

REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE MÉTODOS E FERRAMENTAS EMPREGADAS NO DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS

Bruno Nunes Vaz¹
Luiza Emília Vila Nova Mazzoni²
Rogério de Paula³
Lucas Novelino Abdala⁴

Abstract: *This article aims to understand how sustainability concepts were inserted in the integrated development of products through an integrative review. There is a growing pressure from society in the search for innovative products that are competitive and at the same time sustainable. Based on the analysis carried out, the main methodologies used in the integrated development of products for sustainability are highlighted, presenting the role of users both in defining requirements and throughout the product's life cycle. Through the integrative review carried out, it was possible to summarize that the main dimensions addressed by the literature in the insertion of sustainability in the integrated development of products occur through the analysis of the product's life cycle, covering the economic, social and environmental spheres.*

Keywords: *integrated product development; sustainable; methods; tools.*

Resumo: *Este artigo tem como objetivo compreender como conceitos de sustentabilidade têm sido inseridos no desenvolvimento integrado de produtos por meio de uma revisão integrativa. Há uma crescente pressão da sociedade na busca de produtos inovadores, que sejam economicamente competitivos e ao mesmo tempo sustentáveis. Com base na análise efetuada são destacadas as principais metodologias empregadas no desenvolvimento integrado de produto para a sustentabilidade, apresentando o papel dos usuários tanto na definição de requisitos, quanto ao longo do ciclo de vida do produto. Por meio da revisão integrativa realizada foi possível sintetizar que as principais dimensões abordadas pela literatura na inserção da sustentabilidade no desenvolvimento integrado de produtos ocorrem através da análise do ciclo de vida do produto abrangendo as esferas econômica, social e ambiental.*

Palavras-chave: *desenvolvimento integrado de produto; sustentabilidade; métodos; ferramentas.*

Resumen: *Este artículo tiene como objetivo comprender cómo los conceptos de sostenibilidad se han insertado en el desarrollo integrado de productos a través de una revisión integradora. Existe una creciente presión de la sociedad en la búsqueda de productos innovadores, económicamente competitivos y al mismo tiempo sostenibles. A partir del análisis realizado, se destacan las principales metodologías utilizadas en el desarrollo integrado de productos para*

¹* Pós-Graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA em Ciências e Tecnologias Espaciais. São José dos Campos – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6266-0554> E-mail: brunovaz@ita.br.

²* Pós-Graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA em Ciências e Tecnologias Espaciais. São José dos Campos – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8415-7181> E-mail: mazzoni@ita.br

³* Pós-Graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA em Ciências e Tecnologias Espaciais. São José dos Campos – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0283-0342> E-mail: rogerio.paula.77968@ga.ita.br

⁴* Pós-Graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA em Ciências e Tecnologias Espaciais. São José dos Campos – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7413-478> E-mail: lucas@ita.br

la sustentabilidad, presentando el rol de los usuarios tanto en la definición de requerimientos como a lo largo del ciclo de vida del producto. A través de la revisión integradora realizada, fue posible sintetizar que las principales dimensiones abordadas por la literatura en la inserción de la sustentabilidad en el desarrollo integrado de productos ocurren a través del análisis del ciclo de vida del producto, abarcando las esferas económica, social y ambiental.

Palabras clave: desarrollo integrado de produtos; sostenibilidad; métodos; herramientas.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento econômico e desafios ambientais motivam as indústrias a adotarem práticas tecnológicas amigáveis ao meio ambiente “eco-friendly”, e ao longo das últimas três décadas vários métodos (Fernandes et al., 2017; Fiksel, 1993; Meerkamm, 2003; Reche et al., 2020), abordagens (Verhulst & Baelus, 2006; Livotov et al., 2019), e ferramentas (Livotov et al., 2019), foram desenvolvidos para o desenvolvimento sustentável de produtos e processos (Livotov et al., 2019). No entanto, aspectos técnicos e ecológicos adicionais negativos podem emergir ao longo de um projeto de maneira inesperada, por isso uma abordagem sistêmica é recomendada para atender aos mais diversos requisitos ambientais (Livotov et al., 2019).

O termo desenvolvimento sustentável não se aplica somente a uma ação, como no caso da redução de gases que causam o efeito estufa. Em 1987 o Relatório *Brundland* da Organização das Nações Unidas estabeleceu que o desenvolvimento sustentável satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades considerando o meio ambiente, a perspectiva econômica e social (Torresi et al., 2010).

O Desenvolvimento de Produto Sustentável (DPS) (Gagnon et al., 2012) uma perspectiva integrada e estratégica, que deve ser implementada desde as fases iniciais do processo inovativo, com atenção ao usuário com o objetivo de atender suas demandas que trazem uma percepção além do produto, de forma que atenda demandas sociais, oriundas de uma sociedade altamente engajada nas questões ambientais, ou seja, com vista à concepção do ciclo de vida do produto (Hallstedt & Nylander, 2019). Ao implementar a sustentabilidade desde as fases de concepção do produto, é possível maximizar as oportunidades voltadas aos aspectos ambientais e aumentar sua competitividade no mercado (Hallstedt & Nylander, 2019).

A convergência entre o desenvolvimento sustentável e o desenvolvimento integrado de produto é a proposta de pergunta de pesquisa deste trabalho, dado que estes dois tópicos são apresentados na literatura, mas há uma lacuna para melhor compreendê-los em conjunto.

2 METODOLOGIA

Neste trabalho foi utilizado o método de revisão integrativo para subsidiar a construção de um raciocínio teórico, com a inclusão de definições aprendidas por outros pesquisadores de antemão (Botelho et al., 2011), sendo composto de seis etapas:

Quadro 1 – Processo de revisão integrativa.

1ª Etapa: Identificação do tema e seleção da questão de pesquisa
Definição do problema
Formulação da pergunta de pesquisa
Definição da estratégia de busca
Definição dos descritores
2ª Etapa: Estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão
Uso das Bases de Dados
Busca dos estudos com bases nos critérios de inclusão e exclusão
3ª Etapa: Identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados
Leitura do resumo, palavras-chave e título das publicações
Organização dos estudos pré-selecionados
Identificação dos estudos pré-selecionados
4ª Etapa: Categorização dos estudos selecionados
Elaboração e uso da matriz de síntese
Categorizar e analisar as informações
Formação de uma biblioteca individual
Análise crítica dos estudos selecionados
5ª Etapa: Análise e interpretação dos resultados
Discussão dos resultados
Categorizar e analisar as informações
6ª Etapa: Apresentação da revisão/síntese do conhecimento
Criação de um documento que descreva detalhadamente a revisão
Proposta para estudos futuros

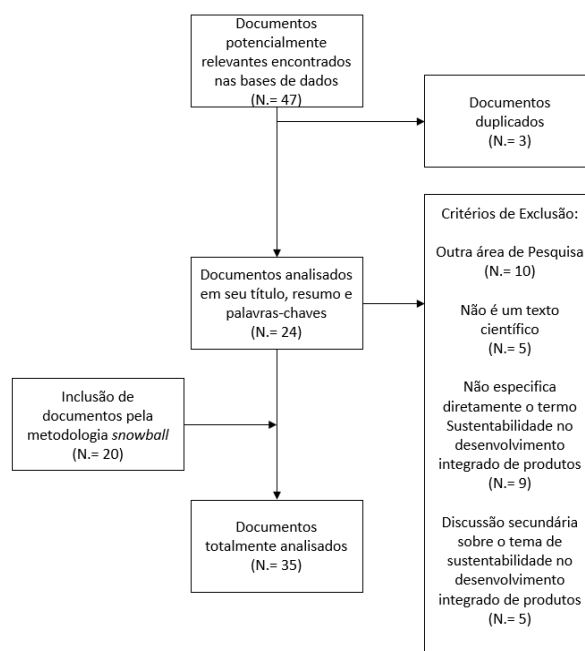
Fonte: Adaptado de Botelho et al.(2011).

A pergunta norteadora do processo de revisão foi: “Como a sustentabilidade se insere no desenvolvimento integrado de produto?”.

Os descritores definidos foram “sustain*” e “*integrated product development*” aplicados aos campos de busca de título, resumo e palavras-chave dos documentos.

Com a aplicação dos critérios de exclusão, foram selecionados quinze documentos para uma análise total, conforme ilustrado na Figura 1, sendo que na sequência mais vinte artigos foram adicionados pela metodologia de *snowball*.

Figura 1 – Processo de seleção de estudos.



Fonte: os autores adaptado de CRD (2009)

3 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTO

O desenvolvimento integrado de produto representa uma das mais significativas tendências na gestão de desenvolvimento de novos produtos (Gerwin & Barrowman, 2002), sendo uma importante característica o grau no qual as atividades se sobrepõem e interagem (Hauptman & Hirji, 1996; Wheelright & Clark, 1992), criando novos processos, novas definições de produtos, aprimorando o contexto organizacional, por exemplo pela redução de especialização de tarefas, e com equipes multifuncionais (Gerwin & Barrowman, 2002).

O processo de desenvolvimento integrado de produto tem início com a análise das necessidades dos consumidores e com o estabelecimento dos objetivos do produto e seus requisitos. O estabelecimento de métricas ajuda na avaliação do projeto e do atendimento dos requisitos estabelecidos, como o atendimento às condições de contorno ambientais, por meio de parâmetros qualitativos que podem incluir desde o percentual de material reciclado

empregado na fabricação, até questões como emissões de poluentes (Fiksel, 1993; Heuijungs *et al.*, 2010; Hallstedt & Nylander, 2019).

Conforme a equipe trabalha no desenvolvimento de um projeto detalhado, ocorre a utilização de *guidelines* para cada disciplina de projeto. Na sequência verifica-se se a solução proposta atende aos problemas descritos, sendo um processo crítico para reduzir o número de interações com a equipe de projeto e o tempo de lançamento de um produto no mercado. Com isto, um resultado “ganha-ganha” acontece quando a introdução de considerações ambientais inovadoras também melhora a estrutura de custo e performance de um produto (Fiksel, 1993).

3.1 PAPEL DOS USUÁRIOS

Para que uma empresa seja bem-sucedida, rentável e gere valor para seus acionistas, ela deve levar em conta no seu processo de gestão os “Três-Es”: Economia, Ecologia e Equidade (Mattioda *et al.*, 2013). No entanto, para que isso seja possível é necessário alinhar com todas as partes interessadas conceitos de inovação voltados a soluções sustentáveis (Slaper & Hall, 2011).

Tratando-se de aspectos técnicos do desenvolvimento integrado de produtos, a indústria é um dos principais interessados quando se trata de realizar a transição para um futuro sustentável, e a academia, através de pesquisas e métodos, é essencial como um ponto de apoio para o desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis (Hallstedt & Nylander, 2019).

3.2 MÉTODOS EMPREGADOS NO DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTO SUSTENTÁVEL

Nesta seção serão apresentados os principais métodos encontrados na literatura nesta revista sistemática efetuada, partindo do conceito de análise de ciclo de vida, por trabalhos realizados na Europa como o INNOCOPE e o Eco-AIDA, a matriz de correlação de requisitos ecológicos que apresenta a importância de se atentar às contradições de engenharia, *Design for Environment* e, por último, desenvolvimento integrado de produtos com Eco Design.

3.2.1 *Life cycle assessment* (LCA)

O *life cycle assessment* (LCA) ou Análise de Ciclo de Vida (ACV) é a compilação e a avaliação das entradas e saídas dos potenciais impactos ambientais de um sistema de produto ao longo de seu ciclo de vida, sendo um método definido e regulamentado na NBR ISO 14.040 (Abnt, 2009).

O tema da sustentabilidade vem ganhando cada vez mais importância e conscientização pública, assim como a necessidade de incorporar considerações ambientais desde as fases iniciais de desenvolvimento de um produto (Backmar; *et al.*, 1998).

Figura 3 - Ciclo de vida do produto



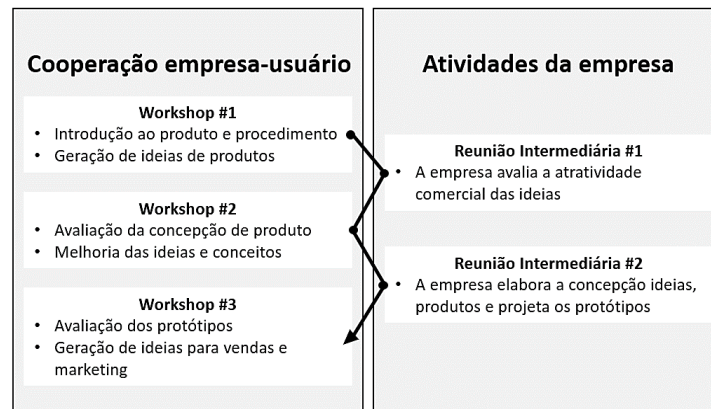
Fonte: Adaptado de Abnt (2009).

3.2.2 Método Innocope

Baseado em estudos de casos de métodos participativos (Hoffmann, 2006; Hoffmann, 2007) e considerando fatores de sucesso na comunicação com os usuários, um grupo de pesquisa na Alemanha, pertencente ao Instituto para Pesquisa Ecológica Econômica, desenvolveu uma ferramenta para o envolvimento ativo de consumidores no processo de desenvolvimento de produtos sustentáveis chamado “INNOCOPE” (*Innovating through Consumer Integrated Product Development*).

Os objetivos deste método consistem em promover um processo de aprendizagem mútua entre consumidores e as empresas, o empoderamento dos usuários e o desenvolvimento de produtos alinhados com práticas sustentáveis para o meio ambiente (Hoffmann, 2007).

Figura 4 – Método INNOCOPE



Fonte: Adaptado de Hoffmann (2007).

Este processo engloba uma sequência de três workshops entre usuários e profissionais da empresa para a construção de um processo de aprendizagem interativo e aprimoramento da comunicação, sendo que nas reuniões intermediárias a empresa necessita de um prazo para se preparar e entregar uma proposta para novas discussões com os usuários (Hoffmann, 2007).

3.2.3 Projeto de inovação ecológica avançada: ECO-AIDA

Um dos métodos mais difundidos no suporte ao desenvolvimento sustentável de produtos e processos é o de Eco-Design, que é definido pela ISO (International Standard Organization) 14006:2011 de Sistemas de Gestão Ambiental (Livotov et al., 2019). Esta norma tem como intuito integrar aspectos ambientais ao projeto e desenvolvimento de um produto, com o objetivo de reduzir o impacto ao meio ambiente ao longo do ciclo de vida do produto (Livotov et al., 2019).

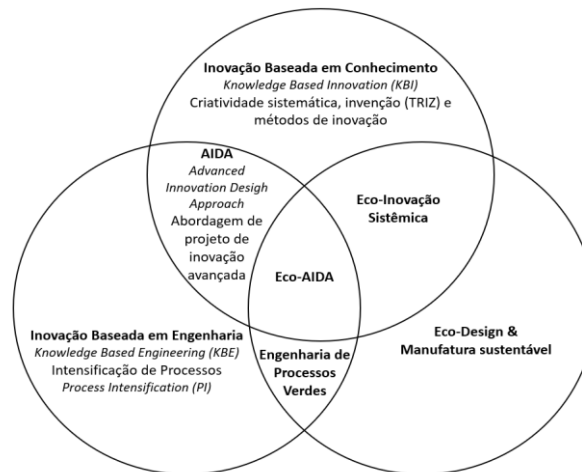
Desde os anos 2000 a Teoria da Solução Inventiva de Problemas – TRIZ (Altshuller, 1984; VDI, 2016) é utilizada no desenvolvimento de processos de produção mais sustentáveis com foco principalmente na parte de ideação e sua parte analítica, que introduz ferramentas para identificação de problemas e identificação de contradições de engenharia (Livotov et al., 2019).

O *eco-design* é uma combinação de intensificação de processos (PI), como uma metodologia de Inovação Baseada em Engenharia (KBE), ferramentas inventivas de Inovação Baseada em Engenharia (KBI), especificamente o TRIZ, e princípios e melhores práticas eco-design e manufatura sustentável (Livotov et al., 2019).

A abordagem de projeto de inovação avançada, conhecida como “AIDA – *Advanced Innovation Design Approach*” foi concebida pela União Europeia por meio dos seus programas de fomento à indústria, com o intuito de promover uma coesa combinação de melhores práticas de projetos inovadores (Livotov *et al.*, 2019).

A estrutura geral do conceito AIDA em sua versão ecológica, a eco-AIDA é apresentada na Figura 5, englobando benefícios sinérgicos de três principais pilares: *Knowledge Based Engineering*, *Knowledge-Based Innovation* e Eco-design com manufatura sustentável (Livotov et al., 2019).

Figura 5 – Conceito da abordagem de projeto de inovação ecológica avançada.



Fonte: Adaptado de Livotov et al. (2019).

3.2.4 Método de desenvolvimento integrado de produto orientado à sustentabilidade

Encontra-se na literatura diversas ferramentas para o desenvolvimento integrado de processos, que podem ser empregados em diferentes estágios do ciclo de produção para solucionar problemas de projeto e problemas de engenharia (Fernandes et al., 2017). Estas ferramentas são chamadas de DFX (*Design for X*), dentre elas a que mais se destaca na resolução de problemas ambientais geradas por produtos industriais é o DFE (*Design for Environment*).

O DFE engloba todas as etapas do ciclo de produção, desde a etapa de recebimento do pedido até o despacho do produto para o cliente, e contribui com procedimentos de reporte, checagem e definição de soluções voltadas a análises ambientais. (Ritzén, 2000). Portanto sua aplicação tem como objetivo minimizar os impactos ambientais que podem ser gerados por um produto, em todas as suas fases de desenvolvimento, e pode ser visto pela empresa como uma estratégia de aumento de performance voltada à sustentabilidade (Gehin et al., 2008).

Para a resolução de problemas de estágio inicial na produção, voltados tanto ao desenvolvimento de produto, como soluções de engenharia, o método propõe que sejam seguidos três estágios, na ordem (Fernandes et al., 2017):

Etapa 1: definição da categoria do produto e fases com maior impacto

Etapa 2: definição das estratégias de DFE para o produto

Etapa 3: definição de recomendações para projeto

3.2.4.1 Definição da categoria do produto e fases com maior impacto

A construção do método é dividida em quatro categorias: bens de consumo, bens de alto consumo, bens duráveis - baixo consumo energético, e bens duráveis - alto consumo energético (Fernandes et al., 2017).

O Quadro 4 ilustra as categorias de produto, suas principais características, fases mais impactadas e as estratégias de DFE a serem aplicadas para cada categoria de produto, em ordem de prioridade.

Quadro 4- Classificação de produtos por categoria.

Categoria do produto	Características do produto	Fases mais impactadas	Estratégias do DFE
Bens de consumo	Produtos consumidos ao longo do período de uso (ex. comida, remédio, produtos de limpeza)	Produção, distribuição e descarte	1. Minimização de pesquisas e processos 2. Planejamento do fim de vida 3. Otimização da vida do produto
Bens de alto consumo	Produtos de consumo rápido e baixo custo, normalmente para uso individual (ex. revistas, guardanapos, cotonetes)	Produção e descarte	1. Minimização de pesquisas e processos 2. Planejamento do fim de vida 3. Otimização da vida do produto
Bens duráveis - baixo consumo energético	Produtos duráveis que não consomem energia durante o uso, normalmente para uso compartilhado ou coletivo (ex. móveis, objetos domésticos, roupas)	Produção e descarte	1. Otimização da vida do produto 2. Minimização de pesquisas e processos 3. Planejamento do fim de vida
Bens duráveis - alto consumo energético	Produtos duráveis que consomem energia durante o uso, normalmente para uso compartilhado ou coletivo (ex. máquinas, eletrônicos, veículos)	Uso e descarte	1. Minimização de pesquisas e processos 2. Otimização da vida do produto 3. Planejamento do fim de vida

Fonte: Adaptado de Fernandes et al. (2017).

3.2.4.2 Definição das estratégias de DFE para o produto

Este método propõe três estratégias de DFE, conforme ilustrado no Quadro 3, inclui todos os aspectos de ciclo de vida do produto: Minimização de pesquisas e processos, Otimização da vida do produto, Planejamento do fim de vida.

- Minimização de pesquisas e processos: está relacionado com ações para a redução do consumo de matérias primas, água e energia, geração de resíduos e gases poluentes durante o processamento do produto, e em todas as fases do ciclo de vida.
- Otimização da vida do produto: a otimização do processo consiste em reduzir ou eliminar razões que causam a falha prematura do produto como: a) falhas estruturais devido ao uso intensivo; b) degradação química; c) falha devido ao mau uso; d) obsolescência tecnológica ou cultural.
- Planejamento do fim de vida: é uma estratégia para aproveitar o material do produto, no fim de sua vida útil, através de dois caminhos: a) reprocessar o material usado, dando origem a novas matérias primas ou novos produtos; b) reaproveitamento de energia interna (ex. incineração ou compostagem).

3.2.4.3 Definição de recomendações para projeto

Esta etapa consiste na elaboração de recomendações para projeto partindo da definição de ações estratégicas para as fases do ciclo de vida do produto, com a aplicação de ferramentas de engenharia e desenho e levando em consideração as estratégias de DFE. Com isso, espera-se dar suporte para que engenheiros e projetistas tomem decisões voltadas e sustentabilidade durante o processo de desenvolvimento de produtos (Fernandes et al., 2017).

As recomendações de projeto baseadas na literatura incluem:

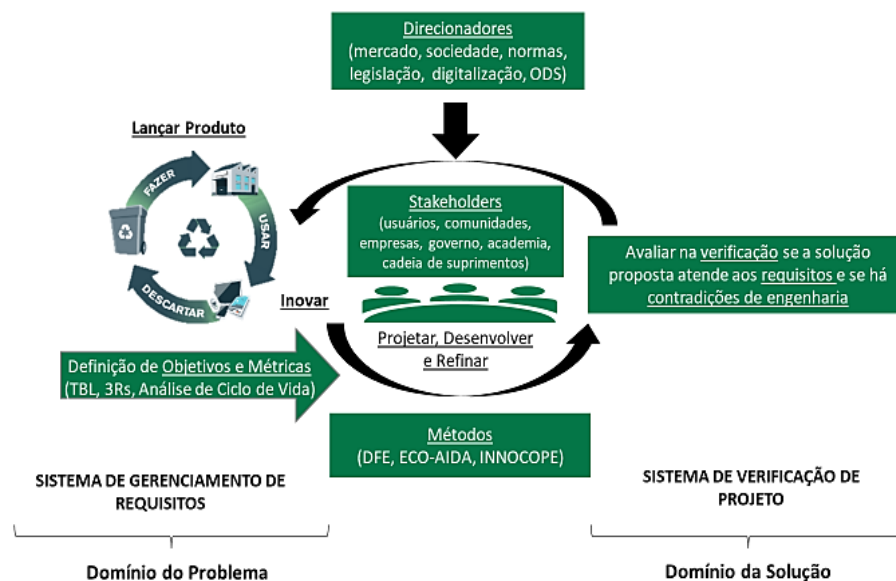
- Montar um checklist de problemas voltados ao TBL;
- Integrar o planejamento de fim de vida a ferramenta 3R (Reduzir, Reciclar, Reutilizar);
- Priorizar durante a seleção de materiais, matérias-primas biocompatíveis e advindas de fontes renováveis;
- Desenvolver produtos de forma participativa em comunidades que passam por situação de vulnerabilidade social.

Apesar do método não citar diretamente o aspecto econômico, observa-se que a divisão das categorias de produto e suas características relacionam-se com o retorno financeiro que aquele produto pode gerar de lucro, e as estratégias do DFE “minimização de pesquisas e processos” e “planejamento de fim de vida” também podem impactar diretamente no custo de produção, tornando-se uma oportunidade de aumento de receita a ser considerado.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O desenvolvimento integrado de produto sustentável realizado nesta revisão integrativa, conforme ilustrado na Figura 9, apresenta cinco dimensões no processo de definir um problema e encontrar uma solução viável: definição dos objetivos e métricas, emprego de métodos no projeto, verificação do atendimento de requisitos, consideração dos direcionadores e interlocução com os principais *stakeholders*.

Figura 9 – Resumo sobre desenvolvimento integrado de produto sustentável



Fonte: os autores (2023).

O desenvolvimento integrado de um produto sustentável engloba não somente os requisitos técnicos e funcionais, mas também uma análise do ciclo de vida deste, desde quais fontes energéticas foram empregadas para a obtenção das matérias-primas, seu nível de toxicidade, disponibilidade até ao descarte do produto, de que maneira ocorreria e sua reciclabilidade caso aplicável.

Os direcionadores têm materializado sua influência por meio da agenda de sustentabilidade, desde a definição dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, até as instâncias municipais com liberdade para arbitragem de políticas específicas.

Já os *stakeholders*, eles exercem diferentes papéis neste processo de desenvolvimento, como no levantamento de requisitos de um usuário, até o seu papel na sociedade para exercício e promoção da sustentabilidade, como no descarte correto de materiais, e por exemplo, no seu processo de decisão para compra de produtos *eco-friendly*.

O desenvolvimento integrado de produtos sustentáveis se apresenta como um tema sistêmico e complexo devido a presença de diferentes atores tais como usuários, a comunidade na qual estão inseridos, as empresas, suas cadeias de suprimentos, direcionadores externos como políticas, normas, legislações, digitalização, emprego de métricas de avaliação de desempenho e na análise de ciclo de vida.

Os métodos encontrados na literatura sobre o desenvolvimento integrado de produtos sustentáveis convergem para a visão compartilhada pela LCA, no sentido de considerarem os *stakeholders* em questão, a criação do produto, nível de reciclabilidade e descarte final.

Uma única abordagem computacional foi diretamente mencionada na literatura estudada, no caso de um desenvolvimento sustentável de um produto, um aspirador de pó, com modelagem em três dimensões, análises fluido dinâmicas e dos materiais empregados (Meerkamm, 2003). Apesar de não tratar diretamente do uso de métodos computacionais a ferramenta de DFE leva em consideração o suporte de outras ferramentas DFX (como por exemplo *design for assembly* e *design for software and hardware upgrade*) que convergem para o uso e desenvolvimento de tecnologias de informação (Fernandes et al., 2017).

A digitalização neste estudo foi abordada como encontro de oportunidades para redução de custos, melhorias em inovação e no estabelecimento de novos modelos de negócios. Observa-se uma oportunidade no desenvolvimento de pesquisas voltadas à aplicação de soluções digitais que integrem dados do produto em todas as etapas do ciclo de vida, com o uso de tecnologias de IoT, maior grau de automação na produção, uso de inteligência artificial para auxílio na tomada de decisão. Também se levantou a oportunidade de discutir sobre impactos econômicos no desenvolvimento de produtos sustentáveis, uma vez que se busca redução de uso de matérias-primas, energia e poluentes, dando espaço para o desenvolvimento de processos de fabricação com maior margem de lucro.

Neste trabalho, com base na revisão sistemática realizada, não foram encontrados artigos científicos discorrendo sobre o emprego de mecanismos para promoção do desenvolvimento integrado e sustentável de produtos.

Em trabalhos futuros recomenda-se o estudo dos direcionadores que exerçam influência no processo de desenvolvimento integrado sustentável de produtos, tais como normas e diretrizes globais, o papel dos *stakeholders* e a elaboração de mecanismos tanto internacionais, quanto locais, para a difusão deste tema.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- Abnt. (2009). Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14040: *Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida - Princípios e Estrutura*. Rio de Janeiro.
- Altshuller, G.S. (1984). *Creativity as an exact science: the theory of the solution of inventive problems*. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Backmar, J.; Ritzen, S.; Norell, M. (1998). *Environmental friendly product development-activities in industrial companies*. In: IEMC'98 Proceedings. International Conference on Engineering and Technology Management. Pioneering New Technologies: Management Issues and Challenges in the Third Millennium. IEEE, p. 502-507.
- Benali, M.; Kudra, T. (2019). *Drying process intensification: application to food processing*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266211018>.
- Botelho, L. L. R.; Cunha, C. C. D. A.; Macedo, M. (2011). *O Método Da Revisão Integrativa Nos Estudos Organizacionais. Gestão e Sociedade*, v. 5, n. 11, p. 121–136.
- Chatty, T.; Qu, Y., Ba-Sabaa; H. H., Murname, E. L. (2021). *Examining the User Experience of Life Cycle Assessment Tools and Their Ability to Cater to Ecodesign in Early-Stage Product Development Practice*. Proceedings of the International Conference on Engineering Design (ICED21), Gothenburg, Sweden, 16-20.
- Crd. (2009). *Systematic reviews: CRD's guidance for undertaking reviews in health care*.
- Fernandes, P. T.; Canciglieri Júnior, O.; Sant'anna, Â. M. O. (2017). *Method for integrated product development oriented to sustainability*. Clean Technologies and Environmental Policy, v. 19, n. 3, p. 775–793.
- Fiksel, J. (2009). *Design for Environment: An Integrated Systems Approach*.
- Gagnon, B., Leduc, R. And Savard, L. (2012) *From a conventional to a sustainable engineering design process: different shades of sustainability*. Journal of Engineering Design, Vol. 23 No. 1, pp. 49–74.
- Ganong, L. H. (1987). *Integrative reviews of nursing research*. *Research in Nursing & Health*, Hoboken, v. 10, n. 1, p. 1-11.

Gehin, A.; Zwolinski, P.; Brissaud, D. (2008). *A tool to implement sustainable end-of-life strategies in the product development phase*.

Gerwin, D.; Barrowman, N. J. (2002). *An evaluation of research on integrated product development*. Management Science, v. 48, n. 7, p. 938-953.

Hallstedt, S.I., Nylander, J.W. (2019) *Sustainability Research Implementation in Product Development - Learnings from a Longitudinal Study*. Proceedings of the 22nd International Conference on Engineering Design (ICED19), Delft, The Netherlands.

Hauptman, O.; Hirji, K. K. (1996). *The influence of process concurrency on project outcomes in product development: An empirical study of cross-functional teams*. IEEE Trans. Eng. Management, v. 43, n. 2, p. 153–164.

Heijungs, R; Huppes, G; Guinée, J. B. (2010). *Life cycle assessment and sustainability analysis of products, materials and technologies. Toward a scientific framework for sustainability life cycle analysis*. Polymer Degradation and Stability, 95, 422–428.

Hoffmann, E. (2006). *Multi-Stakeholder Approaches to Product Development. Governance of Integrated Product Policy: In Search of Sustainable Production and Consumption*, 277-299.

Hoffmann, E. (2007). *Consumer integration in sustainable product development*. Business Strategy and the Environment, v. 16, n. 5, p. 322-338.

HONG, P. et al. (2009). *Implementation of strategic green orientation in supply chain: An empirical study of manufacturing firms*. European Journal of Innovation Management.

Isaksson, O. et al. (2018). *Digitalisation, sustainability and servitisation: Consequences on product development capabilities in manufacturing firms*. DS 91: Proceedings of NordDesign 2018, Linköping, Sweden.

Klopper, R.; Lubbe, S.; Rugbeer, H. (2007). *The matrix method of literature review*. Alternation, Cape Town, v. 14, n. 1, p. 262-276.

Livotov, P. et al. (2019). *Ecological advanced innovation design approach for efficient integrated upstream and downstream processes*. Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED. Anais...Cambridge University Press.

Mattioda, R. et al. (2013). *Principle of Triple Bottom Line in the Integrated Development of Sustainable Products*. Chemical Engineering Transactions, AIDIC.

Meerkamm, Harald. (2003). *IPD as a key to sustainable products*. Proceedings of ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design, Stockholm.

Mendes, K. D. S.; Silveira, R. C. C. P.; Galvão, C. M. (2008). *Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem*. Texto Contexto Enfermagem, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764.

Okumura, J. (2014). *Sustainable and Inclusive Development Products Applied to Form Engineers in the Citizenship*. Mechanics and Materials Vol. 518. pp 329-334.

Reche, A. Y. U., Junior, O. C., Estorilio, C. C. A., & Rudek, M. (2020). Integrated product development process and green supply chain management: Contributions, limitations and applications. Journal of Cleaner Production, 249, 119429.

Reche, A. Y. U. et al. (2022). *Proposal for a Preliminary Model of Integrated Product Development Process Oriented by Green Supply Chain Management*. Sustainability, v. 14, n. 4, p. 2190.

Ritzén, S. (2000). *Integrating environmental aspects into product development - proactive measures*. PhD dissertation, Department of Machine Design Integrated Product. Royal Institute of Technology.

Russo, D.; Serafini, M. (2015). *Anticipating the identification of contradictions in eco-design problems*. Procedia Engineering, Vol. 131, pp.1011–1020.

Slaper, T. F.; Hall, T. J. (2011). *The TBL - what is it and how does it work?* Indiana University Kelley School of Business - Indiana Business Review, Spring, 4–8.

Torresi, S. I., Pardini, V. L., & Ferreira, V. F. (2010). O que é sustentabilidade? In (Vol. 33, pp. 1-1): SciELO Brasil.

Verhulst, E.; Baelus, C. (2006). *Implementation of an eco-efficiency approach into the methodology roadmap for integrated product development*. In: DS 38: Proceedings of E&DPE 2006, the 8th International Conference on Engineering and Product Design Education, Salzburg, Austria.

Vdi. (2016). VDI Standard 4521. *Inventive problem solving with TRIZ*. Fundamentals, terms and definitions, Beuth, Berlin.

Wced. (1987). *World Commission on Environment and Development*. Our common Future. Oxford University Press.

Wheelwright, S. C.; Clark, K. B. (1992). *Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality*. New York: The Free Press.