



# A7<sup>th</sup> Academic

INTERNATIONAL WORKSHOP  
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

## Design for Environment: Framework com Práticas Teóricas e Empíricas

ALVES-PINTO JR, M. J. <sup>a\*</sup>, MENDES, J. V. <sup>a</sup>

*a. Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, Brasil*

*\*Corresponding author, marcos\_alvesjr@yahoo.com.br*

### Resumo

Design for Environment (DfE) é uma técnica de desenvolvimento de produto que contempla princípios da gestão ambiental abrangendo todo o ciclo do produto e pode ser uma oportunidade para redução do impacto ambiental e para a minimização de recursos utilizados por um produto em seu ciclo de vida. Diante das crescentes pressões empenhadas pela sociedade e pelos governos nas organizações para o desenvolvimento de produtos e serviços que reduzam os impactos ambientais, a divulgação de práticas de DfE, pode facilitar a adoção de práticas ambientais contribuindo assim com a gestão do ciclo de vida do produto. Estudos teóricos sobre DfE não evidenciaram a existência de um conjunto sistematizado dessas práticas. Assim, visando suprir essa lacuna, esse estudo tem como objetivo reunir práticas de DfE em um framework. Para tanto, as práticas teóricas de DfE foram mapeadas na literatura, por revisão sistemática e, por meio de um estudo de caso foram identificadas práticas de DfE, observadas empiricamente. Após a identificação teórica-empírica, elas foram analisadas, comparadas e reunidas em um framework que apresenta as práticas classificadas de acordo com os estágios do ciclo de desenvolvimento do produto.

**Palavras-chave:** *Design for Environment. Práticas teóricas. Práticas empíricas.*

### 1. Introdução

O conhecimento de tecnologias amigáveis ao meio ambiente e estratégias para prevenir e minimizar o dano ambiental causado pelos processos industriais tem ganhado considerável importância (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006).

Antes do conceito de Ecoeficiência tornar-se estratégia de competitividade para as empresas, essas se utilizavam de tecnologias ambientais que tratavam os resíduos apenas no final do processo de produção, o chamado *end-of-pipe*. Técnicas como a incineração de resíduos e o tratamento de poluentes atmosféricos ficaram caracterizadas apenas como despesas adicionais para as empresas. O *World Business Council for Sustainable Development–WBCSD* define Ecoeficiência como sendo alcançada através da entrega de bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida a preços competitivos, além de reduzir progressivamente o impacto ecológico e a intensidade de recursos ao longo do ciclo de vida para o nível de, pelo menos, em linha com a capacidade de carga estimada da Terra (RASHIDI; SAEN, 2015).

Neste contexto, o *Design for Environment–DfE* pode ser uma prática significativa para a redução do

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

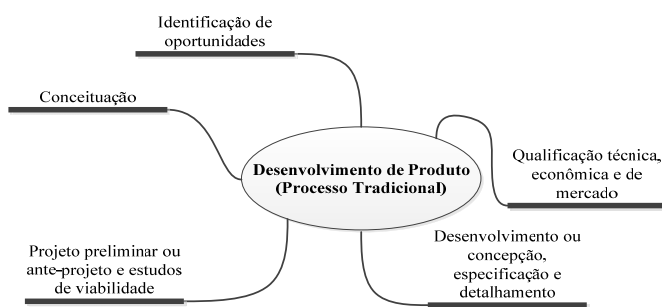
impacto ambiental e menor utilização de recursos naturais em todo o ciclo de vida do produto, pois ele prepara a empresa para realizar inovações de modo sistemático, procurando sempre eliminar os problemas antes que eles surjam (FIKSEL, 1997). É uma solução sustentável para produtos e serviços, baseada na minimização de consequências negativas no âmbito econômico, ambiental e social, em questões durante e além do ciclo de vida dos mesmos (CHARTER; TISCHNER, 2001).

Diante do aumento da consciência ambiental por parte das organizações, a divulgação de práticas que reduzam os danos ambientais em todo o ciclo de desenvolvimento de produto é relevante e pode contribuir com a difusão e proliferação dessas práticas por todo o seu ciclo de vida (HUANG, 1996; PIGOSSO et al., 2010). Estudos teóricos não evidenciaram a existência de um conjunto de práticas de DfE sistematizadas e essa é a lacuna a ser preenchida por esse trabalho.

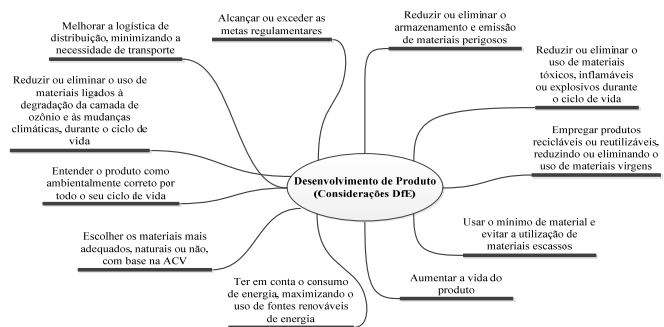
Para atingir o objetivo proposto estruturamos esse texto da seguinte forma: a seguir apresenta-se uma revisão sobre o DfE, no tópico posterior o método da pesquisa é detalhado. Os resultados são apresentados no tópico 4 e as conclusões do estudo expostas no tópico 5.

## 2. Design for Environment – DfE

O projeto tradicional do desenvolvimento de produto busca satisfazer as necessidades básicas do consumidor, não se levando em consideração seu impacto ambiental, ciclo de vida, disposição final, entre outros (Fig. 1 Já o projeto com as considerações para o DfE (Fig. 2) apresenta muitos aspectos visando melhor desempenho ambiental (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006).



**Fig. 1.** Características do desenvolvimento de produto por processo tradicional (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006)



**Fig. 2.** Características do desenvolvimento de produto por considerações DfE (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006)

A aplicação de práticas ambientais e estratégias que previnem ou minimizam danos ao meio ambiente gerados por processos industriais, estão se tornando fundamentais (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006) para uma empresa se ajustar e permanecer no mercado.

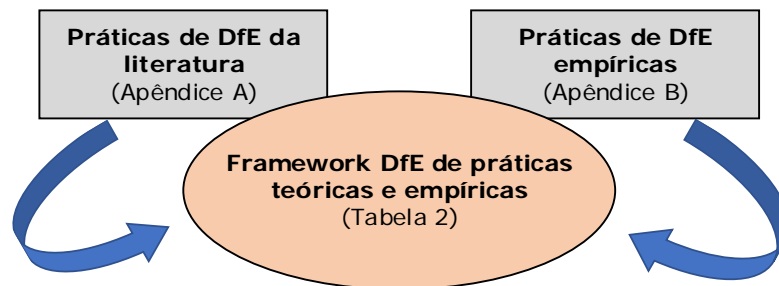
Práticas de gestão ambiental são programas de melhoria do desempenho ambiental de processos e produtos (MATOS; HALL, 2007; MIETTINEM; HAMALAINEN, 1997; MONTABON et al., 2007; SROUFE, 2003). Podem ajudar no controle do uso de recursos durante o processo produtivo ou também no projeto do produto (ANDRIANKAJA et al., 2015; HOUE; GRABOT, 2009; ZHANG et al., 2011; CHIANG; ROY, 2012; FIKSEL, 2009). A integração de aspectos ambientais em produtos pode minimizar os riscos de emissões difundidas durante a produção, consumo e descarte (BAUMANN et al., 2002; DANGELICO; PONTRANDOLFO, 2010).

O DfE é uma prática de projeto de produto baseada na minimização de consequências negativas no âmbito econômico, ambiental e social, em questões durante e além do ciclo de vida dos mesmos (CHARTER; TISCHNER, 2001; FIKSEL, 1997). Para as fases do ciclo de desenvolvimento do produto (concepção, produção, uso e disposição) são necessárias alternativas para bloqueio de impactos

ambientais. Diferente de outras práticas de gestão ambiental, o DfE analisa todas as fases do ciclo de desenvolvimento do produto com o objetivo de minimizar o impacto ambiental (CHARTER; TISCHNER, 2001; FIKSEL, 1997; ZHANG et al., 2011; CHIANG; ROY, 2012). Desta forma, adotar práticas de DfE são fundamentais para redução do impacto ambiental a longo prazo.

### 3. Método

O método de pesquisa é representado pela Fig. 3, onde primeiramente por meio de uma Revisão Bibliográfica Sistemática-RBS, foram extraídas práticas da literatura. Depois, por meio de um estudo de caso, as práticas empíricas foram evidenciadas. Após, elas foram analisadas, comparadas e sistematizadas. A RBS tem como estrutura o modelo de Conforto et al., (2011) e está detalhada no Apêndice A.



**Fig. 3.** Framework metodológico.

Depois de compreender as práticas de DfE existentes na literatura, foi realizado um estudo de caso em uma empresa que de produção de eletrônicos, buscando um melhor aprofundamento da unidade-caso pesquisada. Miguel et al. (2012) e Voss et al. (2002) afirmam que esta maneira de estudo possui maior riqueza na coleta de dados para o método desta pesquisa.

Para evidenciar empiricamente as práticas de DfE na empresa, foram necessárias várias visitas para coletar todas as práticas de DfE utilizadas. Análise documental e observação direta foram os procedimentos para coletar as práticas da empresa.

Identificas práticas da literatura e práticas evidencias empiricamente são apresentadas em tabelas em cada fase do ciclo de desenvolvimento do produto para posterior comparação das práticas.

### 4. Resultados

Por meio da Revisão Bibliográfica Sistemática foram identificadas práticas de DfE na literatura, divididas pela sua ênfase no ciclo de desenvolvimento do produto. Este conjunto de práticas são apresentadas no Apêndice B.

Na empresa pesquisada, foram evidenciadas práticas de DfE utilizadas, também apresentadas com sua ênfase no ciclo de desenvolvimento do produto (Apêndice C).

A Tabela 1 apresenta o framework das práticas de DfE da literatura e evidenciadas empiricamente. As práticas foram associadas pela forma de identificação e ênfase no ciclo de desenvolvimento do produto.

É observado que não há prática DfE para a fase de utilização do produto. Quando questionada a empresa, a especialista de meio ambiente afirmou que este ainda não está sendo tratado internamente, mas já é realizado por alguns clientes. Aspectos ambientais para a fase de utilização de produtos eletrônicos são muito importantes, principalmente pela alta fonte de energia empregada para sua utilização.

**Tabela 1.** Framework de práticas de DfE da literatura e evidenciadas empiricamente.

Fase	Framework práticas de DfE	Literatura	Empírica	
Desenvolvimento/ Concepção	Produto em conformidade com requisitos da norma diretiva Restriction of Hazardous Substances Directive - ROHS (não utilização de mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, polibromato bifenil, éter difenil polibromato e chumbo)	X	X	
	Produto em conformidade com a norma Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals - REACH (controle de riscos sobre as substâncias químicas ou misturas prevenindo impactos a saúde humana e meio ambiente)	X	X	
	Produto em conformidade com a norma Waste Electrical and Electronic Equipment - WEEE (gestão dos resíduos do produto)	X	X	
	O produto é livre de halogênio	X	X	
	Aplicação de alguma exigência ou requisito específico ambiental do cliente para o produto ou processo	X	X	
	Identificar os requisitos necessários na fase de concepção quanto as exigências de segurança	X	X	
	Obter um processo integrado de exigências ambientais legais com o processo de DfE, sendo aspectos de segurança (como por exemplo mapa de risco)	X	X	
	Obter um processo integrado de exigências ambientais legais com o processo de DfE, como aspectos funcionais	X	X	
	Otimização dos custos e impactos ambientais visando a análise do ciclo de vida	X	X	
	Conformidade ambiental do produto perante normas ambientais municipais, estaduais, federais, dentre outras agências regulamentadoras	X	X	
	Formação de uma equipe para o projeto de desenvolvimento do produto, sendo representantes das áreas de meio ambiente, saúde e segurança; engenharia; qualidade; operações e materiais)			X
	Possuir uma política para garantir razoavelmente que o tântalo, estanho, tungstênio e ouro no produto que fabricam não direta ou indiretamente, financiam ou beneficiam grupos armados que são autores de graves violações dos direitos humanos na República Democrática do Congo ou um país adjacente (fornecimento responsável de minerais)			X
	Ter em conta o menor consumo de energia, maximizando o uso de fontes renováveis de energia	X		
	Usar o mínimo de material e evitar a utilização de materiais escassos	X		
	Reduzir ou eliminar o uso de materiais tóxicos, inflamáveis ou explosivos durante o ciclo de vida	X		
	Alcançar ou exceder as metas regulamentares	X		
	Usar materiais de alta qualidade para minimizar o peso do produto, se tais escolhas não interferem com a necessária flexibilidade, resistência ao impacto ou outras prioridades funcionais	X		
	Investir em melhores materiais, tratamentos de superfície ou arranjos estruturais para proteger os produtos de sujeira, corrosão e desgaste, garantindo assim a manutenção reduzida e maior vida útil do produto	X		
	Usar o mínimo de elementos de união possível e utilize parafusos, adesivos, soldadura, encaixe ajustável, fecho geométrico, entre outro, de acordo com o cenário de ciclo de vida	X		
	Utilização de uma ferramenta disponível para o DfE como apoio, onde nela contemple várias práticas a serem utilizadas na concepção do produto e processo	X		
	Integrar o processo de DfE na cadeia de valor da empresa	X		
	Identificar prazos para a realização de práticas na fase de desenvolvimento do produto	X		
	Realização de uma análise de sensibilidade ou incerteza, buscando garantir um intervalo de confiança nos resultados do projeto	X		
	Identificar os requisitos necessários na fase de concepção quanto as exigências econômicas	X		
	Identificar os requisitos necessários na fase de concepção quanto as exigências funcionais	X		
	Identificar os requisitos necessários na fase de concepção quanto as exigências jurídicas/legais	X		
	Utilizar de ferramentas DfE que são de fácil utilização	X		
	Definir critérios para definição das informações, a fim de coletar informações precisas não perdendo tempo com aquelas que não agregam valor na fase de desenvolvimento	X		

Desenvolvimento/ Concepção	Empregar um modo de transporte com energia eficiente	X	
	Assegurar o compromisso, apoio e recursos para executar atividades relacionadas a concepção ecológica	X	
	Incorporar tarefas de concepção ecológica para a rotina diária de empregados relevantes	X	
Produção/ Manufatura	Verificação de requisitos para rótulo do produto, material retornável ou reutilizável para embalagem	X	X
	Identificar a inclusão e/ou exclusão de uma nova máquina ou equipamento	X	X
	Rotas e saídas de emergência, extintores, hidrantes, alarme de incêndio, detectores de fumaça de incêndio estão presentes.	X	X
	Área de brigadistas, mínimos 50 metros do novo projeto	X	X
	Funcionários treinados sobre perigos, riscos, aspectos e impactos ambientais, caso aplicável	X	X
	Todos os Equipamentos de Proteção Individual - EPI's são fornecidos a todos os empregados de acordo com os perigos e riscos identificados	X	X
	Equipamentos e ferramentas devem ser compatíveis com o ambiente, livres de impacto ambiental, além de não oferecer riscos à saúde das pessoas	X	X
	Estabelecer controle sobre cada um dos aspectos ambientais significativos, onde quando não puder ser eliminado seja controlado de forma efetiva	X	X
	Procedimentos e sistemas presentes nas dependências para prevenir, gerir, acompanhar e relatar acidentes de trabalho e doenças	X	X
	Fornecer aos trabalhadores acesso a instalações sanitárias limpas, água potável e alimentação. Para alimentação dispor de local para preparação, armazenamento e alimentação das pessoas	X	X
	Proporcionar treinamento aos trabalhadores quanto os requisitos que foram aplicados para sua saúde, segurança e bem-estar no local de trabalho	X	X
	Emissões atmosféricas de produtos químicos orgânicos voláteis, aerossóis, corrosivos, partículas de produtos químicos que destroem a camada de ozônio e subprodutos da combustão gerados a partir de operações devem ser rotineiramente monitorizados, controlados e tratados antes de sua liberação	X	X
	Controlar o nível de ruído liberado no perímetro para cumprimento de requisitos legais	X	X
	Melhorar a logística de distribuição, minimizando a necessidade de transporte de materiais na fábrica. Manter controle desta atividade	X	X
	É necessário revisar o plano de inspeção de recebimento		X
	Identificar o uso de novas tecnologias na produção		X
	Estações de trabalho em conformidade com os requisitos mínimos de ergonomia		X
	Necessidade de controle específico para material ou agente químico		X
	Garantir que os materiais abastecidos na linha de produção não se misturem uns com os outros		X
	Identificar os materiais no processo produtivo		X
	Garantir que não haja contaminação em qualquer estágio do processo		X
	Deixar disponível formulário de verificação da área de meio ambiente para mudanças no processo		X
	O armazenamento é realizado de forma a garantir os requisitos funcionais		X
	Organização do ambiente de trabalho		X
	Evitar a exposição dos trabalhadores ao risco de tarefas de muita exigência física, como manuseio de materiais, trabalho pesado, trabalho repetitivo e posição prolongada na produção		X
	Implementar uma abordagem sistemática para evitar a contaminação do escoamento de águas pluviais. Evitar descargas e derramamentos ilegais no sistema de esgotos pluviais		X
	Definir critérios ambientais para definição da infraestrutura, utilizando-se do mínimo de recursos possíveis no contexto organizacional	X	
Utilização de materiais com menor energia empregada em sua fabricação ou extração	X		
Utilização de menor volume de componentes no produto	X		
Menor número possível de processos para a produção	X		
Buscar uma menor eliminação de resíduos na produção	X		
Menor utilização possível de materiais de consumo no processo de produção	X		
Utilizar materiais limpos para embalagens, de baixa energia empregada e ausência de produtos tóxicos em sua composição	X		

Uso	Aumentar a vida do produto	X	
	Reduzir ou eliminar o armazenamento e emissão de materiais perigosos	X	
	Buscar projetar o produto de forma multifuncional	X	
	Buscar o reaproveitamento dos resíduos gerados do uso do produto	X	
	Menor utilização de energia na utilização do produto	X	
	Fontes de energias limpas empregadas na utilização do produto	X	
	Utilização de poucos materiais de consumo na utilização do produto	X	
	Materiais de consumo para utilização do produto que são limpos	X	
	Obter um produto que não tenha desperdício de energia quanto sua utilização	X	
	Alta durabilidade e confiabilidade do produto no início de sua vida útil	X	
	Estrutura do produto de forma modular ou adaptável as necessidades dos clientes	X	
	Buscar uma forte relação do produto com seu consumidor ou usuário	X	
	Produto para uso de forma compartilhada	X	
	Otimização funcional e integração de funções para o produto	X	
	Disposição/ Recuperação	Definir o processo de descarte para o material ou produto químico, caso houver	X
Utilizar embalagem de forma mais ecoeficiente		X	X
Melhorar previamente, reparar e reciclar através da capacidade de acesso, rotulagem, módulos, quebrando pontos e manuais		X	X
Definir o processo do produto para a reciclagem na outra unidade		X	X
Definir o processo de disposição dos resíduos gerados no processo produtivo		X	X
Utilização de materiais renováveis		X	
Fácil manutenção e reparo do produto		X	
Projetar um processo de remanufatura ou renovação para o produto		X	
Incineração segura para o fim de vida do produto (recuperação de energia)	X		

Em contrapartida, a fase de disposição tem um grande foco. A empresa possui uma unidade fabril para a reciclagem de resíduos e reutilização de componentes de seus produtos. Classifica seu serviço em quatro categorias, sendo um centro de inovação em tecnologia sustentável, sistema de logística reversa, central de transformação e educação e inclusão.

Foi possível identificar que algumas práticas evidenciadas empiricamente não são citadas na literatura. Estas práticas se concentram somente nas fases de concepção e produção do ciclo de desenvolvimento do produto. Também, foram identificadas práticas de DfE da literatura que não são exercidas pela empresa.

## 5. Conclusão

A sistematização das práticas do DfE evidencia a grande variedade de práticas relatadas na literatura científica e exercidas por organização por todo o ciclo de desenvolvimento do produto. Essa variedade e a inexistência de um conjunto sistematizado de tais práticas pode ser decorrência da abrangência do DfE que tem um propósito: a redução e minimização dos impactos ambientais. O como atingir esse propósito dependerá de cada situação em específico vivenciada pela organização e são essas especificidades que induzem a geração de práticas empíricas.

Os impactos gerenciais dessa pesquisa estão associados ao framework proposto que poderá ser utilizado como fonte de referência, para gestores, de práticas que minimizam o impacto ambiental nas fases do ciclo de desenvolvimento do produto.

Para estudos futuros e sugestões de pesquisas, sugerimos que mais empresas que implantam o DfE sejam investigadas e as práticas observadas. A revisão da literatura também precisa ser atualizada e consequentemente o framework também poderá o ser.

A revisão da literatura tem sua limitação como também o tipo de empresa que foi tratado nesta pesquisa. Outros trabalhos podem ser realizados comparando práticas de DfE da literatura com empresas de outros setores.

Existe uma quantidade significativa de práticas existentes na literatura. Além disso, é observado, no caso pesquisado, várias práticas de DfE que são utilizadas no ciclo de desenvolvimento do produto. Existe uma preocupação organizacional em bloquear impactos ambientais em virtude do produto.

Existem práticas que a empresa utiliza que não são citadas na literatura, da mesma forma algumas práticas da literatura, não foram identificadas empiricamente.

## Referências

ALVES, C. et al. Ecodesign of automotive components making use of natural jute fiber composites. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, n. 4, p. 313–327, 2010.

ANDRIANKAJA, H. et al. A method to ecodesign structural parts in the transport sector based on product life cycle management. *Journal of Cleaner Production*, v. 94, p. 165–176, 2015.

ARANA-LANDIN, G.; HERAS-SAIZARBITORIA, I. Paving the way for the ISO 14006 ecodesign standard: An exploratory study in Spanish companies. *Journal of Cleaner Production*, v. 19, n. 9-10, p. 1007–1015, 2011.

ARDENTE, F.; MATHIEUX, F.; RECCHIONI, M. Recycling of electronic displays: Analysis of pre-processing and potential ecodesign improvements. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 92, p. 158–171, 2014.

BAUMANN, H.; BOONS, F.; BRAGD, A. Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. *Journal of Cleaner Production*, v. 10, p. 409-425, 2002.

BIRCH, A.; HON, K. K. B.; SHORT, T. Structure and output mechanisms in Design for Environment (DfE) tools. *Journal of Cleaner Production*, v. 35, p. 50–58, 2012.

BONVOISIN, J. et al. An integrated method for environmental assessment and ecodesign of ICT-based optimization services. *Journal of Cleaner Production*, v. 68, p. 144–154, 2014.

BOKS, C. The soft side of ecodesign. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 15-16, p. 1346–1356, 2006.

BORCHARDT, M. et al. Considerações sobre ecodesign: um estudo de caso na indústria eletrônica automotiva. *Ambiente & sociedade*, v. 11, n. 2, p. 341–353, 2008.

BORCHARDT, M. et al. Avaliação da presença de práticas do Design for Environment (DfE) no desenvolvimento de produto de uma empresa da indústria química. *Produção*, v. 22, n. 1, p. 58-69, jan/fev. 2012.

BOVEA, M. D.; PÉREZ-BELIS, V. A taxonomy of ecodesign tools for integrating environmental requirements into the product design process. *Journal of Cleaner Production*, v. 20, n. 1, p. 61–71, 2012.

BRONES, F.; DE CARVALHO, M. From 50 to 1: Integrating literature toward a systemic ecodesign model. *Journal of Cleaner Production*, v. 96, p. 44–47, 2015.

BRONES, F.; DE CARVALHO, M. M.; ZANCUL, E. Ecodesign in project management: A missing link for the integration of sustainability in product development? *Journal of Cleaner Production*, v. 80, p. 106–118, 2014.

BYGGETH, S.; HOCHSCHORNER, E. Handling trade-offs in Ecodesign tools for sustainable product development and procurement. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 15-16, p. 1420–1430, 2006.

CALCOTT, P.; WALLS, M. Waste, recycling, and design for environment: roles for markets and policy instruments. *Resource and Energy Economics*, v. 27, n. 4, p. 287–305, 2005.

CHARTER M.; TISCHNER U. Sustainable solutions. Sheffield, UK: Greenleaf Publishing, 2001.

CHIANG, T. A.; ROY, R. An intelligent benchmark-based design for environment system for derivative electronic product development. *Computers in Industry*, v. 63, p. 913-929, 2012.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. DA. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. 8<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - CNGDP 2011, n. 1998, p. 1–12, 2011.

COOK, D. J.; MULROW, C. D.; HAYNES, R. B. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. *Annals of Internal Medicine*, v.126, n.5, pp. 376-380, 1997.

COOPER, H. Synthesizing Research. Thousand Oaks: Sage, 1998.

DANGELICO, R. M.; PONTRANDOLFO, P. From green product definitions and classifications to the Green Option Matrix. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, n. 16-17, p. 1608-1628, nov. 2010.

FIKSEL, J. Ingeniería de diseño medioambiental. DEF: desarrollo integral de productos y procesos ecoeficientes. Madrid: McGrawHill Book, 1997.

FIKSEL, J. Design for Environment: A Guide to Sustainable Product Development. 2.ed. New York: McGraw Hill, 2009.

GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. Ecologia Industrial: conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo: Blucher, 2006.

GONZÁLEZ-GARCÍA, S. et al. Assessing the global warming potential of wooden products from the furniture sector to improve their eco-design. *Science of the Total Environment*, v. 410-411, p. 16–25, 2011.

GOUDA, S. K.; JONNALAGEDDA, S.; SARANGA, H. Design for the environment: Impact of regulatory policies on product development. *European Journal of Operational Research*, v. 248, n. 2, p. 558–570, 2016.

HERNANDEZ, N. V. et al. Development of an expert system to aid engineers in the selection of design for environment methods and tools. *Expert Systems with Applications*, v. 39, n. 10, p. 9543–9553, ago. 2012.

HOUE, R.; GRABOT, B. Assessing the compliance of a product with an eco- label: from standards to constraints. *International Journal of Production Economics*, v. 121, p. 21–38, 2009.

HUANG, G. Q. Design for X: concurrent engineering imperatives. UK: Springer-Science+Business Media, B.V., 1996.

JESWIET, J.; HAUSCHILD, M. EcoDesign and future environmental impacts. *Materials & Design*, v. 26, n. 7, p. 629-634, 2005.

KURK, F.; EAGAN, P. The value of adding design-for-the-environment to pollution prevention



assistance options. *Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 6, p. 722–726, 2008.

LINDAHL, M. Engineering designers' experience of design for environment methods and tools e Requirement definitions from an interview study. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 5, p. 487-496, 2006.

LOFTHOUSE, V. A. Ecodesign tools for designers: defining the requirements. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 15-16, p. 1386-1395, 2006.

LUTTROP, C.; LAGERSTEDT, J. EcoDesign and the ten golden rules: generic advice for merging environmental aspects into product development. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 15-16, p. 1396-1408, 2006.

MATOS, S.; HALL, J. Integrating sustainable development in the supply chain: the case of sustainable development in the oil and gas and agricultural biotechnology. *Journal of Operations Management*, v. 25, n. 6, p. 1083-1102, nov. 2007.

MIETTINEM, P.; HAMALAINEN, R. P. How to benefit from decision analysis in environmental life cycle assessment (LCA). *European Journal of Operational Research*, v. 102, n. 2, p. 279-294, 1997.

MIGUEL, P. A. C. et al. *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. 2.ed.. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

MONTABON, F.; SROUFE, R.; NARASIMHAN, R. An examination of corporate reporting, environmental management practices and firm performance. *Journal of Operations Management*, v. 25, n. 5, p. 998-1014, 2007.

PARK, P. J.; TAHARA, K. Quantifying producer and consumer-based eco-efficiencies for the identification of key ecodesign issues. *Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 1, p. 95-104, 2008.

PASSARINI, F. et al. Assessment of Ecodesign potential in reaching new recycling targets. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 54, n. 12, p. 1128–1134, 2010.

PIGOSSO, D. C. A. et al. Ecodesign methods focused on remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, n. 1, p. 21–31, 2010.

PIGOSSO, D. C. A.; ROZENFELD, H.; MCALOONE, T. C. Ecodesign maturity model: A management framework to support ecodesign implementation into manufacturing companies. *Journal of Cleaner Production*, v. 59, p. 160–173, 2013.

PLATCHECK, E. R. et al. Methodology of ecodesign for the development of more sustainable electro-electronic equipments. *Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 1, p. 75–86, 2008a.

PLATCHECK, E. R. et al. EcoDesign: case of a mini compressor re-design. *Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 14, p. 1526–1535, 2008b.

PLOUFFE, S. et al. Economic benefits tied to ecodesign. *Journal of Cleaner Production*, v. 19, n. 6-7, p. 573–579, 2011.

POCHAT, S.; BERTOLUCI, G.; FROELICH, D. Integrating ecodesign by conducting changes in SMEs. *Journal of Cleaner Production*, v. 15, n. 7, p. 671–680, 2007.

RASHIDI, K.; SAEN, R. F. Measuring eco-efficiency based on green indicators and potentials in energy saving and undesirable output abatement. *Energy Economics*, v. 50, p. 18-26, jul. 2015.

RAZ, G.; DRUEHL, C. T.; BLASS, V. Design for the Environment: Life-Cycle Approach Using a Newsvendor Model. *Production and operations management*, v. 22, n. 4, p. 940–957, 2013.

- ROCA, E. et al. Application of fuzzy logic for the integration of environmental criteria in ecodesign. *Expert Systems with Applications*, v. 39, n. 4, p. 4427–4431, 2012.
- SAKUNDARINI, N. et al. Design for environment and design for disassembly practices in Malaysia: A practitioner's perspectives. *Journal of Cleaner Production*, v. 108, p. 331–342, 2015.
- SHORT, T. et al. Manufacturing, sustainability, ecodesign and risk: lessons learned from a study of Swedish and English companies. *Journal of Cleaner Production*, v. 37, p. 342-352, 2012.
- SILVA, A. L. E.; MORAES, J. A. R.; MACHADO, E. L. Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 20, n. 1, p. 29-37, 2015.
- SROUFE, R. Effect of environmental management systems on environmental management practices and operations. *Production and Operations Management Journal*, v. 12, n. 3, p. 416-431, 2003.
- TIRUTA-BARNA, L. et al. Formlization of a technical procedure for process ecodesign dedicated to drinking water treatment plants. *Journal of Cleaner Production*, v. 68, p. 16-24, 2014.
- VAN HEMEL, C.; CRAMER, J. Barriers and stimuli for ecodesign in SMEs. *Journal of Cleaner Production*, v. 10, p. 439-453, 2002.
- VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.
- WIMMER, W. et al. Product innovation through ecodesign. *International Journal of Sustainable Design*, v. 1, p. 75-92, 2005.
- ZHANG, L. et al. Development and analysis of design for environment oriented design parameters. *Journal of Cleaner Production*, v. 19, n. 15, p. 1723-1733, out. 2011.

## APÊNDICE A – Aplicação de RBS para identificação de práticas de DfE da literatura

A RBS tem como estrutura o modelo de Conforto et al., (2011), caracterizada por um processo. As entradas são compostas por sete etapas para o planejamento da RBS. Estas são fundamentais para um bom resultado, sendo metódica, transparente e replicável (COOK et al., 1997; COOPER, 1998).

Inicialmente, foi realizada a leitura de materiais sendo referencial teórico básico ou primário para esta pesquisa. Essa leitura inicial é importante para entendimento do assunto pesquisado, independente do seu objetivo a ser definido. Depois de uma leitura inicial foi estabelecido o problema de pesquisa para RBS: Quais são as práticas de *Design for Environment* utilizadas na literatura?

Para referências primárias foram utilizados estudos na área de DfE, pesquisadas nas bases de periódicos *Science Direct* e *ISI Web of Knowledge* sendo buscas aleatórias do tema. As referências primárias foram Birch et al. (2012), Borchardt et al. (2012), Calcott e Walls (2005), Fiksel (2009), Lindahl (2006) e Zhang et al. (2011). Dentre estas são cinco artigos e dois livros.

Posteriormente, identificou-se palavras-chave para construção das *strings* de busca nas bases de periódicos. As palavras-chave utilizadas foram *Design for Environment*, *Design for the Environment*, *Ecodesign* e Projeto para o Meio Ambiente.

As bases de periódicos apresentam características de pesquisa e apresentação de buscas de forma diferente entre si, assim justificando sua apresentação. Porém, este fator de diferenciação de bases dos periódicos não teve impacto nas palavras-chave quanto ao tema pesquisado. As *strings* usadas para *Design for Environment* são definidas para buscar o maior número de trabalhos referente ao tema, obtendo um melhor resultado para a pesquisa. A seguir é apresentado cada base utilizado com sua respectiva *string* de busca:

- ISI Web of Knowledge: Título: ("design for environment") OR Título: ("design for the environment") OR Título: ("ecodesign") OR Título: ("projeto para o meio ambiente");
- Scopus: ( TITLE ( "design for environment" ) OR TITLE ( "design for the environment" ) OR TITLE ( "ecodesign" ) OR TITLE ( "projeto para o meio ambiente" ) ).

Os critérios de inclusão para etapa de processamento, com intuito de selecionar os artigos utilizados para a etapa de saída são:

- Serão utilizados somente artigos disponíveis de forma gratuita;
- Serão selecionados os artigos onde contenham no título as *strings* definidas;
- Serão utilizados artigos para áreas de "*Engineering*", "*Environmental Sciences Ecology*" e "*Operations Research Management Science*". Se a base de dados não disponibilizar todos, utilizar-se estes disponíveis;
- Serão utilizados artigos escritos na língua portuguesa ou inglesa;
- Serão utilizados somente artigos.

Os critérios de qualificação são definidos para avaliar a importância do artigo para este estudo, sendo observados a abordagem utilizada, método de investigação utilizado no trabalho, objetivo geral definido no trabalho, área de pesquisa do trabalho e ramo ou setor onde realizado o trabalho.

As buscas iniciam-se por meio das *strings* definidas, onde estas deverão estar no título de trabalhos pesquisados. Assim, critérios de inclusão para seleção destes são executados, sendo a área de pesquisa selecionada, os artigos disponíveis gratuitamente para *download* e verificação dos artigos em duplicata. Depois podem ser aplicados os filtros 1, 2 e 3 no processamento, próxima etapa de execução. Os endereços eletrônicos das bases de dados para esta pesquisa são:

- ISI Web of Knowledge: [http://apps.webofknowledge.com/UA\\_GeneralSearch\\_input.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&SID=2ErSOGYIsUhYmBNUC3C&preferencesSaved=](http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&SID=2ErSOGYIsUhYmBNUC3C&preferencesSaved=)
- Scopus: <http://www.scopus.com>

Para armazenamento das informações resultantes deste processo foram os *softwares Microsoft Excel* (filtro 1) e o *JabRef Reference Manager 2.10* (filtro 2 e 3).

O processamento é executado utilizando as *strings* definidas para busca nas bases de dados. Os resultados deste processo foram exportados para utilização no formato para os *softwares* definidos. O filtro 1 é definido para leitura do título, resumo e palavras-chave dos trabalhos encontrados na busca das bases de dados. É apresentada esta etapa na Tabela 2, atendendo os critérios de inclusão.

**Tabela 2.** Resultado detalhamento de buscas.

<b>Detalhamento de busca</b>	<b>ISI WoK</b>	<b>Scopus</b>	<b>Total</b>
Total bruto	431	468	899
Seleção área pesquisada	357	391	748
Tipo de documento (artigo)	110	157	267
Idioma	103	151	254
Artigos disponíveis gratuitamente	59	122	181
Eliminação de duplicatas			127

O total bruto de 899 representa todos os trabalhos encontrados nas bases de dados com a utilização das *strings*. Dentre estes, foram aplicados critérios de inclusão definidos restando 181 trabalhos, assim excluindo os que não atendiam estes critérios. Como são duas bases de dados foram excluídos em duplicatas, sendo 127 artigos selecionados. Esta pesquisa foi realizada dentro da Universidade Federal de São Carlos – *Campus Sorocaba* onde possui sua base de dados assinada, fator de disponibilidade gratuita para certa quantidade de artigos.

O filtro 2 tem o objetivo de realizar a leitura da introdução e conclusão dos 127 artigos selecionados no filtro 1. Mas antes, é necessário fazer o *download* de todos estes artigos para execução deste filtro. Adicional a este, com a leitura foram registrados o objetivo geral do trabalho e seu método de investigação. O filtro 2 selecionou 82 artigos que serão submetidos ao filtro 3.

O filtro 3 requer leitura completa dos trabalhos para elaboração dos fichamentos, sendo selecionados 41 artigos. Adicional a este filtro para posterior elaboração da saída deste protocolo, foram adicionados 2 livros. Este foi requerido devido às buscas cruzadas dos filtros anteriores, ou seja, são referências que se destacavam em trabalhos lidos e que de fato foi considerado relevante para o resultado deste filtro.

### APÊNDICE B – Práticas de DfE da literatura

Fase	Práticas de Design for Environment	Literatura
Desenvolvimento/ Concepção	Reduzir ou eliminar o uso de materiais ligados à degradação da camada de ozônio e às mudanças climáticas, durante o ciclo de vida	Giannetti e Almeida (2006); González-García et al. (2011); Borchardt et al. (2008); Short et al. (2012).
	Entender o produto como ambientalmente correto por todo o seu ciclo de vida	Giannetti e Almeida (2006); Bovea e Pérez-Bélis (2012); Roca et al. (2012); van Hemel e Cramer (2002).
	Escolher os materiais mais adequados, naturais ou não, com base na avaliação do ciclo de vida	Giannetti e Almeida (2006); González-García et al. (2011); Passarini et al. (2010).
	Ter em conta o menor consumo de energia, maximizando o uso de fontes renováveis de energia	Giannetti e Almeida (2006); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Passarini et al. (2010); van Hemel e Cramer (2002).
	Usar o mínimo de material e evitar a utilização de materiais escassos	Giannetti e Almeida (2006).
	Reduzir ou eliminar o uso de materiais tóxicos, inflamáveis ou explosivos durante o ciclo de vida	Giannetti e Almeida (2006); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Borchardt et al. (2008); Jeswiet e Hauschild (2005); Boks (2006); Park e Tahara (2008); Ardente et al., (2014); Kurk e Eagan (2008).
	Alcançar ou exceder as metas regulamentares	Giannetti e Almeida (2006).
	Usar materiais de alta qualidade para minimizar o peso do produto, se tais escolhas não interferem com a necessária flexibilidade, resistência ao impacto ou outras prioridades funcionais	Wimmer et al. (2005); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Fiksel (2009); van Hemel e Cramer (2002); Alves et al. (2010); Park e Tahara (2008).
	Investir em melhores materiais, tratamentos de superfície ou arranjos estruturais para proteger os produtos de sujeira, corrosão e desgaste, garantindo assim a manutenção reduzida e maior vida útil do produto	Luttrupp e Lagerstedt (2006).
	Usar o mínimo de elementos de união possível e utilize parafusos, adesivos, soldadura, encaixe ajustável, fecho geométrico, entre outro, de acordo com o cenário de ciclo de vida	Luttrupp e Lagerstedt (2006).
	Utilização de uma ferramenta disponível para o DfE como apoio, onde nela contemple várias práticas a serem utilizadas na concepção do produto e processo	Andriankaja et al. (2015); Passarini et al. (2010); Hernandez et al. (2012); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Lofthouse (2006); Lindahl (2006); Tiruta-Barna et al. (2014); Byggeth e Hochschorner (2006); Birch et al., (2012); Kurk e Eagan (2008).
	Integrar o processo de DfE na cadeia de valor da empresa	Andriankaja et al. (2015); Bovea e Pérez-Bélis (2012); Brones e de Carvalho (2015); Pochat et al., (2007); Boks (2006).
	Identificar prazos para a realização de práticas na fase de desenvolvimento do produto	Andriankaja et al. (2015).
	Realização de uma análise de sensibilidade ou incerteza, buscando garantir um intervalo de confiança nos resultados do projeto	Andriankaja et al. (2015).
	Obter um processo integrado de exigências ambientais legais com o processo de DfE, sendo aspectos de segurança, econômicos, jurídicos e funcionais	Bovea e Pérez-Bélis (2012); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Brones, de Carvalho e Zancul (2014); Brones et al., (2015); Pochat et al., (2007); Arana-Landin e Heras-Saizarbitoria (2011); Boks (2006).
	Identificar os requisitos necessários na fase de concepção quanto as exigências de segurança	Bovea e Pérez-Bélis (2012); Roca et al. (2012); Raz et al., (2013); Jeswiet e Hauschild (2005); Luttrupp e Lagerstedt (2006).
Identificar os requisitos necessários na fase de concepção quanto as exigências econômicas	Bovea e Pérez-Bélis (2012); Roca et al. (2012); Raz et al., (2013); Jeswiet e Hauschild (2005); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Pigosso et al. (2010); Plouffe et al. (2011).	
Identificar os requisitos necessários na fase de concepção quanto as exigências funcionais	Bovea e Pérez-Bélis (2012); Roca et al. (2012); Passarini et al. (2010); Raz et al., (2013); Jeswiet e Hauschild (2005); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Pigosso et al. (2010).	
Otimização dos custos e impactos ambientais visando a análise do ciclo de vida	Bonvoisin et al. (2014); González-García et al. (2011); Raz et al., (2013); Park e Tahara (2008); Kurk e Eagan (2008).	

Desenvolvimento/ Concepção	Utilizar de ferramentas DfE que são de fácil utilização	Bovea e Pérez-Bélis (2012); Hernandez et al. (2012); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Lofthouse (2006); Lindahl (2006); Byggeth e Hochschorner (2006); Birch et al., (2012); Kurk e Eagan (2008).
	Identificar os requisitos necessários na fase de concepção quanto as exigências jurídicas/legais	Bovea e Pérez-Bélis (2012); Roca et al. (2012); Passarini et al. (2010); Sakundarini et al. (2015); Gouda et al., (2016); Jeswiet e Hauschild (2005); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Pigosso et al., (2013); Pigosso et al. (2010); Ardente et al., (2014).
	Definir critérios para definição das informações, a fim de coletar informações precisas não perdendo tempo com aquelas que não agregam valor na fase de desenvolvimento	Bonvoisin et al. (2014).
	Empregar um modo de transporte com energia eficiente	van Hemel e Cramer (2002).
	Identificar e aplicar os requisitos de clientes para o produto e processo	Zhang et al. (2011).
	Assegurar o compromisso, apoio e recursos para executar atividades relacionadas a concepção ecológica	Pigosso et al., (2013); Plouffe et al. (2011).
	Incorporar tarefas de concepção ecológica para a rotina diária de empregados relevantes	Pigosso et al., (2013).
	Definir critérios ambientais para definição dos equipamentos, como reduzindo o consumo de energia elétrica	Bonvoisin et al. (2014).
	Definir critérios ambientais para definição da infraestrutura, utilizando-se do mínimo de recursos possíveis no contexto organizacional	Bonvoisin et al. (2014); Kurk e Eagan (2008).
	Minimizar os resíduos gerados no processo produtivo	Wimmer et al. (2005); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Fiksel (2009).
Produção/ Manufatura	Utilização de materiais com menor energia empregada em sua fabricação ou extração	van Hemel e Cramer (2002).
	Utilização de menor volume de componentes no produto	van Hemel e Cramer (2002); Platcheck et al. (2008b).
	Projetar o processo de fabricação com técnicas de produção mais limpa	van Hemel e Cramer (2002); Silva et al., (2015).
	Menor número possível de processos para a produção	van Hemel e Cramer (2002).
	Buscar uma menor eliminação de resíduos na produção	van Hemel e Cramer (2002).
	Menor utilização possível de materiais de consumo no processo de produção	van Hemel e Cramer (2002); Platcheck et al. (2008a).
	Utilizar materiais limpos para embalagens, de baixa energia empregada e ausência de produtos tóxicos em sua composição	van Hemel e Cramer (2002).
	Melhorar a logística de distribuição, minimizando a necessidade de transporte	Giannetti e Almeida (2006); Luttrupp e Lagerstedt (2006); González-García et al. (2011); Wimmer et al. (2005); van Hemel e Cramer (2002); Alves et al. (2010).
Uso/ Utilização	Aumentar a vida do produto	Giannetti e Almeida (2006); Luttrupp e Lagerstedt (2006).
	Reduzir ou eliminar o armazenamento e emissão de materiais perigosos	Giannetti e Almeida (2006).
	Buscar projetar o produto de forma multifuncional	Wimmer et al. (2005); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Fiksel (2009).
	Buscar o reaproveitamento dos resíduos gerados do uso do produto	Wimmer et al. (2005); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Fiksel (2009); Borchardt et al. (2008).
	Menor utilização de energia na utilização do produto	van Hemel e Cramer (2002).
	Fontes de energias limpas empregadas na utilização do produto	van Hemel e Cramer (2002).
	Utilização de poucos materiais de consumo na utilização do produto	van Hemel e Cramer (2002).
	Materiais de consumo para utilização do produto que são limpos	van Hemel e Cramer (2002).
	Obter um produto que não tenha desperdício de energia quanto sua utilização	van Hemel e Cramer (2002).
	Alta durabilidade e confiabilidade do produto no início de sua vida útil	van Hemel e Cramer (2002).

Uso/ Utilização	Estrutura do produto de forma modular ou adaptável as necessidades dos clientes	van Hemel e Cramer (2002).
	Buscar uma forte relação do produto com seu consumidor ou usuário	van Hemel e Cramer (2002).
	Produto para uso de forma compartilhada	van Hemel e Cramer (2002).
	Otimização funcional e integração de funções para o produto	van Hemel e Cramer (2002).
Disposição/ Recuperação	Empregar produtos recicláveis ou reutilizáveis, reduzindo ou eliminando o uso de materiais virgens. Emprego de uma logística reversa.	Giannetti e Almeida (2006); Luttrupp e Lagerstedt (2006); Passarini et al. (2010); van Hemel e Cramer (2002); Alves et al. (2010); Boks (2006); Short et al. (2012); Silva et al., (2015); Ardente et al., (2014).
	Promover a reparação e modernização	Luttrupp e Lagerstedt (2006).
	Utilizar material retornável ou reutilizável para embalagem	Roca et al. (2012); Passarini et al. (2010); Wimmer et al. (2005); van Hemel e Cramer (2002).
	Utilização de materiais renováveis	van Hemel e Cramer (2002).
	Fácil manutenção e reparo do produto	van Hemel e Cramer (2002).
	Reuso do produto em seu fim de vida	van Hemel e Cramer (2002).
	Projetar um processo de remanufatura ou renovação para o produto	van Hemel e Cramer (2002); Sakundarini et al. (2015); Pigosso et al. (2010).
	Incineração segura para o fim de vida do produto (recuperação de energia)	van Hemel e Cramer (2002).
	Eliminação segura dos restos do produto para sua disposição	van Hemel e Cramer (2002); Borchardt et al. (2008).
	Desmaterialização como conceito de concepção do produto	van Hemel e Cramer (2002).

**APÊNDICE C – Práticas de DfE evidenciadas empiricamente.**

Fase	Práticas de Design for Environment	
Desenvolvimento/ Concepção	Produto em conformidade requisitos da norma diretiva Restriction of Hazardous Substances Directive - ROHS (proibição mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, polibromato bifenil, éter difenil polibromato e chumbo)	
	Produtos conforme norma Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals - REACH (controle de riscos sobre as substâncias químicas ou misturas prevenindo impactos a saúde humana e meio ambiente)	
	Produto em conformidade com a norma Waste Electrical and Electronic Equipment - WEEE (gestão dos resíduos do produto)	
	O produto é livre de halogênio	
	Aplicação de alguma exigência ou requisito específico ambiental do cliente para o produto ou processo	
	Elaboração de uma ficha com os dados de segurança do material	
	Elaboração do mapa de perigos e risco do processo	
	Verificar a existência de itens materiais e químicos perigosos no Bill of Material - BOM	
	Existe algum aspecto de impacto para o projeto	
	Conformidade ambiental do produto perante normas ambientais municipais, estaduais, federais, dentre outras agências regulamentadoras	
	Formação de uma equipe para o projeto de desenvolvimento do produto, sendo representantes das áreas de meio ambiente, saúde e segurança; engenharia; qualidade; operações e materiais)	
	Possuir uma política para garantir razoavelmente que o tântalo, estanho, tungstênio e ouro no produto que fabricam não direta ou indiretamente, financiam ou beneficiam grupos armados que são autores de graves violações dos direitos humanos na República Democrática do Congo ou um país adjacente.	
	Produção/ Manufatura	Verificação de requisitos para rótulo do produto
		É necessário revisar o plano de inspeção de recebimento
Identificar a inclusão e/ou exclusão de uma nova máquina ou equipamento		
Identificar o uso de novas tecnologias na produção		
Estações de trabalho em conformidade com os requisitos mínimos de ergonomia		
Rotas e saídas de emergência, extintores, hidrantes, alarme de incêndio, detectores de fumaça de incêndio estão presentes.		
Área de brigadistas, mínimos 50 metros do novo projeto		
Funcionários treinados sobre perigos, riscos, aspectos e impactos ambientais, caso aplicável		
Todos os Equipamentos de Proteção Individual - EPI's são fornecidos a todos os empregados de acordo com os perigos e riscos identificados		
Produção/ Manufatura		Necessidade de controle específico para material ou agente químico
	Equipamentos e ferramentas devem ser compatíveis com o ambiente, livres de impacto ambiental, além de não oferecer riscos à saúde das pessoas	
	Garantir que os materiais abastecidos na linha de produção não se misturem uns com os outros	
	Identificar os materiais no processo produtivo	
	Garantir que não haja contaminação em qualquer estágio do processo	
	Deixar disponível formulário de verificação da área de meio ambiente para mudanças no processo	
	O armazenamento é realizado de forma a garantir os requisitos funcionais	
	Organização do ambiente de trabalho	
	Estabelecer controle sobre cada um dos aspectos ambientais significativos, onde quando não puder ser eliminado seja controlado de forma efetiva	
	Procedimentos e sistemas presentes nas dependências para prevenir, gerir, acompanhar e relatar acidentes de trabalho e doenças	
	Evitar a exposição dos trabalhadores ao risco de tarefas de muita exigência física, como manuseio de materiais, trabalho pesado, trabalho repetitivo e posição prolongada na produção	
	Fornecer aos trabalhadores acesso a instalações sanitárias limpas, água potável e alimentação.	
	Proporcionar treinamento aos trabalhadores quanto os requisitos que foram aplicados para sua saúde, segurança e bem-estar no local de trabalho	
	Emissões atmosféricas de produtos químicos orgânicos voláteis, aerossóis, corrosivos.	
Implementar uma abordagem sistemática para evitar a contaminação do escoamento de águas pluviais. Evitar descargas e derramamentos ilegais no sistema de esgotos pluviais		
Controlar o nível de ruído liberado no perímetro para cumprimento de requisitos legais		
Disposição/ Recuperação	Transporte de materiais na fábrica de uma maneira controlada	
	Definir o processo de descarte para o material ou produto químico, caso houver	
	Utilizar embalagem de forma mais ecoeficiente	
	Melhorar previamente, reparar e reciclar através da capacidade de acesso, rotulagem, módulos, quebrando pontos e manuais	
	Definir o processo do produto para a reciclagem na outra unidade	
Definir o processo de disposição dos resíduos gerados no processo produtivo		

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

Barranquilla – Colombia – June 21<sup>st</sup> and 22<sup>nd</sup> - 2018