



“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

Processo de Desenvolvimento de Produtos Ambientalmente Sustentável: diagnóstico e sugestões para empresas médias e pequenas

LAGO, N. C.^a, KOLLING, C.^a, MEDEIROS, J. F. ^{a,b*}, RIBEIRO, J. L. D. ^b, MARCON, A. ^b

a. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo

b. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre

**Corresponding author: janine@upf.br; janinefleith@gmail.com*

Resumo

O presente estudo teve como objetivo investigar as abordagens e o avanço da discussão acadêmica com relação ao alinhamento entre sustentabilidade ambiental e o processo de desenvolvimento de produtos, bem como desenvolver um diagnóstico em empresas de pequeno e médio porte que atuam na região sul do Brasil. Para tanto, foi realizada uma pesquisa exploratória dividida em duas fases: (i) pesquisa bibliográfica e (ii) pesquisa de campo. A (i) pesquisa bibliográfica foi conduzida através da utilização das bases de dados “Web of Science” e “Scopus”. A (ii) pesquisa de campo foi realizada junto a gestores de 18 indústrias de distintos segmentos. Com relação à pesquisa teórica, os resultados indicam que alguns estudos destacam a necessidade de que se integrem práticas de sustentabilidade aos modelos de processos de desenvolvimento de produtos já existentes, outros propõem que sejam desenvolvidos modelos específicos, enquanto outras pesquisas destacam ferramentas que podem ser utilizadas nos processos de desenvolvimento sustentáveis. Quanto à pesquisa de campo, pode-se dizer que as organizações amostradas compreendem a necessidade de sustentabilidade ambiental para processos e produtos e definem direcionadores internos para adoção de práticas adequadas, adaptando-se as pressões regulatórias e as demandas do mercado, embora apresentem lacunas na estruturação de seus processos de desenvolvimento de produtos, bem como realizem ações de design sustentável de forma incompleta, não possuindo ampla experiência em atividades focadas nos processos de desenvolvimento de produtos verdes. Considerando os resultados, um sistema referencial para orientar a prática de um PDP que seja ambientalmente sustentável é proposto.

Palavras-chave: Processo de Desenvolvimento de Produtos Verdes. Sustentabilidade Ambiental. Inovação em Produtos Verdes.

1. Introdução

Ainda no final do século XX, Porter e van der Linde (1995) identificaram que as empresas dispostas a abraçar a sustentabilidade ambiental deveriam investir na inovação de seus processos e produtos, sendo que tal prática poderia reduzir ou eliminar custos referentes à adequação das organizações à legislação ambiental. Todavia, embora as contribuições do referido estudo tenham sido confirmadas em outros trabalhos, principalmente nos estudos de Horback (2008), no Brasil as atuais práticas de desenvolvimento de produto em empresas manufatureiras encontram-se, predominantemente, pautadas nos modelos de lucratividade, objetivando a geração de produtos com alta qualidade, baixo custo e elevada lucratividade (Jabbour, 2015).

“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

São Paulo – Brazil – May 24th to 26th - 2017

No desenrolar dessa lógica, a dimensão ambiental frequentemente é considerada um custo adicional, sendo sua inserção necessária apenas quando imprescindível (Albino et al., 2009; Deutz et al., 2013). Conforme Poulíkidou et al. (2014), há ainda falta de integração sistêmica entre aspectos ambientais e o processo de desenvolvimento de produtos. Além disso, há necessidade de desenvolvimento de modelos que possam ser usados para auxiliar na inserção e no controle de práticas sustentáveis ao longo da gestão da inovação (Gaziulusoy, 2015), visto que há muito potencial para uma inclusão mais frequente de considerações ambientais nas várias fases do PDP (Sihvonen e Partanen, 2016).

Diante do exposto, este estudo objetiva: (i) mapear modelos referenciais de processo de desenvolvimento de produtos ambientalmente sustentáveis; (ii) desenvolver um diagnóstico em empresas de pequeno e médio porte que atuam na região sul do Brasil; e (iii) gerar um sistema referencial que auxilie para a integração de aspectos ambientais ao longo do processo de desenvolvimento de produtos (PDP).

2. Método

Considerando o objetivo do presente estudo, foi realizada uma pesquisa exploratória dividida em duas fases. Inicialmente, com o intuito de investigar o tema em estudo, uma pesquisa bibliográfica foi conduzida através da utilização das bases de dados "Web of Science" e "Scopus". Posteriormente, fez-se uma coleta de dados junto a gestores que atuam em distintas indústrias, visando identificar como essas empresas desenvolvem seus produtos, bem como se há inserção de questões de sustentabilidade ambiental nos referidos processos de desenvolvimento.

Para a pesquisa de campo, utilizou-se uma amostra não probabilística, de conveniência. Primeiramente, partindo-se do pressuposto de que as organizações menores apresentam práticas de gestão ambiental ainda incipientes em seus processos de desenvolvimento de produtos, comparado a organizações maiores (Deutz et al., 2013), os pesquisadores definiram que as empresas de pequeno e médio porte da região Sul do Brasil constituíam seu universo de interesse. Para constituir a amostra, 18 casos foram selecionados, analisando-se a facilidade de acesso às empresas, a capacidade de compreensão dos sujeitos entrevistados sobre o tema investigado e, ainda, a relação de importância econômica das organizações para a região (a produção industrial bruta somada dos setores pesquisados corresponde a 35,98% do total da região em estudo, além de empregar mais de 41% dos funcionários vinculados à indústria, conforme dados do IBGE, 2016). Na Tab.1 tem-se a caracterização da amostra pesquisada:

Tab.1 Caracterização da amostra

Setor	Total de Organizações Pesquisadas	Número de Funcionários
Metal Mecânico	7	70
Têxtil	5	110
Alimento	2	46
Moveleiro	2	21
Gráfico	2	31
TOTAL	18	278

Quanto aos procedimentos de análise, inicialmente foram sistematizados os conteúdos mapeados na literatura para processos de desenvolvimento de produto ambientalmente sustentáveis. Após, os dados da pesquisa de campo foram analisados através de análises de frequência e estatística univariada. Por fim, tendo por referência a pesquisa bibliográfica, bem como os dados decorrentes da pesquisa de campo, os autores propõem um sistema referencial para gestão de processo de desenvolvimento de produtos ambientalmente sustentável.

3. Processo de Desenvolvimento de Produtos Ambientalmente Sustentável

O PDP constitui uma sequência de atividades que são realizadas por uma empresa para conceber, projetar e comercializar um produto (Eppinger e Ulrich, 2015). Com relação à questão da sustentabilidade ambiental, alguns estudos destacam a necessidade de que se integrem práticas de sustentabilidade aos modelos de processos de desenvolvimento de produtos já existentes, outros propõem que sejam desenvolvidos modelos específicos, enquanto outras pesquisas destacam ferramentas que podem ser utilizadas nos processos de desenvolvimento sustentáveis (ver Fig. 1).

SINTETIZAÇÃO DOS TRABALHOS ANALISADOS	
Proposição de práticas sustentáveis a serem integradas ao PDP	Cooper (1994); van Weenen (1995); Brezet (1997); Polonsky e Ottman (1998); Simon et al. (2000); van Hemel e Cramer (2002); Bhamra (2004); Hertwich (2005); Johansson e Magnusson (2006); Luttrupp e Lagersfedt (2006); Pujari (2006); Choi et al. (2008); Gunasekaram e Spalanzani (2011); Deutz et al. (2013); Hallstedt et al. (2013); Brones et al. (2014); Chang et al. (2014); Gmelin e Seuring (2014); Depping et al., (2017).
Proposição de modelos referenciais específicos para PDP Ambientalmente Sustentável	Nissen (1995); Nielsen e Wenzel (2002); Maxwell e van der Vorst (2003); Tingström et al.(2006); Byggeth et al. (2007); Pacelli et al. (2015).
Ferramentas a serem utilizadas no PDP Ambientalmente Sustentável	Bras (1997); Knight e Jenkins (2009); Dangelico e Pantadrolfo (2010); Vinodh e Rathod (2010); Bovea e Pérez-Belis (2012), Bereketli e Genovois, (2013); De Souza e Borsato (2016); Schöggl et al., (2017).

Fig. 1. Sintetização dos trabalhos analisados

Considerando a proposição de práticas sustentáveis a serem integradas ao PDP, Cooper (1994) propôs em seu trabalho um sistema hierárquico para a gestão de resíduos, o qual contribuiu significativamente para a elaboração e a aplicação dos princípios 3R (redução de recursos, reutilização e reciclagem) nos processos de desenvolvimento. Já van Weenen (1995) abordou a importância de que os produtos sejam projetados para longa vida útil, embasando, a partir desse estudo, abordagens como design verde e design para a longevidade eficiente. Brezet (1997) definiu quatro passos para a promoção da inovação através do eco-design (melhoria do produto; reprojetado do produto; inovação através de funcionalidades; e inovação através de sistemas). Bhamra (2004) e Choi et al. (2008) estabelecem uma relação entre as estratégias de eco-design e as estratégias de gestão do ciclo de vida, as quais devem ser integradas ao PDP. Polonsky e Ottman (1998) e Pujari (2006) destacam a importância da integração de especialistas ambientais em novos projetos de desenvolvimento de produtos. Simon et al. (2000), van Hemel e Cramer (2002), Luttrupp e Lagerstedt (2006), Deutz et al. (2013), Brones et al. (2014) e Depping et al. (2017) apresentam um conjunto de justificativas para que o design sustentável seja integrado às fases iniciais do PDP (antes do projeto conceitual). Johansson e Magnusson (2006) incluíram um subprojeto verde na organização do projeto de produto. Hertwich (2005) e Gmelin e Seuring (2014) reforçam a importância de adesão entre a avaliação do ciclo de vida do produto e a gestão do PDP. Por fim, Hallstedt et al. (2013) indicam elementos chave para a implementação bem sucedida de estratégias sustentáveis nas fases iniciais do PDP (entre esses, salienta-se a importância da existência de um plano estratégico corporativo que contemple a sustentabilidade e seja adequadamente comunicado aos membros da organização, envolvimento de stakeholders nas fases iniciais do processo e uso de ferramentas para que se possa medir desempenho e, conseqüentemente, aprender e repetir ações que sustentam inovações bem sucedidas).

Quanto à proposição de modelos referenciais específicos, Nissen (1995) propôs uma sequência de seis etapas para desenvolvimento de produtos verdes complexos (como máquinas de lavar, computadores e carros), através das quais se relacionam definições e implementações de funcionalidades com impactos ambientais que as possibilidades metodológicas de desenvolvimento podem causar. Nielsen e Wenzel (2002) descrevem uma série de passos ambientais para o desenvolvimento de produtos verdes a serem inseridos nas fases de análise, desenvolvimento de conceito e desenvolvimento detalhado. Maxwell e van der Vorst (2003) apresentam um modelo com quatro macro fases, abrangendo o desenvolvimento do conceito, a determinação dos estágios do ciclo de vida, a determinação de dinâmicas sustentáveis para a gestão da cadeia de suprimentos e a otimização dos impactos sustentáveis. Tingström et al. (2006), através de um estudo de caso, integram uma série de atividades ambientais em um modelo de gates. Byggeth et al. (2007) estabelecem uma estrutura modular, flexível e compatível com as distintas necessidades das organizações, não restringindo as áreas a serem

envolvidas e destacando a relevância da inserção de ferramentas. Por fim, Pacelli et al. (2015) apresentam um método de design focado na minimização das sucatas industriais.

No que se refere à sugestão de ferramentas a serem utilizadas para avaliar a sustentabilidade ambiental dos processos de desenvolvimento, Bras (1997) elaborou uma matriz para avaliar a redução do impacto ambiental no processo de desenvolvimento, descrita em eixos X-Y, a qual relaciona períodos do ciclo de vida com as práticas do eco-design. Knight e Jenkins (2009) sugerem a utilização da MET Matrix, que pode ser utilizada para sistematizar o impacto ambiental de cada fase do ciclo de vida do produto. Dangelico e Pantadrolfo (2010) desenvolveram e sugerem o uso da Green Option Matrix, a qual utiliza três dimensões para descrever as contribuições ambientais de um produto verde (foco - materiais, energia ou poluição; estágio do ciclo de vida em que ocorre o benefício; e comparação com produtos tradicionais). Vinodh e Rathod (2010) propõem a integração das ferramentas QFD verde e análise do ciclo de vida. Bovea e Pérez-Beliz (2012) sistematizam um conjunto de ferramentas de eco-design para projeto de produto (ferramentas baseadas em Design Matrix, no QFD, na análise de valor - AV, no FMEA, e outras, como planejamento do ciclo de vida e TRIZ). Bereketli e Genevois (2013) propõem um QDF multi-aspectos para o meio ambiente. De Souza e Borsato (2016) definiram uma ferramenta de avaliação baseada no modelo Stege-Gate, na abordagem set-based da Toyota e nos Princípios EoL Sustentable. Por fim, Schöggel et al. (2017) criaram uma lista de verificação para produto sustentável, que permite avaliação qualitativa durante as fases iniciais do PDP.

4. Diagnóstico

Buscando melhor compreender a realidade das organizações que constituíram a amostra do presente estudo, inicialmente o instrumento de coleta investigou como se encontra estruturado o PDP das mesmas. Para esse bloco do questionário foram elaboradas questões dicotômicas do tipo sim ou não. Os dados encontram-se descritos na Tab.2.

Tab.2 Práticas relacionadas à estrutura de suporte ao PDP

Variáveis	Sim	Não
Há um modelo referencial para PDP na organização	10	8
A organização realiza planejamento estratégico	12	6
Há planejamento de projeto vinculado ao planejamento estratégico	9	9
Realizam-se pesquisas de mercado para conhecer atributos valorizados pelo mercado	14	4
Há participação de outros setores da organização no desenvolvimento de produtos	11	7
Há investimento em práticas de experimentação	10	8
Há investimento em novas tecnologias para facilitar o PDP	15	3
Há alinhamento entre planejamento de um novo produto e o planejamento da produção	11	7
Há planejamento de vendas para o lançamento de novos produtos	6	12
Há planejamento de atendimento ao cliente para o lançamento de novos produtos	4	14
Há planejamento de assistência técnica para o lançamento de novos produtos	4	14
Há planejamento de divulgação para o lançamento de novos produtos	9	9
Há planejamento de comercialização/distribuição para o lançamento de produtos	9	9
Há monitoramento da satisfação do cliente após a introdução de um produto	10	8

Analisando os dados, as práticas relacionadas à estrutura de suporte ao PDP de maior frequência referem-se ao investimento em tecnologia e ao conhecimento de mercado. Comparando esse diagnóstico ao estudo realizado por de Medeiros et al. (2015), o qual gerou um sistema de relacionamento entre fatores e variáveis para o desenvolvimento de inovações verdes, essas práticas são relevantes para que se possa inserir questões de sustentabilidade ambiental no PDP.

A inserção de práticas sustentáveis no PDP foi investigada no segundo bloco do instrumento de coleta, utilizando-se novamente perguntas dicotômicas. A Tab.3 apresenta uma visão geral sobre as ações realizadas nas organizações investigadas.

Tab.3 Práticas sustentáveis inseridas no PDP

Variáveis	Sim	Não
O planejamento estratégico da organização contempla a sustentabilidade	12	6
O PDP é sustentável	13	5
A empresa busca desenvolver produtos com maior rendimento	16	2
A empresa busca reduzir o uso de recursos naturais durante a fabricação	11	7
A empresa desenvolve produtos com menor uso de recursos naturais durante uso	10	8
A empresa desenvolve produtos com maior probabilidade de reciclagem	9	9
A empresa desenvolve produtos com ciclo de vida estendido	14	4
A empresa desenvolve produtos que utilizam materiais reciclados como matéria-prima	9	9
A empresa desenvolve produtos que utilizam matéria-prima de menor impacto ambiental	9	9
A empresa transforma resíduos em novos produtos	14	4
A empresa foca em economia de materiais	18	0
A empresa utiliza tecnologias de fim de tubo ao longo do PDP	11	7

Observando os resultados, pode-se dizer que as organizações amostradas compreendem a necessidade de sustentabilidade ambiental para processos e produtos e definem direcionadores internos para adoção de práticas adequadas, adaptando-se as pressões regulatórias e as demandas do mercado. Entretanto, os resultados indicam que várias empresas amostradas apresentam lacunas na estruturação de seus processos de desenvolvimento de produtos, bem como realizam ações de design sustentável de forma incompleta, não possuindo ampla experiência em atividades focadas nos processos de desenvolvimento de produtos verdes.

Com relação à percepção de importância da inserção de práticas relacionadas à sustentabilidade ambiental ao longo do processo de desenvolvimento de novos produtos, tem-se descrição dos dados na Tab.4. Neste bloco o questionário apresentava questões de escala de classificação por itens, através das quais os entrevistados avaliavam as variáveis descritas indicando o grau de importância de 1 a 10 (sendo que 1 significava pouco importante e 10 significa muito importante).

Tab.4 Importância percebida para práticas sustentáveis ao longo do PDP

Práticas Sustentáveis de PDP	Min	Máx	Média	Desvio padrão
Planejamento estratégico que contemple a sustentabilidade	5	10	8,78	1,478
Investimento no desenvolvimento de produtos com maior rendimento	5	10	8,94	1,552
Investimento na redução do uso de recursos naturais durante a fabricação	5	10	8,78	1,478
Investimento no desenvolvimento de produtos que demandem menor uso de recursos naturais durante a utilização	1	10	7,67	2,951
Investimento no desenvolvimento de produtos que possuam maior probabilidade de reciclagem	1	10	7,61	2,993
Investimento no desenvolvimento de produtos que tenham ciclo de vida estendido	4	10	8,44	1,723
Desenvolvimento de produtos que utilizem materiais reciclados como matéria-prima	1	10	8,11	2,447
Desenvolvimento de produtos que utilizem matérias-primas de menor impacto ambiental	1	10	8,28	2,421
Transformação de resíduos em novos produtos	1	10	8,61	2,253
Economia de materiais	5	10	9,33	1,188
Tecnologias de fim de tubo ao longo do PDP	1	10	8,44	2,640

Analisando os resultados, é possível verificar que, em linhas gerais, todas as práticas apresentam média relativamente alta, variando entre 7,61 e 9,33. Porém, ao analisar a variação nas respostas, observa-se que alguns gestores creditaram importância 1 a aspectos como reciclagem, desenvolvimento de produtos que demandem menor uso de recursos naturais durante a utilização, desenvolvimento de produtos que utilizem matérias-primas de menor impacto ambiental, utilização de tecnologias de fim de tubo e transformação de resíduos em novos produtos.

5. Proposição de um sistema referencial para PDP Verde

Nessa seção será descrita a proposição de um sistema referencial para PDP Verde (Fig.2). Embora haja modelos referenciais específicos descritos na literatura, justifica-se a necessidade de uma nova proposição tendo em vista a especificidade apresentada por algumas das propostas existentes (Nissen, 1995; Tingström et al., 2006; Pacelli et al., 2015), a exclusão de fases para avaliar o pós-desenvolvimento (Nielsen e Wenzel, 2002; Byggeth et al., 2007), ou a ausência de fases introdutórias de planejamento do produto anteriores à geração do conceito (Maxwell e van der Vorst, 2003).

Para iniciar, sugerem-se fases que antecedem ao processo de desenvolvimento: (i) Planejamento Estratégico Organizacional orientado à Sustentabilidade; (ii) Planejamento Estratégico do Portfólio; e (iii) Planejamento Estratégico do Projeto.

A elaboração de um Planejamento Estratégico Organizacional focado na Sustentabilidade conduz a criação de projetos e ao gerenciamento de produtos e serviços dentro desta concepção. Este conceito foi apresentado por Maxwell e van der Vorst (2003), Hallstedt et al. (2013), Gmelin e Seuring (2014) e Alänge et al. (2016), sendo um dos elementos-chave para a implementação de uma perspectiva de sustentabilidade ambiental no processo de inovação de produtos. Sequencialmente, alinhado ao Planejamento Estratégico focado na Sustentabilidade, deve-se realizar o Planejamento Estratégico do Portfólio, avaliando o ciclo de vida dos produtos existentes (Hertwich, 2005; Gmelin e Seuring, 2014), propondo a geração de inovações através dos quatro passos estabelecidos por Brezet (1997), e realizando-se a pesquisa de mercado para identificar requisitos verdes valorizados pelos consumidores (Foster e Green, 2000; Chen, 2001). Alinhado ao Planejamento Estratégico do Portfólio deve vir o Planejamento Estratégico do Projeto, etapa em que se deve priorizar a integração de especialistas da área ambiental (Polonsky e Ottman, 1998; Pujari, 2006), identificar os investimentos necessários em tecnologia visando a eco eficiência do processo (Ageron et al., 2012), estudar a viabilidade econômica, listar claramente os requerimentos ambientais e escolher os indicadores para acompanhamento (Tingström et al., 2006; Byggeth et al., 2007).

Quanto ao desenvolvimento, as fases a serem seguidas são: (iv) Planejamento Operacional do Produto; (v) Preparação da Produção; e (vi) Plano para Lançamento.

Considerando que os impactos ambientais surgem à medida que os detalhes do produto são definidos (Nissen, 1995; Nielsen e Wenzel, 2002), sugere-se realizar um Planejamento Operacional do Produto, no qual questões conceituais e de detalhamento serão delineadas (Maxwell e van der Vorst, 2003). Em seguida, ao entrar na fase de Preparação da Produção, tecnologias de fim de tubo precisam ser contempladas. Porém, além dessa ação reativa, sugere-se que as organizações abordem outras práticas como, por exemplo, busca pelo aumento do rendimento do processo, economia de materiais, água e energia, menor tempo de inatividade da linha de produção, e utilização de fontes de energia renováveis (Crabbé et al., 2013; Alkaya e Demirer, 2015). Para encerrar o desenvolvimento, tem-se a fase de Plano de Lançamento do Produto. A referida etapa é relevante para que a organização busque parceiros de distribuição e comercialização comprometidos com a sustentabilidade ambiental (Luttrupp e Lagerstedt, 2006; Pacelliet al., 2015), bem como para educar os consumidores acerca da importância de comprar e consumir produtos que tenham sido desenvolvidos a partir de um processo ambientalmente sustentável (Foster e Green, 2000).

Por fim, após o desenvolvimento, deve-se realizar o (vii) Acompanhamento do Produto no Mercado. A possibilidade apresentada por essa fase é a de que, além de avaliar o desempenho conforme o Planejamento Estratégico do Portfólio, as organizações desenvolvam ações relacionadas à logística reversa e/ou remanufatura dos produtos, retroalimentando o processo (Pigosso et al., 2010; Pacelli et al., 2015). A implementação dessa fase é importante, visto que a lógica do processo de desenvolvimento não deve ser linear, mas sim sistêmica. Referências sistêmicas compreendem o todo inter-relacionado, suas características e propriedades, sendo iterativas e embasadas na aprendizagem orientada à inovação (de Medeiros et al., 2015).

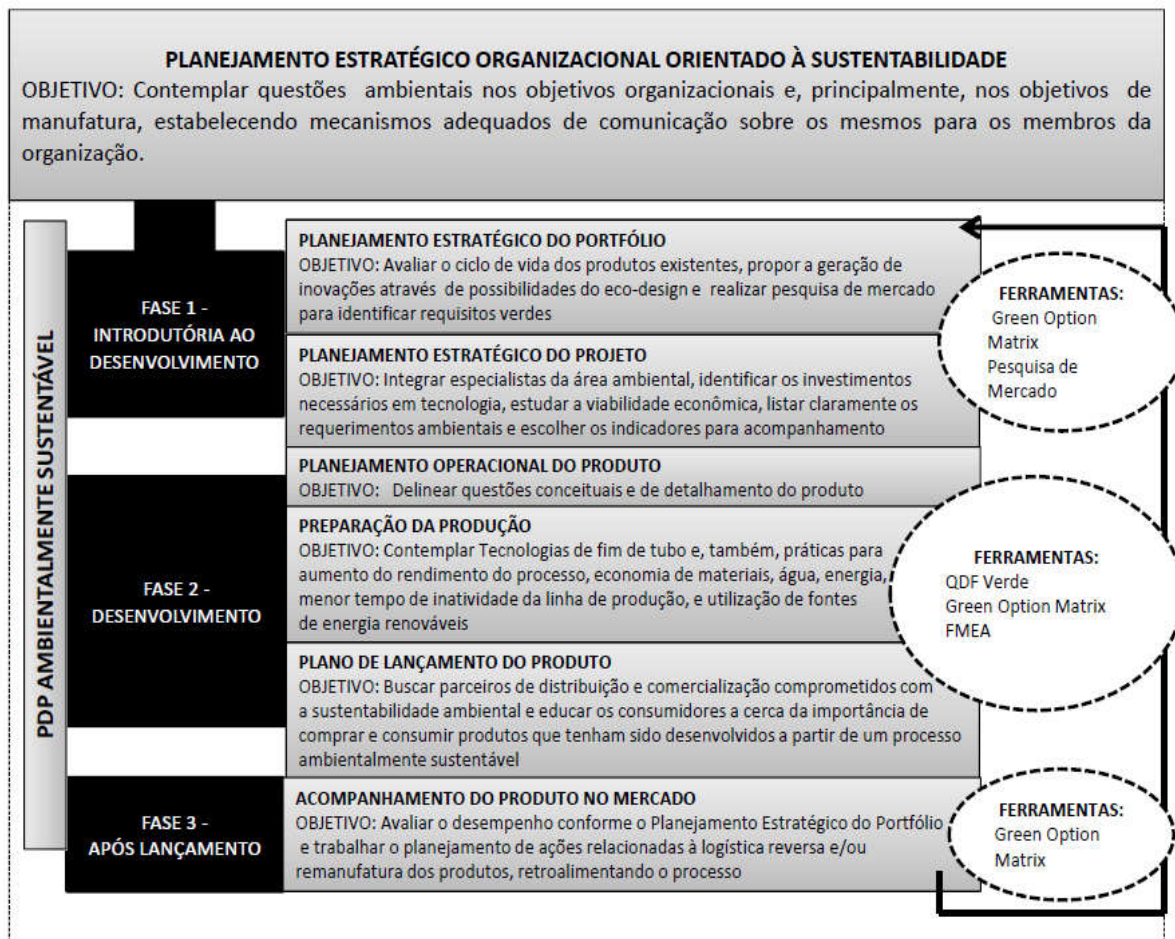


Fig. 2. Sistema Referencial para PDP Ambientalmente Sustentável

6. Considerações Finais

Embora a temática do alinhamento entre sustentabilidade ambiental e processo de desenvolvimento de produto esteja sendo debatida desde os anos 90 na literatura acadêmica, é possível perceber uma lacuna nas práticas de inserção de aspectos ambientais por parte das organizações, principalmente as de médio e de pequeno porte. Tal percepção orientou o desenvolvimento do presente estudo que, após pesquisa bibliográfica e de campo junto a 18 organizações, propôs um sistema referencial de PDP ambientalmente sustentável, buscando auxiliar na qualificação no que tange ao desenvolvimento de inovações de produtos verdes.

Salienta-se que se emprega a nomenclatura “modelos de referência” para que sirvam de base e forneçam subsídios para que as empresas possam construir modelos específicos às suas realidades. Portanto, apesar do estudo ter fornecido uma proposta de sistema referencial, é importante mencionar que as organizações devem customizá-lo de acordo com suas necessidades, objetivos e recursos disponíveis. Como limitações citam-se, inicialmente, o fato do sistema proposto não ter sido aplicado através de estudos de pesquisa ação, fato que possibilitaria sua visualização no contexto prático da gestão de desenvolvimento, gerando informações para seu aprimoramento. Além disso, embora sejam sugeridas ferramentas de apoio que podem ser utilizadas ao longo das fases, podem-se também descrever os processos e os métodos para cada fase estabelecida. Ainda, a amostra de 18 casos pode ser ampliada, para que as especificidades de outros setores e mercados sejam analisadas e contempladas. Tais questões devem ser abordadas em pesquisas futuras.

Referências

- Ageron, B., Gunasekaran, A., Spalanzani, A., 2012. Sustainable supply management: An empirical study. *International Journal of Production Economics*. 140(1), 168-182.
- Alänge, S., Clancy, G., Marmgren, M., 2016. Naturalizing sustainability in product development: A comparative analysis of IKEA and SCA. *Journal of Cleaner Production*. 135, 1009-1022.
- Albino, V., Balice, A., Dangelico, R. M., 2009. Environmental strategies and green product development: an overview on sustainability-driven companies. *Business Strategy and the Environment*. 18 (2), 83-96.
- Alkaya, E., Demirer, G. N., 2015. Reducing water and energy consumption in chemical industry by sustainable production approach: a pilot study for polyethylene terephthalate production. *Journal of Cleaner Production*. 99, 119-128.
- Bereketli, I., Genevois, M. E., 2013. An integrated QFDE approach for identifying improvement strategies in sustainable product development. *Journal of cleaner production*. 54, 188-198.
- Bovea, M., Pérez-Belis, V., 2012. A taxonomy of ecodesign tools for integrating environmental requirements into the product design process. *Journal of Cleaner Production*. 20(1), 61-71.
- Bras, B., 1997. Incorporating environmental issues in product design and realisation. *UNEP Industry Environmental*. 20(1-2), 7-13.
- Brezet, H., 1997. Dynamics in ecodesign practice. *UNEP Industry Environmental*. 20 (1-2), 21-24.
- Brones, F., de Carvalho, M. M., de Senzi Zancul, E., 2014. Ecodesign in project management: a missing link for the integration of sustainability in product development?. *Journal of Cleaner Production*. 80, 106-118.
- Bhamra, T. A., 2004. Ecodesign: the search for new strategies in product development. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*. 218(5), 557-569.
- Byggeth, S., Görän, B., Robèrt, K., 2007. A method for sustainable product development based on a modular system of guiding questions. *Journal of Cleaner Production*. 15, 1-11.
- Chang, D., Lee, C. K. M., Chen, C. H., 2014. Review of life cycle assessment towards sustainable product development. *Journal of cleaner production*. 83, 48-60.
- Chen, C., 2001. Design for the Environment: A Quality-Based Model for Green Product Development. *Management Science*. 47(2), 250-263.
- Chen, Y. S., Chang, C. H., 2013. The determinants of green product development performance: Green dynamic capabilities, green transformational leadership, and green creativity. *Journal of Business Ethics*. 116(1), 107-119.
- Choi, J. K., Nies, L. F., Ramani, K., 2008. A framework for the integration of environmental and business aspects toward sustainable product development. *Journal of Engineering Design*. 19(5), 431-446.
- Cooper, T., 1994. The durability of consumer durables. *Business Strategy and the Environment*. 3(1), 23-30.
- Crabbé, A., Jacobs, R., Van Hoof, V., Bergmans, A., Van Acker, K., 2013. Transition towards sustainable material innovation: evidence and evaluation of the Flemish case. *Journal of Cleaner Production*. 56, 63-72.

- Dangelico, R. M, Pontrandolfo, P., 2010. From green product definitions and classifications to the Green Option Matrix. *Journal of Cleaner Production*. 18, 1608-1628.
- Depping, V., Grunow, M., van Middelaar, C., Dumpler, J., 2017. Integrating environmental impact assessment into new product development and processing-technology selection: Milk concentrates as substitutes for milk powders. *Journal of Cleaner Production*. 149, 1-10.
- de Medeiros, J. F.; Vidor, G.; Ribeiro, J. L. D., 2015. Driving Factors for the Success of the Green Innovation Market: A Relationship System Proposal. *Journal Of Business Ethics*. 1-15.
- de Souza, V. M., Borsato, M., 2016. Combining Stage-Gate™ model using Set-Based concurrent engineering and sustainable end-of-life principles in a product development assessment tool. *Journal of Cleaner Production*. 112, 3222-3231.
- Deutz, P., Mcguire, M., Neighbour, G., 2013. Eco-design practice in the context of a structured design process: an interdisciplinary empirical study of UK manufacturers. *Journal of Cleaner Production*. 39, 117-128.
- Eppinger, S., Ulrich, K. 2015. *Product design and development*. McGraw-Hill Higher Education.
- Foster, C., Green, K. ,2000. Greening the innovation process. *Business Strategy and the Environment*. 9(5), 287-303.
- Gaziulusoy, A. I., 2015. A critical review of approaches available for design and innovation teams through the perspective of sustainability science and system innovation theories. *Journal of Cleaner Production*. 107, 366-377.
- Gmelin, H., Seuring, S., 2014. Determinants of a sustainable new product development. *Journal Of Cleaner Production*. 69, 1-9.
- González-Benito, J., González-Benito, O., 2005. Environmental proactivity and business performance: an empirical analysis. *Omega: The International Journal of Management Science*. 33(1), 1-15.
- Hallstedt, S. I., Thompson, A. W., Lindahl, P., 2013. Key elements for implementing a strategic sustainability perspective in the product innovation process. *Journal Of Cleaner Production*. 51, 277-288.
- Hertwich, E. G., 2005. Consumption and the rebound effect: An industrial ecology perspective. *Journal of industrial ecology*. 9 (1-2), 85-98.
- Horbach, J., 2008. Determinants of environmental innovation - new evidence from German panel data sources. *Research Policy*. 37(1), 163-173.
- IBGE (2016). *Indicadores da Produção Industrial por Seções e Atividades da Indústria*. IBGE, Rio de Janeiro. Available at: <http://www1.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimpfbr/pfbr05200605.shtm>.
- Jabbour, C. J. C., 2015. Esverdeando a manufatura: dos fundamentos conceituais ao estudo de múltiplos casos. *Production*. 25(2), 365-378.
- Johansson, G., Magnusson, T., 2006. Organising for environmental considerations in complex product development projects: implications from introducing a "Green" sub-project. *Journal of Cleaner Production*. 14(15), 1368-1376.
- Knight, P., Jenkins, J. O., 2009. Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners perspective. *Journal of Cleaner Production*. 17 (5), 549-558.

- Luttropp, C., Lagerstedt, J., 2006. EcoDesign and The Ten Golden Rules: generic advice for merging environmental aspects into product development. *Journal of Cleaner Production*. 14 (15-16), 1396-1408.
- Maxwell, D., van der Vorst, R., 2003. Developing sustainable products and services. *Journal of Cleaner Production*. 11 (8), 883-895.
- Nielsen, P. H., Wenzel, H., 2002. Integration of environmental aspects in product development: a stepwise procedure based on quantitative life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*. 10 (3), 247-257.
- Nissen, U., 1995. A methodology for the development of cleaner products. *Journal of Cleaner Production*. 3 (1-2), 83-87.
- Pacelli, F., Ostuzzi, F., Levi, M., 2015. Reducing and reusing industrial scraps: a proposed method for industrial designers. *Journal of Cleaner Production*. 86, 78-87.
- Pigosso, D. C. A.; Zanette, E. T., Filho, A.G., Ometto, A.R., Rozenfeld, H., 2010. Ecodesign methods focus on remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*. 18, 21-31.
- Polonsky, M., Ottman, J., 1998. Stakeholders' contribution to the green new product development process. *Journal of Marketing Management*. 14(6), 533-557.
- Porter, M., van der Linde, C., 1995. Green and competitive: ending the stalemate. *Harvard Business Review*. September-October, 119-134.
- Poulikidou, S., Björklunda, A., Tyskengc, S., 2014. Empirical study on integration of environmental aspects into product development: processes, requirements and the use of tools in vehicle manufacturing companies in Sweden. *Journal of Cleaner Production*. 81, 34-45.
- Pujari, D., 2006. Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance. *Technovation*. 26(1), 76-85.
- Schöggl, J. P., Baumgartner, R. J., Hofer, D., 2017. Improving sustainability performance in early phases of product design: A checklist for sustainable product development tested in the automotive industry. *Journal of Cleaner Production*. 140, 1602-1617.
- Sihvonen, S., Partanen, J., 2016. Implementing environmental considerations within product development practices: a survey on employees' perspectives. *Journal of Cleaner Production*. 125, 189-203.
- Simon, M., Poole, S., Sweatman, A., Evans, S., Bhamra, T., Mcaloone, T., 2000. Environmental priorities in strategic product development. *Business Strategy and the Environment*. 9(6), 367.
- Tingström, J., Swanström, L., Karlsson, R., 2006. Sustainability management in product development projects e the ABB experience. *Journal of Cleaner Production*. 14, 1377-1385.
- van Hemel, C., Cramer, J., 2002. Barriers and stimuli for ecodesign in SMEs. *Journal of Cleaner Production*. 10(5), 439-453.
- van Weenen, J. C., 1995. Towards sustainable product development. *Journal of Cleaner Production*. 3, 95-100.
- Vinodh, S., Rathod, G., 2010. Integration of ECQFD and LCA for sustainable product design. *Journal of Cleaner Production*. 18 (8), 833-842.