo—plano de ação da UE para a economia circular.** Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Bélgica, 2015.
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; DA SILVA, S. L. **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos.** Escola de Engenharia de São Carlos, USP, SP, GEPEQ, UFSCar, SP. 2011.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards The Circular Economy: Economic and business rationale for accelerated transition,** EMF, London, 2013.
- GAGLIO M.; TAMBURINI E., LUCCHESI F., ASCHONITIS V.; ATTI A., CASTALDELLI G.; FANO E.A. **Life cycle assessment of maize-germ oil production and the use of bioenergy to mitigate environmental impacts: A gate-to-gate case study.** Resources, Itália, 2019.
- LASO J.; MARGALLO M.; GARCÍA-HERRERO I.; FULLANA P.; BALA A.; GAZULLA C.; POLETTINI A.; KAHHAT R.; VÁZQUEZ-ROWE I.; IRABIEN A.; ALDACO R. **Combined application of Life Cycle Assessment and linear programming to evaluate food waste-to-food strategies: Seeking for answers in the nexus approach.** Waste Management, Espanha, 2018.
- MAGA D., HIEBEL M., ARYAN V. **A comparative life cycle assessment of meat trays made of various packaging materials.** Sustainability (Switzerland), Alemanha, 2019.
- MEDEIROS D.L.; BRAGHIROLI F.L.; RAMLOW H.; FERRI G.N.; KIPERSTOK A. **Environmental improvement in the printing industry: The case study of self-adhesive labels.** Environmental Science and Pollution Research, Brasil, 2019.
- NOYA I. ALDEA X.; GONZÁLEZ-GARCÍA S.; GASOL C.; MOREIRA M.T.; AMORES M.J.; MARÍN D.; BOSCHMONART-RIVES J. **Environmental assessment of the entire pork value chain in Catalonia – A strategy to work towards Circular Economy.** Science of the Total Environment, Espanha, 2017.
- OLDFIELD T.L., WHITE E., HOLDEN N.M. **An environmental analysis of options for utilising wasted food and food residue.** Journal of Environmental Management, Irlanda, 2016.
- PALMIERI M.; RAGAGLIA F.; PATANÈ S.; PIANA P.; INGRAO C.; BERTINO A. **Environmental product declaration as a strategy to apply bio economy in the sustainable steel sector.** Procedia Environmental Science, Engineering and Management, Itália, 2017.

ROMEIRO, A.R. **Desenvolvimento sustentável:** uma perspectiva econômico-ecológica. Dossiê Sustentabilidade. Brasil, 2012.

XUE Y.-N.; LUAN W.-X.; WANG H.; YANG Y.-J. **Environmental and economic benefits of carbon emission reduction in animal husbandry via the circular economy:** Case study of pig farming in Liaoning, China. Journal of Cleaner Production, China, 2019.