

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSTA DE PROCEDIMENTO DE
IDENTIFICAÇÃO DAS INTERFACES CRÍTICAS
ENTRE AS PARTES ENVOLVIDAS COM O CICLO DE
VIDA DE UM SISTEMA-PRODUTO SUSTENTÁVEL**

DANIEL AUGUSTO HOPPE

Porto Alegre

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSTA DE PROCEDIMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DAS
INTERFACES CRÍTICAS ENTRE AS PARTES ENVOLVIDAS
COM O CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA-PRODUTO
SUSTENTÁVEL**

Daniel Augusto Hoppe

Orientadora: Istefani Carísio de Paula, Dra.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Qualidade.

Porto Alegre

2010

DANIEL AUGUSTO HOPPE

**PROPOSTA DE PROCEDIMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DAS INTERFACES CRÍTICAS ENTRE AS
PARTES ENVOLVIDAS COM O CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA-PRODUTO SUSTENTÁVEL**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof^a. Istefani Carísio de Paula, Dr^a.

Orientadora PPGE/UFGRS

Prof^a. Carla Schwengber ten Caten, Dr^a.

Coordenadora PPGE/UFGRS

Banca Examinadora:

Professora Ângela de Moura Ferreira Danilevicz, Dr^a. (PPGE/UFGRS)

Professor Júlio Carlos de Souza van der Linden, Dr. (PGDESIGN/UFGRS)

Professora Márcia Elisa Soares Echeveste, Dr^a. (PPGE/UFGRS)

Dedico esse trabalho às pessoas que eu amo,
que me permitem não só estar vivo,
mas também a felicidade de viver.

“A melhor universidade é a felicidade de viver.”

(Aleksandr Pushkin, 1799 – 1837)

AGRADECIMENTOS

O alcance de nossos objetivos seria muito mais difícil e menos recompensador se eu estivesse sozinho. Sem algumas pessoas fundamentais, nada teria sido como foi. Agradeço:

Em primeiro lugar, a prof.^a Istefani Carísio de Paula, minha orientadora, pela sua motivação para aprender e ensinar. Fostes peça fundamental do meu crescimento.

Aos membros da banca avaliadora, professoras Ângela de Moura Ferreira Danilevicz e Márcia Elisa Soares Echeveste, as quais avaliaram e contribuíram com o trabalho.

Ao prof. Júlio Van der Linden, pelo companheirismo, bate-papos, e ajudas sempre.

Aos entrevistados na pesquisa, que gentilmente foram muito dispostos e interessados.

Aos meus colegas do mestrado. Sem vocês as mesas redondas não teriam valor, os almoços não teriam sabor. Aprendi muito com vocês, não apenas sobre Engenharia, mas sobre a vida. Depois de conhecê-los, renovei minhas esperanças de que o mundo será melhor.

Em especial, aos colegas João Aguiar (Desenhista Industrial do caráter mais interessante que já conheci) e Liziane Seben (Engenheira Química, companheira de trabalho e longas conversas nos momentos difíceis) pelo apoio que sempre me foi dado.

A tia Márcia, primas Jú, Cacá, e Sú, pelo acolhimento até eu arrumar um apartamento.

As famílias Baumhardt e Falleiro, pelos objetos de casa e comidas enviadas para mim.

Aos camaradas Duda, Pinto, Caio e Brum, que conviveram comigo dividindo não só despesas, mas emoções pelos receios e as conquistas.

Aos ajudantes Guto e Cláudio, pela mão de obra barata no momento do aperto. Devo-lhes um churrasco!

A Lela, pela motivação para eu cumprir esse projeto de vida, pela forma que só tu sabes me fazer rir e, sobretudo, pelo teu amor, o qual recebo de forma tão legítima e sincera.

Aos meus pais, Marcelino e Rosemara Hoppe, que prestaram assistências de todos os tipos me motivando para eu sempre seguir em frente. Vocês são meus maiores incentivadores em relação ao estudo. Obrigado!

Ao CNPq, pelos incentivos disponibilizados, que viabilizaram não só essa pesquisa, mas também a oportunidade singular de me tornar mestre.

RESUMO

Projetar produtos efetivamente sustentáveis é uma atividade complexa que considera a gestão das necessidades e interfaces de distintas partes envolvidas com o ciclo de vida do produto. Esta tarefa é especialmente difícil nas fase de definição do produto, quando a equipe de projeto deve trabalhar com um conjunto abrangente de informações e requisitos que deverão ser convertidas em um conceito de produto ou de seu sistema. O objetivo geral deste trabalho é propor um procedimento de identificação de interfaces críticas entre partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto para que os objetivos da sustentabilidade sejam atingidos. Três objetivos específicos foram definidos: (I) analisar práticas e/ou procedimentos de projeto que permitam identificar as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, levantar e tratar as informações provenientes dessas partes, de tal forma a reduzir a complexidade da informação e identificar o que é crítico para atingir os objetivos da sustentabilidade; (II) planejar e propor um procedimento alinhado aos interesses apresentados no item anterior; e (III) aplicá-lo e analisar resultados. O método de pesquisa teve abordagem quali-quantitativa, em um estudo de caso com propósito exploratório em um sistema de produção e consumo de produtos de higiene e limpeza do Rio Grande do Sul. Os principais resultados foram: identificação de práticas de projeto que combinadas contribuem para o projeto de sistema-produto sustentável; proposição de um procedimento, composto por oito etapas, a partir da combinação de práticas de projeto; identificação de fatores determinantes para atingir a sustentabilidade e interfaces críticas entre as partes envolvidas no sistema pesquisado sob a perspectiva de diversos entrevistados. Este é um trabalho exploratório e o pesquisador indica desdobramentos futuros para o mesmo.

Palavras-chave: ciclo de vida; definição de produto; partes envolvidas; sistema-produto; sustentabilidade.

ABSTRACT

The design of effectively sustainable products is a complex activity that involves the management of needs and interfaces among distinct stakeholders from all product lifecycle. This task is specially difficult in the product definition phase, in which the team has to deal with a broad spectrum of information that will be converted in a product or system concept. The general objective of this dissertation is the proposition of a procedure to identify critical interfaces among stakeholders from all life cycle of product-system allowing sustainability objectives are achieved. Three specific objectives were defined: (I) to review a set of practices and / or project procedures adequate to the identification of stakeholders and their needs, to reveal what is critical for achieving the goals of sustainability, from their points of view; (II) to plan and propose a sistematic procedure in line with the interests presented in the previous item; and (III) to experience the procedure in a real case to analyze results. The research method was a case study with exploratory purposes using a qualitative and quantitative approach. Interviews were performed with stakeholders from a hygiene and cleanliness production and consumption system, from Rio Grande do Sul State in Brazil. The main results were: the identification of project development practices usefull for stakeholders' interfaces and needs analysis; the propositon of a procedure, consisting of eight stages; and from the use of such procedure it was possible to identify factors for achieving sustainability and critical interfaces among the stakeholders in the system studied. The study is exploratory and future directions were indicated by the researchers.

Key words: life cycle; design method; stakeholders; product-system; sustainability.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	PÁG.
FIGURA 1 – Protocolo do estudo de caso e estruturação da dissertação_____	26
CAPÍTULO 3	
FIGURA 1 – Fases do ciclo de vida dos produtos consolidadas a partir de Bonsiepe (1984), Baxter (1998), Fuad-luke (2002), McDonough e Braungart (2002), Kazazian (2005), Kota e Chakrabarti (2007), Schendel e Birkhofer (2007), Vezzolli e Manzini (2008), Marx et al. (2010)_____	68
FIGURA 2 – Exemplo de cadeia produtiva e de consumo dos produtos de higiene_____	81
FIGURA 3 – Sintaxe de representação visual do mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _perspectiva dos consumidores eco-orientados (obtido a partir dos dados de Marx et al. (2010)_____	82
CAPÍTULO 4	
FIGURA 1 – Fases do ciclo de vida dos produtos consolidadas a partir de Bonsiepe (1984), Baxter (1998), Fuad-luke (2002), McDonough e Braungart (2002), Kazazian (2005), Kota e Chakrabarti (2007), Schendel e Birkhofer (2007), Vezzolli e Manzini (2008), Marx et al. (2010)_____	99
FIGURA 2 – Sintaxe de representação visual do mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza_____	100
FIGURA 3 – Mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _perspectiva Manufaturador de Pequeno Porte de Produtos_____	110
FIGURA 4 – Mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _perspectiva do representante do Manufaturador de Insumos (Embalagens)_____	112
FIGURA 5 - Mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _perspectiva do representante do Manufaturador de Médio Porte de Produtos_____	114
FIGURA 6 – Mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _perspectiva dos Consumidores eco-orientados (obtido a partir dos dados de Marx et al., 2010)_____	116
FIGURA 7 - Mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _perspectiva do representante do Órgão Institucional (Universidade)_____	118
FIGURA 8 – Mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _perspectiva do representante do Órgão Governamental (Prefeitura)_____	120
FIGURA 9 – Mapa das interfaces críticas entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza (Legenda: círculos tracejados são relações recorrentes - críticas por mais de um entrevistado)_____	121

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 2	PÁG.
QUADRO 1 – Definição de termos utilizados em projetos_____	35
QUADRO 2 – Síntese das práticas/procedimentos e outros conceitos extraídos e/ou adaptados dos autores contemplados no referencial teórico_____	45
 CAPÍTULO 3	
QUADRO 1 – Fases do ciclo de vida dos produtos e tipos de partes envolvidas estratificadas_____	69
QUADRO 2 – Estrutura do roteiro proposto baseado em Ribeiro e Milan (2004) e Marx et al. (2010)____	70
QUADRO 3 – Listas de conjuntos de fatores apresentadas aos entrevistados no questionário_____	71
QUADRO 4 – Trechos de entrevistas com consumidores orientados ecologicamente extraídos de Marx et al. (2010) convertidos em sentenças objetivas e lógicas_____	73
QUADRO 5 – Sentenças convertidas em requisitos e partes envolvidas em linguagem técnica padronizada_____	73
QUADRO 6 – Exemplos de planilha com requisitos, incidência e novo código agrupado atribuído____	74
QUADRO 7 – Requisitos alocados em blocos_____	75
QUADRO 8 – Matriz para análise da interdependência dos requisitos do bloco ‘Sociedade e Conscientização’_____	76
QUADRO 9 – Planilha com requisitos ponderados e alocados em blocos a partir de Marx et al. (2010)	79
 CAPÍTULO 4	
QUADRO 1 – Proposta de procedimento de identificação das interfaces críticas entre as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto_____	99
QUADRO 2 – Variáveis de estratificação para entrevistados e níveis dos estratos_____	101
QUADRO 3 – Tipos de partes envolvidas a serem entrevistadas distribuídas por estrato_____	102
QUADRO 4 – Características das partes envolvidas entrevistadas_____	104
QUADRO 5 – Trechos da entrevista do fabricante de pequeno porte de produtos tratados_____	105
QUADRO 6 – Lista parcial dos requisitos do fabricante de pequeno porte de produtos alocados em blocos_____	106
QUADRO 7 – Requisitos do bloco ‘processos e estratégias’ do fabricante de pequeno porte de produtos organizados na matriz para análise, e requisitos independentes selecionados_____	107
QUADRO 8 – Quantidade de requisitos em cada bloco para cada parte envolvida entrevistada_____	108
QUADRO 9 – Lista dos requisitos mais importantes do fabricante de pequeno porte de produtos_	109

QUADRO 10 – Lista dos requisitos mais importantes do manufaturador de insumos (embalagens)____	111
QUADRO 11 – Lista dos requisitos mais importantes do manufaturador de médio porte de produtos_	113
QUADRO 12 – Lista dos requisitos mais importantes dos consumidores eco-orientados (de MARX et al., 2010)_____	115
QUADRO 13 – Lista dos requisitos mais importantes do órgão institucional (universidade)_____	117
QUADRO 14 – Lista dos requisitos mais importantes do órgão governamental (prefeitura)_____	119

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABIPLA** - Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza e Afins
- ANVISA** - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- ACV** - Análise de Ciclo de Vida
- C2C** - *Cradle to Cradle*
- CNAE** - Classificação Nacional de Atividades Econômicas
- CÓD.** - Código
- CVCA** - *Customer Value Chain Analysis*
- DfE** - *Design for Environmental*
- DfS** ou **D4S** - Design para Sustentabilidade, do inglês *Design for Sustainability*
- DP** - Desenvolvimento de Produtos
- DIY** - Monte você mesmo, do inglês *Do It Yourself*
- GEDEPRO** – Grupo de Gestão em Projetos de Produto
- ICC** - Índice de Crescimento Competitivo
- IDH** - Índice de Desenvolvimento Humano
- IND** - Independentes
- INT** – Interdependentes
- IPPD** - Processo Integrado de Desenvolvimento de Produto, do inglês *Integrated Process and Product Development*
- IPS** - *Intelligent Product System*
- LOPP** - Laboratório de Otimização de Produtos e Processos
- MINT** - Muito interdependentes
- MIPS** - Intensidade Material Por unidade de Serviço, do inglês *Material Intensity Per unit of Service*
- NPS** - Novos Produtos Sustentáveis
- NR** – Não Registrado
- PDP** - Processo de Desenvolvimento de Produtos
- PPGEP** - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
- PSS** - *Product-Service System*
- QFD** - Desdobramento da Função Qualidade, do inglês *Quality Function Deployment*
- QFDE** - *Quality Function Deployment for Environment*
- SEBRAE** - Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
- TGS** - Teoria Geral dos Sistemas
- TLB** - Tripla Linha de Base
- UFRGS** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- WWF** - *World Wildlife Fund*
- ZERI** - *Zero Emissions Research Initiative*

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	14
1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Tema	16
1.2 Problematização e Pressupostos	16
1.3 Objetivos.....	20
1.3.1 Objetivo geral.....	20
1.3.2 Objetivos específicos	20
1.4 Motivações / Justificativa	21
1.5 Método do Trabalho	21
1.6 Delimitações do trabalho	23
1.7 Estrutura do Trabalho	24
CAPÍTULO 2	27
2. ARTIGO 1: REVISÃO DE PRÁTICAS DE PROJETO QUE PERMITAM IDENTIFICAR AS PARTES ENVOLVIDAS COM O CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA-PRODUTO E AS SUAS INTERFACES CRÍTICAS PARA SUSTENTABILIDADE	27
1. Introdução.....	30
2. Método.....	33
3. Definição de termos adotados nesta pesquisa.....	35
4. Práticas de projeto empregadas na fase de definição do produto	36
5. Discussão sobre as práticas.....	45
6. Considerações finais.....	51
Agradecimentos	52
Referências.....	52
CAPÍTULO 3	57
3. ARTIGO 2: PROPOSTA DE PROCEDIMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DAS INTERFACES CRÍTICAS ENTRE AS PARTES ENVOLVIDAS COM O CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA-PRODUTO SUSTENTÁVEL.....	57
1. Introdução.....	60
2. Os sistemas de produção e consumo e as partes envolvidas	62
3. Método.....	64
3.1 Definição de objetivos para o novo procedimento	65
3.2 Identificação de práticas de projeto	65
3.3 Organização das práticas segundo objetivos da fase de definição de produto	65
3.4 Considerações sobre o procedimento proposto com base na análise dos objetivos propostos no item 3.1.	65
4. Resultados.....	66

4.1	Identificar as partes envolvidas com o ciclo de vida do sistema-produto e levantar informações.....	67
4.1.1	Definição dos pressupostos das entrevistas.....	67
4.1.2	Seleção dos entrevistados.....	68
4.1.3	Elaboração do instrumento de coleta de dados	70
4.1.4	Registro de dados	72
4.2	Tratar as informações das partes interessadas	72
4.3	Analisar as informações/requisitos das partes envolvidas.....	75
4.3.1	Redução da quantidade de requisitos	75
4.3.2	Analisar as interfaces críticas.....	77
4.4	Consolidação dos resultados e análise das interfaces críticas	80
5.	Considerações finais.....	83
	Agradecimentos	85
	Referências.....	85
CAPÍTULO 4		89
5. ARTIGO 3: IDENTIFICAÇÃO DAS INTERFACES CRÍTICAS ENTRE AS PARTES ENVOLVIDAS COM O CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA-PRODUTO SUSTENTÁVEL - ESTUDO DE CASO.....		89
1.	Introdução.....	92
2.	O sistema de produção e consumo dos produtos de higiene e limpeza	95
3.	Método.....	97
3.1.	Procedimento para identificação das interfaces críticas entre partes envolvidas com um sistema-produto sustentável	98
3.2.	Sintaxe para representação gráfica das interfaces entre partes envolvidas:.....	98
4.	Realização do estudo de caso	100
5.	Conclusões.....	125
	Agradecimentos	127
	Referências.....	128
CAPÍTULO 5		130
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS		130
5.1	Conclusões.....	131
5.2	Sugestões de pesquisas futuros.....	134
REFERÊNCIAS		135
APÊNDICE 1		141

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A partir da crescente competição global e do avanço das tecnologias, os produtos/serviços passaram a exigir projetos que atendam às mais variadas demandas. Desta forma, os projetos devem não apenas ter alta qualidade, com baixos custos para satisfazer as necessidades dos consumidores, mas também contemplar os requisitos dos fornecedores, clientes internos e demais partes afetadas no processo, incluindo a análise do impacto dos produtos e processos produtivos sobre o meio ambiente e a sociedade. Atualmente, o projetista deve ter uma percepção mais abrangente de valor para o cliente e considerar as dimensões social, ambiental e econômica, dentre outras, durante as atividades projetuais (MARGOLIN, 1998; DAVIS et al., 1999; CAPRA, 2006; UNEP, 2006).

Segundo a *Brundtland Commission* (1987) o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades. A sustentabilidade é intrinsecamente dependente do entendimento do conceito de sistema por parte dos projetistas. Não há como projetar um produto, garantindo que esse atenda às necessidades atuais e não afete às futuras, sem perceber sistemicamente um produto e entender sua complexidade (MARGOLIN, 1998; KAZAZIAN, 2005; THACKARA, 2008).

Devota-se a complexidade do projeto de produtos, serviços e processos sustentáveis à consideração das dimensões social, ambiental e econômica em uma tripla linha de base (TLB), em relação a todo o ciclo de vida do produto, desde a obtenção das matérias-primas até o seu descarte ou revalorização (SELIGER, MERTINS, 2007; LUTTROPP, KARLSON, 2001). O desenvolvimento de novos produtos sustentáveis (NPS) é uma tarefa difícil porque exige o projeto do produto e de seus elementos de consumo (consumo sustentável), buscando um equilíbrio otimizado entre estes, dentro de um sistema que normalmente inclui diferentes partes interessadas. O levantamento de necessidades das partes envolvidas com o ciclo de vida do produto resulta em grande quantidade de informações de entrada na fase de definição no processo de desenvolvimento de produtos e serviços. As informações geralmente incluem

requisitos de consumidores finais, requisitos de fornecedores, requisitos de colaboradores internos da organização, requisitos estratégicos, exigências governamentais ligadas às dimensões social, ambiental, econômica da sustentabilidade, políticas internas e externas da organização, informações tecnológicas e outras (BAXTER, 1998; THACKARA, 2008, MARX, 2009). Todas essas informações de entrada deverão ser tratadas ao longo do processo de desenvolvimento para gerar soluções na forma de bens tangíveis e intangíveis para atender às necessidades do consumidor/sociedade.

Além de atender aos requisitos das partes envolvidas no sistema de produção e consumo, é necessário que o projetista racionalize os fluxos de energia e materiais, e tenha como meta utópica a geração de resíduo e impacto zero (PAULI, 1996; McDONOUGH, BRAUNGART, 2002; VEZZOLLI, MANZINI, 2008). Métodos de projeto com ênfase na sustentabilidade ainda não se consolidaram e os métodos tradicionais estão sendo adaptados com o intuito de considerar a análise do ciclo de vida dos produtos, atender demandas de diferentes partes envolvidas, criar soluções de caráter sistêmico que tenham menores impactos no globo (MARGOLIN, 1998; McDONOUGH, BRAUNGART, 2002; CROSS, 2008; THACKARA, 2008; VEZZOLLI, MANZINI, 2008).

No desenvolvimento de NPS as necessidades e requisitos devem ser sistematizados nas fases iniciais do processo. Ferramentas adequadas para lidar com a complexidade desta tarefa ainda estão em desenvolvimento. Bhamra et al. (1999), Baumann et al. (2002) e Kara et al. (2005) ressaltam que pesquisas que tratam de práticas e procedimentos para o projeto de produtos sustentáveis são abundantes, mas aquelas destinadas à aplicação nas fases iniciais, de definição do produto, não são tão frequentes. Entende-se por definição de produto como a primeira fase do ciclo de desenvolvimento que inclui identificar ações apropriadas para que a equipe desenvolva e lance de forma bem sucedida produtos no mercado. A fase de definição do produto culmina na revisão do negócio no qual o conceito do produto, o investimento necessário e o retorno sobre o investimento são escrutinados para determinar se prosseguir para a fase de desenvolvimento é a melhor alternativa para a organização (WILSON, 1993).

Uma dificuldade que merece atenção na fase de definição de um produto, quando se explora o sistema sob a TLB, é ter que entender e decidir sobre o atendimento das necessidades não somente do consumidor final, que é uma parte afetada com o projeto do produto, mas também analisar as inter-relações das demandas, às vezes conflitantes, das demais partes envolvidas

(HARDI, ZDAN, 1997; CAPRA 2006). O entendimento das inter-relações é essencial, pois do contrário, projetar um produto enfatizando apenas as exigências e/ou oportunidades ligadas a uma etapa do ciclo de vida, como por exemplo, a fase de uso/consumo, ou apenas atendendo uma parte envolvida no sistema, como por exemplo, o consumidor final, pode gerar problemas sócio-ambientais e de concepção (KOTA, CHAKRABARTI, 2007; HANSEN, ANDREANSEN, 2010).

1.1 Tema

O tema no qual se insere esta dissertação é projeto de produto sustentável e em sua delimitação trata de procedimentos aplicáveis à fase de definição de um sistema-produto sustentável.

1.2 Problematização e Pressupostos

O conceito de sistemas foi desenvolvido na antiguidade por Platão, referindo o sistema de mundo (*epinomis*), e Aristóteles com o sistema lógico, entre outros pensadores. A teoria geral dos sistemas (TGS) surgiu com os trabalhos do biólogo e filósofo austríaco Ludwig von Bertalanffy (1901-72) e do economista inglês Kenneth Boulding (1910-93) por volta de 1950 (MENDONÇA et al., 1972; PESSOA JR., 2001). Posteriormente, alguns pesquisadores abordaram a perspectiva sistêmica para o projeto e design de produtos, como o produto ampliado, introduzido pelo economista americano Levitt em 1990, propondo que um produto possui valores potenciais e agregados através das expectativas e percepção dos consumidores sobre o artefato em si. Logo após, o termo sistema-produto foi formalizado por Manzini na década de 1990 e por Mauri em 1996, situando o projeto entre os sistemas de produção e consumo, definindo que além dos aspectos materiais, um produto possui aspectos imateriais, tais como comunicação, experiência, serviços agregados, entre outros valores intangíveis (KRUCKEN, 2009).

A TGS tem como premissa básica que os sistemas não podem ser compreendidos plenamente apenas pela análise separada e exclusiva de cada uma de suas partes, contrariando o pensamento reducionista e cartesiano. Além disso, cada sistema é constituído de subsistemas

e, ao mesmo tempo, faz parte de um sistema maior ou hipersistema. Dessa forma, são classificados como sistemas abertos e se caracterizam por um processo infinito de intercâmbios com o seu ambiente para trocar energia e informação de acordo com objetivos próprios (MENDONÇA et al., 1972; SENGE, 2002; RIBEIRO, 2004; CAPRA, 2006; HERRMANN, 2009).

No pensamento sistêmico as organizações são consideradas como agentes transformadores que processam insumos (*inputs*), gerando produtos e serviços (*outputs*) por meio de sistemas abertos, com limites que avançam além de seu próprio ambiente (MENDONÇA et al., 1972; RIBEIRO, 2004). Os produtos, por fazerem parte desse processo, necessitam ser analisados sob a integração das dimensões pertinentes à sustentabilidade. Sob a lógica da TGS, os problemas e as soluções projetuais são ao mesmo tempo interligados e interdependentes aos sistemas externos, sendo que, a cada tomada de decisão, são afetados os sistemas hiper-complexos, tanto determinísticos a exemplo dos ecossistemas, quanto probabilísticos a exemplo das empresas e a economia global (RIBEIRO, 2004; CAPRA, 2006). O pensamento sistêmico no desenvolvimento de produtos (DP), portanto considera que todo produto é e faz parte de um ou mais sistemas, que afetam distintas partes envolvidas em diversas fases do ciclo de vida.

Segundo Pessoa Jr. (2001) e Capra (2006), os sistemas apresentam uma característica de natureza orgânica, pela qual uma ação que produza mudança em uma das unidades do sistema, deverá produzir mudanças em todas as outras unidades. O efeito total dessas alterações em cadeia proporcionará um ajustamento de todo o sistema, o que relaciona a TGS e a sustentabilidade. Essa característica, denominada de globalismo ou totalismo, permite afirmar que as únicas soluções viáveis para o desenvolvimento sustentável são aquelas definidas a partir de uma visão sistêmica consolidada (RIBEIRO, 2004).

Por essas razões em uma conotação mais profunda, e também melhor adequada para esse trabalho, a palavra produto deve ser entendida nesse contexto como sistema-produto. O termo composto tem o significado do produto agregado a um conjunto abrangente de valores materiais e imateriais e caracterizado como um sistema. Considera-se assim as relações entre fornecedores, mercado consumidor, concorrência, órgãos governamentais, entre outros, e o próprio artefato (KRUCKEN, 2009). Dessa maneira, através da premissa de interdependência dos sistemas, considera-se que se uma das partes envolvida com o sistema-produto falhar,

todo o sistema poderá potencialmente falhar e, portanto, para se realizar plenamente a consolidação de um sistema-produto deve-se analisar e entender as interfaces entre as partes envolvidas com o ciclo de vida, para identificação daquelas que são críticas para o sistema.

Marx et al. (2010) aplicaram um procedimento de levantamento de requisitos de consumidores sustentáveis em relação a produtos de higiene e limpeza, como detergentes, sabões e outros. Esclarecendo, a *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (2002) define consumo sustentável como o uso de bens e serviços que atendam às necessidades básicas e qualidade de vida sem comprometer as futuras gerações. O procedimento de Marx et al. (2010) teve como pressuposto a idéia de que mesmo se um produto for projetado e produzido de forma sustentável, a sustentabilidade final do produto poderá ser impactada negativamente caso o consumidor não utilize e descarte o produto de forma sustentável, corroborando o conceito de interdependência dos sistemas mencionado anteriormente. Pesquisas apontam que existe uma lacuna entre consciência ambiental e consumo sustentável. Muitas vezes o consumidor sabe o que deve fazer para ser sustentável, porém na prática não aplica tal conhecimento (SHRUM et al., 1995; ROBERTS, 1996; LAGES, NETO, 2002; VERMEIR, VERBEKE, 2006).

Roberts (1996) destaca a necessidade de se compreender o comportamento do consumidor para identificar problemas de consumo que permitam a criação de mercado para produtos e serviços sustentáveis. Essa lacuna é em parte explicada pela existência de barreiras que desencorajam o consumo de produtos sustentáveis. Estas barreiras, por sua vez, dependem de uma complexa combinação de fatores motivacionais (MOISANDER, 2007) que variam dentro das populações.

Marx et al. (2010) propuseram um procedimento de levantamento dos fatores que motivam e desmotivam os consumidores sustentáveis à adquirir, usar e descartar produtos de forma sustentável. O procedimento privilegiou o levantamento de informações das etapas do ciclo de vida do produto que são mais fortemente percebidas pelo consumidor final (aquisição, uso e descarte). As respostas dos entrevistados foram tratadas segundo Marx (2009) sendo identificados diferentes requisitos, como: requisitos para o projeto de embalagens, requisitos funcionais do produto, requisitos relacionados com a confiabilidade do consumidor no manufaturador e no varejista, requisitos relacionados com o projeto do sistema de vendas e distribuição, assim como requisitos relacionados com o sistema de descarte do produto. A

interpretação dos fatores que motivam e desmotivam a aquisição de produtos de higiene e limpeza sustentável levou à criação de uma lista de possíveis políticas públicas ou programas governamentais que dariam suporte ao sistema de consumo sustentável para este segmento produtivo (MARX et al., 2010).

O trabalho dessas autoras demonstrou que ao ampliar o questionamento ao consumidor para além da fase de uso do produto de higiene e limpeza, conforme ocorre nos métodos de projeto tradicionais, foi possível identificar requisitos ligados a outros elementos do sistema, como por exemplo: necessidade de programas e políticas governamentais de esclarecimento ao consumidor, necessidade de confiança na publicidade e propaganda de fabricantes e varejistas, entre outros fatores que em conjunto contribuiriam para motivar o consumidor a ser sustentável, e que, portanto, poderiam ser considerados críticos para o sucesso deste sistema-produto. Entretanto, o trabalho de Marx et al. (2010) restringiu-se a três fases do ciclo de vida (aquisição, uso e descarte), bem como ao levantamento da perspectiva de somente uma das partes envolvidas do sistema, o consumidor final.

A partir do exposto foram identificados os seguintes pressupostos de pesquisa:

- o projetista de um sistema-produto sustentável deve conhecer as relações entre as demandas das distintas partes envolvidas com cada fase do ciclo de vida do produto, não somente com a fase de uso;
- novos procedimentos podem ser desenvolvidos e oferecidos para dar suporte ao projeto de produtos, especialmente designados para reduzir a dimensionalidade das informações de entrada na fase de definição do produto;
- existe interdependência entre as partes envolvidas com as fases do ciclo de vida do produto, e que o não comprometimento destas partes com os objetivos comuns de sustentabilidade ambiental, econômica e social poderá prejudicar o projeto como um todo; e
- para fins de investigação, pode-se definir que um dado fator apontado por uma parte envolvida no ciclo de vida que a impeça de agir de forma adequada em direção à sustentabilidade, pode ser entendido como uma barreira e convertido em requisito crítico para o sistema.

Ampliando o trabalho desenvolvido por Marx et al. (2010) definiram-se os seguintes problemas de pesquisa:

- quais são os fatores que favorecem e desfavorecem que as partes envolvidas ao longo do ciclo de vida de um sistema-produto possam agir de forma a atingir os objetivos de sustentabilidade?
- é possível que o levantamento e a análise de fatores que favorecem e desfavorecem as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto se constitua em procedimento para identificação das interfaces críticas para atingir os objetivos da sustentabilidade?

1.3 **Objetivos**

A partir dos problemas de pesquisa, foram definidos os objetivos descritos a seguir.

1.3.1 **Objetivo geral**

O objetivo geral do presente trabalho é propor um procedimento de identificação de interfaces críticas entre partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto para que os objetivos da sustentabilidade sejam atingidos.

1.3.2 **Objetivos específicos**

Enquanto os objetivos específicos do trabalho podem ser citados:

- Analisar práticas e/ou procedimentos de projeto que permitam identificar as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, levantar e tratar as informações provenientes dessas partes, de tal forma a reduzir a complexidade da informação e identificar o que é crítico para atingir os objetivos da sustentabilidade.
- Planejar e propor um procedimento sistemático de identificação das interfaces críticas entre as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, a partir da análise dos fatores que favorecem e desfavorecem a atingir os objetivos da sustentabilidade.
- Aplicar o procedimento proposto e analisar resultados.

1.4 **Motivações / Justificativa**

Além das motivações apresentadas no item de problematização deste trabalho também podem ser destacadas as seguintes justificativas. Em relação ao aspecto teórico e social, a motivação está relacionada com a atualidade do tema e com a necessidade de se desenvolver e oferecer aos projetistas de sistema-produto sustentáveis procedimentos alternativos para o suporte às atividades projetuais (MARGOLIN, 1998; GIANNETTI et al., 2003; CAPRA, 2006).

Sob o aspecto institucional, a definição do tema de trabalho é motivada pela contribuição que ele oferece para o projeto CNPq 06/2008 n° 570628/2008-3 do edital jovem pesquisador intitulado ‘Desenvolvimento de produtos na perspectiva do *Product Service System*’, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGEP/UFRGS). Um dos assuntos tratados neste projeto é o desenvolvimento de produtos de higiene e limpeza, visto que são utilizados de forma abrangente pela população dos países e cujo descarte tem forte impacto sobre a qualidade da água de rios e centros de abastecimento nas cidades do Brasil e de outros países (AZEVEDO, CHASIN, 2004; STRUJAK, VIDAL, 2006; TEIXEIRA, CARTONILHO, 2007; SANTOS et al., 2009).

Por fim, existe a motivação de ordem pessoal do pesquisador e autor dessa dissertação. A área da engenharia que contempla os estudos sobre gestão, projeto e concepção de produtos sempre foi o foco de interesse do mesmo, razão pela qual este buscou o curso de mestrado contemplando o tema.

1.5 **Método do Trabalho**

Silva e Menezes (2005) definem método científico como o conjunto de processos ou operações mentais que devem ser empregados na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa. Gil (2008) refere-se ao planejamento dessas operações como o delineamento de pesquisa. Segundo Gil (2008, p.50),

“(…) Considerando que há muitas possibilidades de testar hipóteses, surge grande variedade de delineamento próprio, peculiar, determinado pelo objeto de investigação, pela dificuldade na obtenção dos dados, pelo nível de precisão exigido

e pelos recursos materiais de que dispõe o pesquisador. Por essa razão, as propostas de classificação dos vários tipos de delineamento referem-se sempre a abstrações, a tipos ideais, que se aproximam mais ou menos dos delineamentos concretos.”

Sendo assim, a classificação do delineamento de pesquisa não pode ser tomada como absolutamente rígida, visto que algumas pesquisas, em função de suas características, não se enquadram definitivamente num ou noutro modelo. Dentre as classificações propostas por Gil (2008) para o delineamento de uma pesquisa, se encontram: (1) pesquisa bibliográfica; (2) pesquisa documental; (3) pesquisa experimental; (4) pesquisa *ex-post-facto*; (5) levantamento de campo (*survey*); (6) estudo de campo; e (7) estudo de caso. O delineamento escolhido para essa dissertação é o estudo de caso com o propósito exploratório que visa “explorar situações da vida real, cujos limites não estão claramente definidos” (Gil, 2008, p. 50), não havendo possibilidade de utilização de pesquisa do tipo *survey* ou experimento.

O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados (GIL, 2008). Yin (2005) define estudo de caso como um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, por meio de várias fontes de evidência. Roesch (1999, p. 197) complementa que “é da natureza do estudo de caso, explorar fenômenos com base em vários ângulos e é especialmente adequado ao estudo de processos”.

Três principais fontes de evidência foram adotadas nesta pesquisa: levantamento de informações da literatura de projeto de produto sustentável, estudo piloto realizado por Marx et al. (2010) e entrevistas individuais aplicadas a partes envolvidas em um sistema de produção e consumo de produtos de higiene e limpeza. O mecanismo de entrevistas qualitativas tem se consolidado como um dos principais métodos de coleta de dados em pesquisas qualitativas, pois permite que o pesquisador explore em profundidade o objeto de pesquisa juntamente aos entrevistados (RIBEIRO, MILAN, 2004). Nas entrevistas foram considerados três princípios para coleta de dados. O primeiro foi usar múltiplas fontes de informação (categorias de entrevistados), permitindo investigar várias percepções em relação ao mesmo fenômeno. As conclusões e descobertas ficam mais convincentes e apuradas já que advém de um conjunto de corroborações. O segundo foi construir uma base de dados, uma vez que os dados encontrados ao longo do estudo foram armazenados, possibilitando o acesso

de outros investigadores quando solicitado. O terceiro foi formar uma cadeia de relações entre as entrevistas e informações provenientes da literatura sobre sustentabilidade, de tal modo que o leitor possa perceber a apresentação das evidências que legitimam o estudo desde as questões de pesquisa até as conclusões finais.

Dessa maneira, a maior parte das fontes de dados é do tipo primária, sendo uma parte do tipo secundária. As informações de cinco entrevistas foram levantadas originalmente no decorrer da pesquisa diretamente com as partes envolvidas com o ciclo de vida de produtos de higiene e limpeza (manufaturador de pequeno porte de produtos, manufaturador de médio porte de produtos, manufaturador de insumos, prefeitura e universidade), sendo apenas os dados de um dos grupos (consumidores) extraídos do trabalho piloto realizado por Marx et al. (2010). Outras informações foram provenientes de publicações sobre práticas e procedimentos de projeto de produto sustentável.

Com respeito aos objetivos do delineamento da pesquisa, esses podem ser classificados como exploratórios, pois são baseados no pressuposto de que por meio do uso de um procedimento relativamente sistemático, é possível desenvolver hipóteses relevantes a um determinado fenômeno. Os estudos exploratórios servem para aumentar o grau de familiaridade com fenômenos relativamente desconhecidos, obter informações sobre a possibilidade de levar adiante uma investigação mais completa e estabelecer prioridades para investigações posteriores, entre outras utilizações (GIL, 1991; SILVA, MENEZES, 2001). Pelo fato do debate sobre as soluções da sustentabilidade ser relativamente incerto e com múltiplos pontos de vista, os objetivos dessa pesquisa, por serem exploratórios, apontam resultados iniciais que poderão servir de ponto de partida para pesquisas posteriores.

Para o desenvolvimento desse trabalho e o alcance dos objetivos traçados, optou-se por elaborar e seguir um protocolo do estudo de caso, que será apresentado na sequência (Figura 1).

1.6 Delimitações do trabalho

A principal delimitação dessa pesquisa está relacionada com o fato dela ser exploratória e os resultados obtidos pela aplicação do procedimento proposto, não poderem ser generalizáveis a

partir do delineamento de estudo de caso. Os resultados da aplicação do procedimento proposto limitam-se à exploração de informações, que posteriormente poderão ser comprovadas em novas pesquisas. Essa limitação existe em função da indisponibilidade de tempo e recursos para levantamento e tratamento dos dados de uma população estatisticamente representativa, e do aspecto subjetivo relacionado com parte do tratamento dos dados.

Além disso, a qualidade dos dados coletados está associada ao procedimento de coleta de dados adotado, entrevistas individuais. Estas são menos abrangentes do que grupos focados e os resultados se restringem ao grau de conhecimento dos especialistas entrevistados. Para minimizar os efeitos dessa delimitação, optou-se por entrevistar profissionais com experiências e conhecimentos adequados para o fornecimento de respostas de alta qualidade. Dada a dificuldade de agrupar os respondentes de interesse, debates do tipo mesa redonda com grupos focados, que poderiam gerar soluções/requisitos/relações mais precisas, não seriam possíveis de serem realizados. Por outro lado, as entrevistas às partes interessadas numa cadeia de produtos de higiene e limpeza serviram de caso para experimentação do procedimento idealizado em etapa inicial deste trabalho.

Por fim, outra delimitação dessa pesquisa está relacionada à impossibilidade de validação do procedimento proposto, visto que o mesmo foi testado em um único estudo de caso, por questão de tempo disponível ao longo da dissertação.

1.7 Estrutura do Trabalho

Esta dissertação está estruturada no formato de artigos científicos, a serem submetidos a periódicos da área, atendendo às regras do PPGEP/UFRGS. Todo o trabalho está constituído em cinco capítulos, divididos de maneira que subsidiam e fundamentam a discussão principal. Esta seção faz parte do capítulo 1, no qual é realizada uma apresentação geral do tema da dissertação, problema de pesquisa, objetivos, método e delimitações do trabalho. Em seguida, três artigos são apresentados, configurando os capítulos 2, 3 e 4. Cada artigo retoma um objetivo específico da pesquisa, trazendo contribuições para o alcance do objetivo principal.

O capítulo 2 traz uma revisão de práticas/procedimentos de projeto, relacionadas com a fase de definição do produto, que permitam à equipe de projeto reconhecer as principais partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto sustentável e os requisitos prioritários destas, para o alcance da sustentabilidade. Ao final da fase de definição do sistema-produto, tais procedimentos deverão permitir que a equipe elabore um *briefing* de projeto com os requisitos críticos para o futuro desdobramento deles durante o desenvolvimento do produto.

No capítulo 3 é apresentada uma proposta de procedimento de identificação das inter-relações críticas entre as partes envolvidas ao longo do ciclo de vida de um sistema-produto, a partir do levantamento e análise de fatores que favorecem e desfavorecem o alcance dos objetivos de um sistema-produto sustentável. Por meio da proposta, objetivou-se contribuir com os projetistas, oferecendo um procedimento de suporte ao projeto, análise do cenário e identificação de pontos de falha para atingir os objetivos da sustentabilidade. O conteúdo do artigo está centrado no planejamento do método e criação do procedimento.

No último artigo, que está contemplado no capítulo 4, é apresentada uma aplicação do procedimento proposto no capítulo 3 em um estudo de caso com produtos de higiene e limpeza. A escolha da linha de produtos do estudo de caso está relacionada com diversos trabalhos que foram e vêm sendo desenvolvidos pelo Grupo de Gestão em Projetos de Produto do Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (GEDEPRO/LOPP). Os resultados são apresentados e discutidos.

Por fim, o capítulo 5 contém o fechamento da dissertação com a discussão dos resultados gerais e a conclusão do trabalho. A Figura 1 apresenta as etapas do protocolo, representando como a pesquisa está estruturada e é apresentada nos artigos.

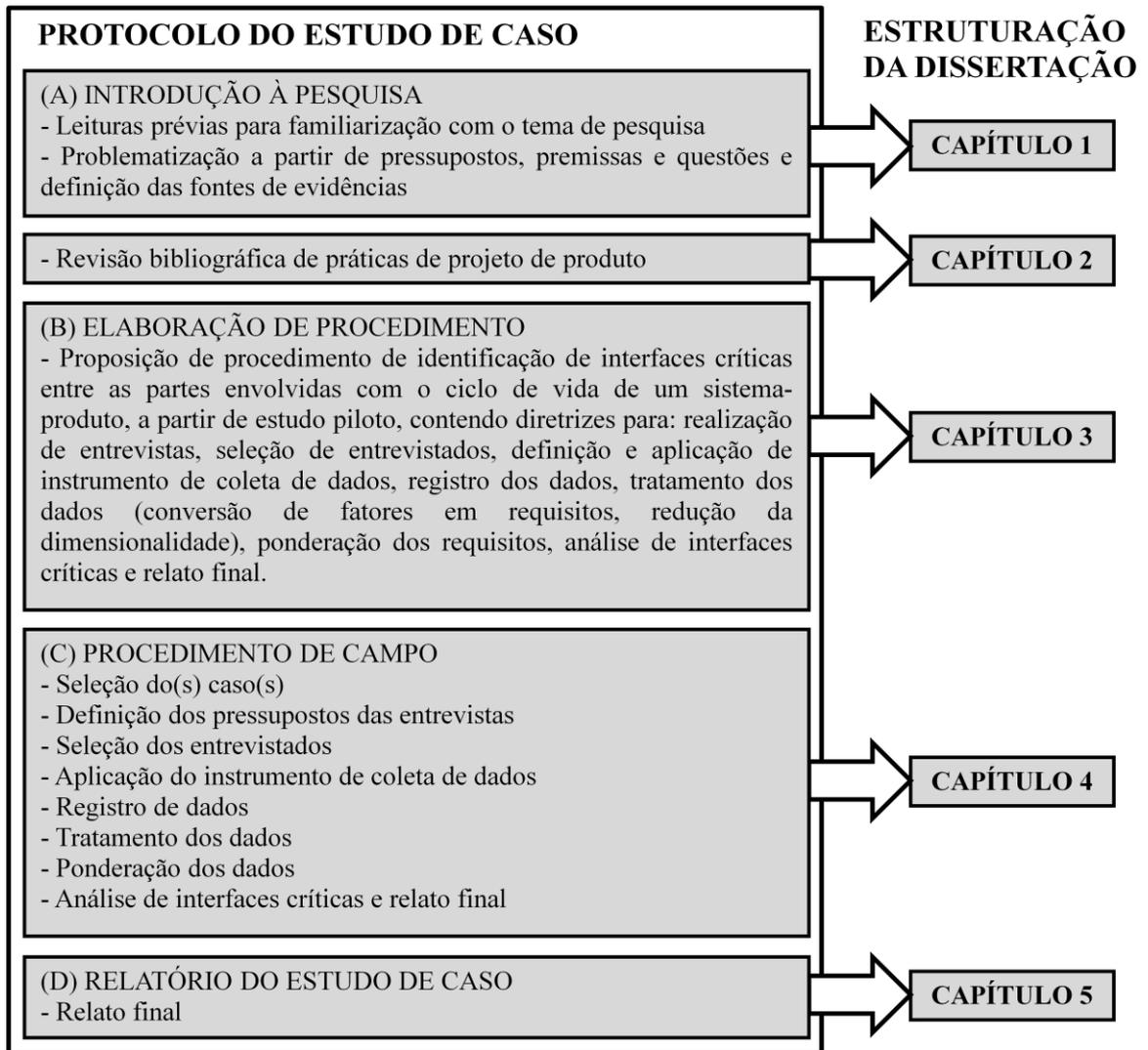


FIGURA 1 – Protocolo do estudo de caso e estruturação da dissertação

CAPÍTULO 2

2. **ARTIGO 1:** REVISÃO DE PRÁTICAS DE PROJETO QUE PERMITAM IDENTIFICAR AS PARTES ENVOLVIDAS COM O CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA-PRODUTO E AS SUAS INTERFACES CRÍTICAS PARA SUSTENTABILIDADE

Remete as seguintes partes do protocolo:

(A) INTRODUÇÃO À PESQUISA

- Revisão bibliográfica de práticas de projeto de produto

REVISÃO DE PRÁTICAS DE PROJETO QUE PERMITAM IDENTIFICAR AS PARTES ENVOLVIDAS COM O CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA-PRODUTO E AS SUAS INTERFACES CRÍTICAS PARA SUSTENTABILIDADE

HOPPE, Daniel Augusto. danihoppe@producao.ufrgs.br

Orientadora: PAULA, Istefani Carísio de. istefani@producao.ufrgs.br

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Resumo: Métodos de projeto de produto da literatura de engenharia e design estão sendo adaptados para atingir os objetivos e valores agregados pela sustentabilidade. Na fase de definição do produto as equipes de projeto têm lidado com um conjunto cada vez maior de informações e necessidades das partes envolvidas com o ciclo de vida do produto, a partir das quais serão gerados os conceitos do produto ou do seu sistema. Entretanto, quais procedimentos estão disponíveis para auxiliar projetistas com a tarefa de identificar as necessidades e priorizar o que é crítico para o sistema? O objetivo deste artigo é analisar práticas e/ou procedimentos de projeto que permitam identificar as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, levantar e tratar as informações provenientes dessas partes, de tal forma a reduzir a complexidade da informação e identificar o que é crítico para atingir os objetivos da sustentabilidade. O método de pesquisa utilizado foi levantamento bibliográfico realizado de forma sistemática. Os resultados indicaram que não existe um único procedimento que atende às necessidades de levantamento, tratamento das informações, redução de complexidade e análise de interfaces críticas. Entretanto, foram identificadas práticas que combinadas podem contribuir para atingir os objetivos estabelecidos.

Palavras-chave: ciclo de vida; método de projeto; partes envolvidas; sistema-produto; sustentabilidade.

**DESIGN PRACTICES ADEQUATE TO STAKEHOLDERS' CRITICAL
INTERFACES ANALYSIS IN THE PRODUCT DEVELOPMENT DEFINITION
PHASE: LITERATURE REVIEW**

Abstract: Product design methods of engineering and design literature have been adapted to fulfill the needs and broader values of sustainability. Mainly in the definition phase, design teams have to deal with a broad spectrum of information to be converted in product or system concepts. Nevertheless which procedures are available to support designers with the task of stakeholder's needs identification and prioritization? The aim in this paper is to review literature to identify procedures useful for stakeholders' needs elicitation, in such a way to reduce the complexity of such information and to define stakeholders' interfaces critical to sustainability. The research method used was literature review. The results indicated that a single procedure was not useful to fit all project activities. Nonetheless a combination of practices would help designers to: identify the stakeholders from product life cycle system; to gather information and identify barriers to sustainability as surveys and interviews; to manage the stakeholders' requirements globally, to analyze dependencies between stakeholders' requirements, to define the product system after the identification of what is critical for achieving the sustainability objectives.

Keywords: life cycle; design method; stakeholders; product-system; sustainability.

1. Introdução

A fase de definição do produto é o ponto de partida do projetista. Trata-se da primeira fase do ciclo de desenvolvimento de produto que inclui identificar ações apropriadas para que a equipe desenvolva e lance de forma bem sucedida produtos no mercado. Essa fase é alimentada por informações como necessidades dos clientes, informações sobre os concorrentes, assim como dados a respeito dos riscos tecnológicos, oportunidades oferecidas pelo mercado e padrões e regras ambientais, para posteriormente ser formado o conceito do produto. Normalmente se utilizam técnicas de pesquisa de mercado, e culmina na revisão do negócio, no qual o conceito do produto, o investimento necessário e o retorno sobre o investimento são escrutinizados para determinar se prosseguir para a fase de desenvolvimento é a melhor alternativa para a organização (CLARK, FUJIMOTO, 1991; WILSON, 1993; ROZENFELD et al., 2006).

Para Ferreira e Toledo (2001) as técnicas utilizadas para levantar informações sobre a concorrência e a voz do consumidor são as mais adequadas para aplicar durante a fase de definição do produto. O Benchmarking, também citado por Rudolph (1995), por exemplo, é capaz de oferecer informações e tendências a respeito dos concorrentes, enquanto que o Desdobramento da Função Qualidade (QFD, do inglês *Quality Function Deployment*) traz para dentro da empresa a voz do consumidor. Entretanto, uma das dificuldades que merece atenção nessa etapa está relacionada com o desafio de gerenciar um grande volume de informações, provenientes da ampliação da cadeia de valor para todo o sistema, incluindo uma vasta quantidade de exigências das partes envolvidas, e da sustentabilidade (HARDI, ZDAN, 1997; MARX, 2009; PETETIN et al., 2010), e decidir o que será incorporado ao conceito do produto.

A cadeia de valor, conceito criado por Michael Porter nos anos 80, sugeriu a necessidade da gestão de custos de planejamento, produção, marketing, distribuição e suporte a produtos e serviços (PORTER, 1991). Entretanto, com o aumento da competição entre as empresas, as inovações e o frequente desenvolvimento tecnológico, novas e variadas demandas e necessidades de distintas partes envolvidas passaram a existir, ampliando assim o conceito de valor (PETETIN et al., 2010). Atualmente, faz-se necessário considerar que os produtos são sistemas complexos compostos de distintas partes envolvidas inter-relacionadas incluindo fornecedores, clientes internos, consumidores externos, entre outras partes dos sistemas de

produção e consumo, cada qual com seus valores, necessidades e demandas (DAVIS et al., 1999). O próprio conceito de desenvolvimento sustentável da Brundtland Commission (1987) ampliou o conjunto de valores percebido, abrangendo todo o ciclo de vida dos produtos que deve considerar os aspectos ambiental, social e econômico de forma equilibrada no projeto de produtos (HARDI, ZDAN, 1997; MARGOLIN, 1998; GIANNETTI et al., 2003; KAZAZIAN, 2005; CAPRA, 2006; UNEP, 2006; KOTA, CHAKRABARTI, 2007; THACKARA, 2008; PETETIN et al., 2010).

Apesar de haver variações, muitos autores convergem para o conceito de que o valor de um produto está relacionado com a percepção dos consumidores e que envolve a noção de troca de benefícios da fase de uso (utilidade) por custos econômicos. O conceito de valor ampliado pertinente ao produto também pode ser percebido a partir da integração dos conceitos de sistema e produto. O termo sistema-produto foi formalizado por Manzini na década de 1990 e por Mauri em 1996, situando o projeto entre os sistemas de produção e consumo, definindo que além dos aspectos materiais, um produto possui aspectos imateriais, tais como comunicação, experiência, serviços agregados, entre outros valores intangíveis (KRUCKEN, 2009). O conceito também incorpora a premissa básica da teoria geral dos sistemas (TGS) que os sistemas são constituídos de partes interdependentes e não podem ser compreendidos plenamente apenas pela análise separada e exclusiva de cada uma de suas partes (MENDONÇA et al., 1972; SENGE, 2002; RIBEIRO, 2004; CAPRA, 2006; HERRMANN, 2009).

Segundo Pessoa Jr. (2001) e Capra (2006), os sistemas apresentam uma característica de natureza orgânica, pela qual uma ação que produza mudança em uma das unidades do sistema, entendido neste trabalho como o próprio ciclo de vida do produto, deverá produzir mudanças em todas as outras unidades. O efeito total dessas alterações em cadeia proporcionará um ajustamento de todo o sistema, o que relaciona a TGS e a sustentabilidade. Essa característica, denominada de globalismo ou totalismo, permite afirmar que as únicas soluções viáveis para o desenvolvimento sustentável são aquelas definidas a partir de uma visão sistêmica consolidada (RIBEIRO, 2004). O entendimento das interfaces entre as partes envolvidas no ciclo de vida é, portanto essencial, pois do contrário, projetar um produto enfatizando apenas as exigências ligadas a uma fase, como por exemplo, a fase de uso/consumo, ou apenas atendendo uma parte envolvida no sistema, como por exemplo, o

consumidor final, pode gerar problemas sócio-ambientais e de concepção (KOTA, CHAKRABARTI, 2007; HANSEN, ANDREANSEN, 2010).

Os métodos de projeto com ênfase na sustentabilidade ainda não se consolidaram e os métodos tradicionais estão sendo adaptados com o intuito de considerar a análise do ciclo de vida dos produtos, gerenciar as demandas de diferentes partes envolvidas e criar soluções de caráter sistêmico que tenham menores impactos no globo (MARGOLIN, 1998; McDONOUGH, BRAUNGART, 2002; CROSS, 2008; THACKARA, 2008; VEZZOLLI, MANZINI, 2008). Bhamra et al. (1999), Baumann et al. (2002) e Kara et al. (2005) ressaltam que pesquisas que tratam de práticas e procedimentos para o projeto de produtos sustentáveis são abundantes, mas aquelas destinadas à aplicação nas fases iniciais, de definição do produto, não são tão frequentes.

Em relação à fase de aquisição e consumo, por exemplo, Roberts (1996) destaca a necessidade de se compreender o comportamento do consumidor para identificar problemas de consumo que permitam a criação de mercado para produtos e serviços sustentáveis. Essa lacuna é em parte explicada pela existência de barreiras que desencorajam o consumo de produtos sustentáveis, que, por sua vez, dependem de uma complexa combinação de fatores motivacionais (MOISANDER, 2007) que variam dentro das populações.

Ampliando a percepção de Roberts (1996) para toda a cadeia produtiva, seria necessário identificar as partes envolvidas e suas interfaces, desde as fases iniciais do projeto de um sistema-produto. Levantar os fatores apontados pelas partes envolvidas com todo o ciclo de vida do sistema-produto, não somente com a fase de uso do produto (o consumidor final), que os impeçam de agir de forma adequada em relação à sustentabilidade. Os fatores apontados podem ser entendidos como lacunas que deve ser preenchidas ao longo do desenvolvimento do sistema-produto e, portanto, compreendidas como requisitos críticos para o sucesso da sustentabilidade do sistema. Os requisitos críticos, em última análise servirão de diretrizes para a definição de soluções para o novo sistema-produto e papéis a serem exercidos pelas partes interessadas.

Essa pesquisa contempla o tema projeto de produto sustentável e na sua delimitação trata de procedimentos aplicáveis à fase de definição de um sistema-produto sustentável. Dentro de uma perspectiva de interdependência, o objetivo deste artigo é analisar práticas e/ou

procedimentos de projeto que permitam identificar as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, levantar e tratar as informações provenientes dessas partes, de tal forma a reduzir a complexidade da informação e identificar o que é crítico para atingir os objetivos da sustentabilidade.

O método de pesquisa utilizado, que será detalhado posteriormente, teve abordagem qualitativa e foi realizado através de um levantamento sistemático da literatura. Dada a grande variedade de práticas e procedimentos de projeto já propostos na literatura, o trabalho se delimitou em abordar referências recentes, de definição do produto, que visam à sustentabilidade, e/ou consideram todo o sistema relacionado ao produto.

O artigo está dividido em seis partes, sendo: (1) apresentação do artigo e seus objetivos; (2) apresentação do método para desenvolvimento desta pesquisa; (3) conceituação dos termos adotados nesta pesquisa para nivelamento da linguagem; (4) revisão bibliográfica das práticas/procedimentos de projeto de produtos; (5) discussão sobre as práticas; e (6) considerações finais.

2. Método

Pesquisas científicas podem ser classificadas pela sua natureza, sua forma de abordagem, pelo caráter dos objetivos e dos procedimentos técnicos adotados (GIL, 1991; SILVA, MENEZES, 2001; CERVO, BERVIAN, 2002). Este artigo faz parte de uma pesquisa aplicada na qual o delineamento escolhido foi o estudo de caso com propósito exploratório. Duas principais fontes de evidência foram adotadas: (i) levantamento de informações da literatura de projeto de produto sustentável e (ii) entrevistas individuais. Este artigo trata do desdobramento da primeira fonte de evidência.

O trabalho se baseou em pesquisa bibliográfica sobre literatura que aborda a fase de definição do produto, que visam à sustentabilidade, e/ou consideram todo o sistema relacionado ao produto. Os critérios usados para selecionar as fontes de informação foram: terem sido publicadas nos últimos 10 anos; serem provenientes de bases de dados acadêmicas e livros de projeto de produto com ênfase em sustentabilidade.

Os livros utilizados nessa pesquisa foram adquiridos, ou consultados na biblioteca da Escola de Engenharia da UFRGS. As principais bases digitais utilizadas para busca de artigos científicos foram: Google Acadêmico (scholar.google.com.br), Scielo (scielo.br), Portal do Conhecimento da Engenharia de Produção da UFRGS (producao.ufrgs.br/publicacoes.asp) e Web of Knowledge (isiknowledge.com).

Aproximadamente 110 referências foram consultadas e previamente analisadas em relação aos critérios científicos adotados e conteúdos apresentados. Cerca de metade das referências foram julgadas inadequadas para essa pesquisa, portanto descartadas. Foram buscadas referências compreendidas entre o período de 2000 até 2010. As publicações mais antigas consultadas, compreendidas entre o período de 1972 e 1999, foram incorporadas pelo respaldo científico dos autores nas discussões acadêmicas sobre design, métodos, produto, projeto, sistema e/ou sustentabilidade, ou para contextualizações históricas das abordagens.

As palavras-chave, em português e inglês, utilizadas nos mecanismos de busca foram: levantamento de informações de mercado; definição de produto; desenvolvimento de produto; design de produto; design de sistema; engenharia do produto; engenharia de sistema; gestão de requisitos; método; interfaces; partes envolvidas; ciclo de vida de produto; pensamento sistêmico; prática projetual; procedimento de projeto; produto sustentável; projeto de produto; projeto de sistema; projeto sistêmico; propriedade sistêmica; sistema-produto; sistema produto-serviço; sustentabilidade; teoria geral dos sistemas; visão sistêmica.

Na sequência, realizou-se a leitura e análise dos materiais selecionados. Para fins de comparação das práticas de projeto foram definidos os seguintes parâmetros: (I) práticas que enfatizam o levantamento e tratamento de informações em requisitos; (II) práticas que enfatizam a identificação das partes envolvidas, análise das interfaces entre as partes e definição de papéis; (III) práticas que enfatizam a investigação sobre distintas fases do ciclo de vida e a interdependência das partes.

Nas etapas finais, a partir das práticas/procedimentos de projeto levantados, foram discutidas as práticas/procedimento de projeto de produto conforme os critérios para comparação. A última etapa contemplou as conclusões da pesquisa, incluindo pesquisas futuras a serem realizadas.

3. Definição de termos adotados nesta pesquisa

Durante as fases iniciais da pesquisa foi necessário realizar a conceituação do que seria prática, técnica, procedimento, ferramenta e outros termos, tanto para facilitar a busca quanto para entendimento posterior da leitura. Esta etapa coincidiu com o segundo semestre do ano de 2009, durante a disciplina ‘Tópicos especiais em desenvolvimento de produtos’ disponível no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Nove mestrandos do PPGEP com distintas formações (Desenho Industrial, Engenharia de Produção, Engenharia Química, Estatística, Fisioterapia e Medicina), incluindo o autor deste artigo, realizaram levantamento e debates sobre práticas/procedimentos de projeto de produto e a sustentabilidade, o que gerou contribuições na realização dessa pesquisa. Os critérios para seleção e avaliação da literatura por estes pesquisadores foram praticamente os mesmos: terem sido publicadas nos últimos 10 anos; serem provenientes de bases de dados acadêmicas e livros de projeto de produto com ênfase na sustentabilidade. Cerca de seis encontros de três horas e meia foram realizados, mediante apresentação de artigos em seminários. O resultado dos debates promovidos gerou o Quadro 1 contendo a definição de termos usados em métodos de projeto de produto.

QUADRO 1 – Definição de termos utilizados em projetos

TERMO	DESCRIÇÃO	ADAPTADO DA FONTE:
Conceito	Conjunto de variantes definido pelo sujeito de acordo com a sua vivência, experiência, grau de conhecimento e representação linguística que utiliza; significado carregado de idéias independente das palavras.	Dahlberg (1978)
Prática projetual	É a prática que se ocupa em resolver problemas específicos concretos através de ações aplicadas no desenvolvimento de produtos, seja atividade, ferramenta, técnica ou indicador.	Bomfim et al. (1977)
Atividade	É uma etapa, tarefa ou trabalho de projeto que consome tempo e/ou recursos.	Kienen (2000)
Ferramenta	Instrumento, utensílio, dispositivo, ou mecanismo, físico ou intelectual, usado em uma atividade na tentativa de atingir um objetivo, resultado de uma necessidade.	Rozenfeld et al. (2006) Daychouw (2007)
Técnica	Expressa um modo (ou habilidade) de realizar uma tarefa, utilizar uma ferramenta ou instrumento, aplicar um conhecimento, em relação ao modo natural de desenvolver a mesma ação.	Mitcham (1994) Novaes (1996)
Indicador	É um meio definido através de planejamento, alinhado com uma estratégia e atualizado freqüentemente para monitorar o desempenho de algum sistema, processo ou resultado.	Rozenfeld et al. (2006)
Diretriz	Recomendação válida estruturada, periodicamente atualizada, baseada em uma avaliação crítica da melhor evidência disponível, cujo principal objetivo é produzir ações de maior qualidade.	Janete et al. (2001)
Estratégia	Curso de ação, com vistas a garantir que objetivos sejam alcançados de acordo com diretrizes definidas.	Porter (1991) Certo e Peter (1993)
Método / Procedimento	É o modo específico e racional, que através de um conjunto lógico de idéias, é capaz de resolver um problema de maneira efetiva.	Bomfim et al. (1977) Roozenburg e Eekels (1995) Rozenfeld et al. (2006)

Constata-se na prática a dificuldade por parte dos pesquisadores tanto para definir o que é exatamente cada um desses termos, bem como para enquadrar os conceitos de projeto de produto levantados dentro de cada termo. A intenção não foi a de estabelecer definições absolutas para cada termo, mas sim definir uma base para fins de nivelamento de linguagem e melhor entendimento entre pesquisadores quando tratam do tema desenvolvimento e projeto de produto. Assim após uma sequência de leituras e debates foram compiladas as descrições dos autores: que melhor distinguiam um termo do outro e que proporcionaram concordância entre os elementos do grupo de discussão.

Conforme descrição do Quadro 1 e, a partir dos objetivos deste trabalho, foram investigadas na literatura de desenvolvimento e projeto de produto práticas e/ou procedimentos empregados na fase de definição de um sistema-produto com ênfase em sustentabilidade.

4. Práticas de projeto empregadas na fase de definição do produto

Para realização desta etapa do trabalho foram definidos os seguintes parâmetros de análise dos textos de livros e artigos. Localizar nos textos: (I) práticas que enfatizam o levantamento e tratamento de informações em requisitos; (II) práticas que enfatizam a identificação das partes envolvidas, análise das interfaces entre as partes e definição de papéis; (III) práticas que enfatizam a investigação sobre distintas fases do ciclo de vida e a interdependência das partes.

As palavras-chave: ‘desenvolvimento de produto’; ‘design de produto’; ‘definição de produto’, ‘gestão de requisitos’, ‘levantamento de informações de mercado’, ‘engenharia de sistema’; ‘gestão de requisitos’ trouxeram os autores e práticas mencionadas a seguir. Bonsiepe (1984), Baxter, (1998), Rozenfeld et al. (2006); Back et al., (2008) propõem fases de gerenciamento das atividades de projeto com ênfase sobre a definição do produto e a importância dos requisitos do mercado. Os autores apresentam a técnica de pesquisa de mercado, que pode ser considerada como uma prática para o levantamento das informações durante o projeto. Essa técnica permite gerar maior efetividade no conceito do produto em relação às expectativas dos agentes entrevistados. Após a etapa de pesquisa de mercado, na qual são levantadas e convertidas as necessidades ou características do produto demandadas pelo consumidor em objetivos ou parâmetros técnicos, ocorre uma atividade complexa e fundamental do projeto de produto. Considerando que muitos requisitos são antagônicos e

mutuamente exclusivos, é preciso hierarquizar e selecionar aqueles que serão atendidos, necessidade que já havia sido apontada por Mendonça et al. (1972). Assim, define-se a direção que o projeto irá tomar impactando diretamente no sucesso do produto.

A ferramenta QFD é uma prática projetual que pode ser incorporada para gerenciamento dos requisitos por meio do tratamento de informações (RIBEIRO, et al., 2000; CROSS, 2008). O QFD opera com matrizes que permitem analisar as interdependências e relações existentes entre algumas fases de um sistema-produto. Fundamentalmente quatro principais tipos de requisitos estão inclusos: (I) os do mercado, (II) os de funcionalidade do produto, (III) os de produção e (IV) os normativos e legais (CLARK, WHEELWRIGTH, 1993; BAXTER, 1998).

Em relação ao gerenciamento de requisitos, tradicionalmente no uso da ferramenta QFD não são destacados aspectos de sustentabilidade ou contempladas as partes envolvidas e fases do produto. Por ser flexível, o QFD tem recebido adaptações para suprir diversas necessidades, entre elas a análise por múltiplas partes envolvidas. O *Quality Function Deployment for Environment* (QFDE) é um exemplo de QFD adaptado que incorpora o aspecto ambiental e permite gerenciar os requisitos de forma ambientalmente correta. Algumas das aplicações são identificar emissões de substâncias tóxicas e quantificar a ecoeficiência em relação ao ciclo de vida (ABELE et al., 2005; MARX, 2009).

Marx (2009) propõe um método de gestão de requisitos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis baseado no gerenciamento e engenharia de requisitos dos sistemas de informação. A proposta tem o objetivo de preencher a lacuna relacionada com a dificuldade de levantamento e tratamento das informações existente no desenvolvimento de produtos. O método contribui com o alinhamento dos produtos com os objetivos da sustentabilidade (objetivos ambientais, econômicos, sociais), contemplando requisitos de produto, organizacionais e externos, sendo esses subdivididos em outras categorias. Essa proposta recebe destaque pela tentativa de gerenciar os sistemas-produto a partir dos requisitos de todas as partes envolvidas através do mapeamento do cenário e as interdependências de seus elementos.

A partir da análise de seis modelos de gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), Marx (2009) sintetizou nove fases relacionadas com a gestão dos requisitos, sendo: (I) o mapeamento do cenário, (II) a identificação dos *stakeholders*, (III) o levantamento das

necessidades dos *stakeholders*, (IV) a conversão das necessidades em requisitos dos *stakeholders*, (V) a análise de conflitos, negociação e priorização dos requisitos, (VI) a obtenção dos requisitos do sistema-produto, (VII) a conversão dos requisitos em funções, (VIII) o desdobramento dos requisitos e (IX) o controle dos requisitos. O método incorpora três etapas (definição dos objetivos de sustentabilidade do negócio, definição dos requisitos do negócio e definição dos requisitos iniciais do sistema-produto), cada qual com quatro atividades (elicitação, análise e negociação, documentação e validação, controle de mudanças), nas fases do PDP.

Marx et al. (2010) apresentam um método de identificação dos requisitos preliminares para orientar o desenvolvimento de produtos e definir políticas públicas. O trabalho tem como premissa contribuir para o desenvolvimento sustentável brasileiro, a partir da constatação de que a necessidade e o interesse pelo desenvolvimento de produtos sustentáveis tem se intensificado. Por essa razão, as autoras apresentam um estudo de caso, no qual foi aplicado o método de levantamento de requisitos baseado em entrevistas qualitativas. Após o levantamento das fases do ciclo de vida dos produtos, o objetivo do trabalho foi levantar requisitos do produto através da identificação de fatores que favorecessem e desfavorecessem a aquisição, utilização, e descarte de produtos sustentáveis de limpeza doméstica sob o ponto de vista de consumidores tradicionais e orientados ecologicamente. Peroba (2008) corrobora a proposta de Marx et al. (2010) afirmando que no mercado prevalecerão as empresas que gerenciarem os requisitos das partes envolvidas globalmente, demonstrando respeito ao ambiente e à sociedade, assim como, as que atuarem no mercado de forma transparente e ética.

Em relação às palavras-chave: ‘design de sistema’; ‘método’; ‘interfaces’; ‘partes envolvidas’, ‘ciclo de vida de produto’; ‘pensamento sistêmico’; ‘prática projetual’; ‘produto sustentável’; ‘projeto sistêmico’; ‘sistema-produto’; ‘sistema produto-serviço’; ‘sustentabilidade’; e ‘visão sistêmica’ destacaram-se os métodos, práticas e procedimentos descritos a seguir.

Segundo Guimarães (2006) e Peroba (2008) as soluções de projetos efetivamente sustentáveis pressupõem que haja inclusão social no sentido mais amplo da expressão, responsabilidade social corporativa e por vezes da definição de uma Cadeia de Suprimentos Sustentável (*Green Supply Chain*). A concepção deve focar na hierarquização dos requisitos para as necessidades básicas (saúde, alimentação, habitação, transporte, vestuário, trabalho, lazer). Os parâmetros

para tomada de decisão deveriam priorizar segurança, conforto e prazer de todos os usuários (primários, intermediários ou finais) para posteriormente planejar o uso do produto, a cadeia produtiva à qual esse pertence, o rastro social deixado e seu destino após o primeiro uso, contemplando o fechamento do ciclo do sistema-produto (GUIMARÃES, 2006; PEROBA, 2008).

Hansen e Andreasen (2010) discutem os resultados da atividade projetual através da comparação de duas perspectivas diferentes: ênfase no objeto físico (artefato) e ênfase em todo o sistema do objeto a ser projetado. Os autores afirmam que os projetistas que enfatizam a problematização no artefato obtêm resultados de menor qualidade se comparados com aqueles que enfatizam a totalidade do sistema. Por essa razão é apontada a necessidade de múltiplos focos, considerando as fases do ciclo de vida do produto, as partes envolvidas e os processos do sistema relacionado. O artigo propõe o aumento do escopo de projeto, enfatizando a totalidade do sistema-produto e a interação entre todas partes envolvidas, para que oportunidades de inovações e melhorias sejam identificadas. Em outras palavras, Hansen e Andreasen (2010) propõem que o projetista do produto deveria ser alguém imparcial em relação a todo o sistema do produto, de forma a agregar as características do produto que são equilibradas ao conjunto complexo de partes envolvidas.

O trabalho de Hansen e Andreasen (2010) é baseado em uma adaptação do conceito de '*Total Design*, de Pugh'. Entende-se por esse conceito, aumentar o objeto de design do artefato em si para o sistema a qual este implicaria. Hansen e Andreasen (2010) afirmam que a definição do objeto projetado é um processo iterativo a partir do entendimento do problema projetual e as possíveis soluções em um sistema complexo. Para tanto, os autores indicam a necessidade de levantar os fatores ideais em cada fase do ciclo de vida do produto para cada parte envolvida. São apontadas as fases de manufatura, distribuição, venda, uso, manutenção e disposição. Os valores associados a um produto estão relacionados com o restante do sistema ao qual pertence. A transparência e exposição da rastreabilidade do produto através do mapeamento de uma cadeia de valor fortalecem os valores que perpassam a produção e o consumo (THACKARA, 2008; KRUCKEN, 2009).

Para Kazazian (2005), as empresas são as partes críticas para o sucesso da sustentabilidade por meio de uma mudança cultural industrial sobre o consumismo, denominado pelo autor de '*Acordo Fértil*'. Nesse acordo, o responsável pelo desenvolvimento de produtos é o agente

fundamental e capaz de alavancar essa revolução pela oportunidade de promover soluções transdisciplinarmente. Para tanto, as atividades do projetista iniciam pelo entendimento do cenário, gerenciamento das relações dinâmicas do sistema, antecipação sobre os problemas para, posteriormente, ser proativo à ecoeficiência. Para se atingir a sustentabilidade, propõe-se que os projetistas considerem as propriedades dos sistemas nos produtos, sendo: (I) interdependência, considera um produto como um sistema aberto com interfaces com outros sistemas, portanto também é interdependente desses outros; (II) optimum, representa o ponto de equilíbrio entre as demandas e a capacidade de auto-regulação dos sistemas após haver intercâmbios de recursos e/ou energias; (III) tempo, considera que cada sistema possui uma determinada duração, como por exemplo, um produto que possui um tempo para desenvolvimento e comercialização, mas por fim torna-se obsoleto. O fim de um sistema ocorre devido a aspectos como evolução, ao consumo insustentável, as mudanças nos hábitos, entre outros, e a interdependência; e (IV) ciclo, considera que as partes de um sistema no fim do seu tempo reincorporam a outros sistemas, completando um ciclo (KAZAZIAN, 2005).

Não foi identificado em Kazazian (2005) o método detalhado para atingir essas metas, pois a abordagem utilizada é filosófica, e não metodológica. Entretanto, é apontada a necessidade de implantação de ferramentas contratuais, como por exemplo, selos de gerenciamento do ambiente industrial (ISO séries 14000 e 9000), ou quaisquer métodos *Win-Win*, que são aqueles que tanto a empresa quanto o ambiente são ganhadores ao mesmo tempo.

Abele et al. (2005) apresentam o método de projeto de produtos ambientalmente corretos denominado Processo Integrado de Desenvolvimento de Produto (IPPD, do inglês *Integrated Process and Product Development*) baseado na norma VDI 2221 (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE, 1987). O IPPD aborda cada fase do ciclo de vida do produto em cada uma das fases do PDP, destacando o gerenciamento de requisitos. Em contrapartida à visão e consideração do produto como um sistema, a norma base do IPPD considera que a solução global de um problema é a soma das soluções de todos os subproblemas (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE, 1987; ALMEIDA, 2000; CROSS, 2008).

O Ecodesign (apesar de causar discussões, adotou-se nesse artigo o termo como sinônimo de Ecoconcepção e DfE, do inglês *Design for Environment*) tem por princípio tornar a economia mais leve. Trata-se de uma abordagem que consiste em reduzir os impactos de um produto, mantendo a mesma qualidade de uso (funcionalidade, desempenho) e agregando valor à

qualidade de vida dos usuários atuais e futuros. Por meio dessa prática, os projetos recebem importâncias equivalentes em quatro dimensões: (I) ambiental, (II) exequibilidade técnica, (III) controle de custos e (IV) demandas do mercado (PAPANNEK, 1985; FUAD-LUKE; 2002; KAZAZIAN, 2005, VEZZOLLI, MANZINI, 2008; FIKSEL, 2009).

O Ecodesign preconiza primeiramente prever o futuro do produto, verificando a possibilidade de reciclagem ou reuso do material após seu descarte, reintegrando os recursos em novos ciclos ou diferentes ambientes. Posteriormente, projeta-se reduzindo os impactos ambientais em todo o ciclo de vida, dando preferência pela utilização de recursos de baixo impacto. O produto é considerado um sistema constituído de subsistemas, como por exemplo, peças para troca, suportes publicitários, embalagens e outros. A abordagem trata desde a pré-produção até a pós-produção, através do projeto de sistemas interdependentes que compõem todos os processos e efeitos causados pelos *inputs* e *outputs*. São observadas as fases de extração de recursos, transformação, embalagem e empacotamento, distribuição, disposição, aquisição, uso e o primeiro descarte. Após essa fase, é analisada e projetada a utilização e recuperação da energia e dos materiais durante os ciclos de vida do produto, incluindo os ciclos de utilização posteriores ao primeiro (KOTA, CHAKRABARTI, 2007; SCHENDEL, BIRKHOFER, 2007; VEZZOLLI, MANZINI, 2008; FIKSEL, 2009).

O método *Cradle to Cradle* (C2C) (McDONOUGH, BRAUNGART, 2002), baseado no *Intelligent Product System* (IPS) proposto em 1986 por Michael Braungart, contempla a valorização do produto no fim do seu ciclo de vida que é incorporado no DfE. A idéia consiste em gerar produtos do berço ao berço contrapondo o antigo conceito do berço ao túmulo, no qual no projeto conceitual é planejado antecipadamente o destino final do produto em um novo ciclo. Quanto mais ciclos um produto apresentar, mais verde será, até que o mesmo reintegre em algum ecossistema em forma de matéria prima. O método também proporciona certificação aos elementos do sistema (materiais, materiais reutilizados, energia, água, responsabilidade social) (MBDC, 2007).

O método ZERI (*Zero Emissions Research Initiative*) apresenta metas de emissão zero nos sistemas e é baseado em estratégias econômico-ecológicas que agregam valor para todos os envolvidos nos sistemas estabelecidos. As fases são seqüenciadas da seguinte maneira: (I) aproveitamento total dos *inputs* em relação aos *outputs*, (II) busca criativa de valor agregado aos *outputs* em relação aos *inputs*, (III) modelos de conglomerados industriais, (IV)

identificação de avanços tecnológicos e (V) planejamento de políticas industriais (PAULI, 1996; PAULI, 1998; GUIMARÃES, 2006).

Uma tentativa de atingir os objetivos do ZERI ocorre por meio da estratégia sistêmica Ecologia Industrial, a qual admite que tanto as empresas, como os recursos e produtos são sistemas interdependentes e integrados que apresentam eficiência de acordo com o seu metabolismo. Nessa abordagem, os sistemas são projetados interligadamente em parques eco-industriais através da gestão de trocas de fluxos. O objetivo é agrupar organizações com processos complementares para estabelecer o balanceamento de *inputs* e *outputs* em um sistema fechado, sem emissão de poluição, onde os resíduos de uns são insumos para outros (GIANNETTI et al., 2003; GUIMARÃES, 2006). Não foi identificado na literatura pesquisada técnicas de levantamento e tratamento das informações a respeito dos requisitos das diversas partes envolvidas que são pertinentes aos conglomerados industriais.

A ferramenta Pegada Ecológica pode oferecer suporte para métodos de projeto de sistema-produto. A proposta foi elaborada pelo *World Wildlife Fund* (WWF) e o resultado de sua aplicação fornece a comparação entre duas dimensões, uma em relação à sociedade e outra em relação ao consumo dos recursos ecológicos. O resultado da aplicação da ferramenta aponta a insuficiência da produtividade biológica para sustentabilidade do globo em poucos anos (KAZAZIAN, 2005). A ferramenta pode ser indicada para quantificar o ponto de equilíbrio entre as demandas de consumo e produção nos sistemas.

Para garantir a sustentabilidade no globo, Kazazian (2005) acredita que as indústrias deveriam consumir 10% do que consomem hoje. Para realizar essa mudança as diretrizes do *Product-Service System* (PSS) propõem a desmaterialização dos produtos através da redução dos *inputs* do sistema-produto. Através dessa prática, a economia não está linearmente dependente da exploração de materiais-primas, e sim interligada ao domínio dos conhecimentos científicos e tecnológicos, a transferência de informações e estratégias de organização (VAN HALEN et al., 2005; VEZZOLLI, MANZINI, 2008).

No PSS, serviços são agregados ao produto através de uma estratégia econômica e esse conjunto de tangíveis e intangíveis passa a ser denominado pacote de valor. De acordo com Norman (2009), pelo fato de nenhum produto ser um elemento isolado, quanto mais apurado for o entendimento da complexidade do sistema, maior será a capacidade de agregar valor ao

produto. A relação entre fornecedores e clientes passa a ser mais estreita e destacada pela confiança. A organização também integra às suas atividades um trabalho mais complexo de re-manufatura, manutenção e assistência ao cliente (VAN HALEN et al., 2005; VEZZOLLI, MANZINI, 2008). A compreensão das fases do ciclo de vida, as partes envolvidas e as interfaces nos sistemas são fundamentais para o sucesso do PSS, entretanto não foi apresentado com clareza na literatura pesquisada como realizar o levantamento e tratamento de informações durante o projeto de um pacote de valor.

A ferramenta de suporte ao PSS e ao Ecodesign, a Intensidade de Material Por unidade de Serviço (MIPS, do inglês *Material Intensity Per unit of Service*, ou também denominada Mochila Ecológica) permite gerar um indicador para realizar o balanço de fluxo de materiais necessários ao longo do ciclo de vida e em seguida ser comparado ao benefício oferecido. O Instituto Wuppertal, através de estudos com a ferramenta MIPS, calculou que para produzir um litro de suco de laranja industrializado no Brasil são utilizados 22 litros de água, dez mililitros de essência e um metro quadrado de terra, além de outros *inputs*. A aplicação da ferramenta em sucos de outros fabricantes permitiria a comparação e a definição do MIPS com menor fluxo de *inputs* (KAZAZIAN, 2005).

Como limitação, a MIPS não define o que é um fluxo adequado para o desenvolvimento sustentável, entretanto a ferramenta Pegada Ecológica pode oferecer esse suporte. O mesmo instituto também apresenta a estratégia de suporte ‘Fator 4 e Fator 10’, a qual deve ser aplicada em produtos com MIPS inadequados. A estratégia consiste em reduzir os fluxos de materiais dividindo por quatro a quantidade de *inputs* dos sistemas-produto no prazo de 25 anos, e por dez no prazo de 50 anos (KAZAZIAN, 2005).

O Design para Sustentabilidade (DfS, do inglês *Design for Sustainability*) considera uma visão estratégica da concepção e do desenvolvimento de soluções sustentáveis nos sistemas de produtos e serviços. Diferente do DfE (que atribui maior importância ao aspecto ambiental), Manzini e Vezzolli (2002) propõem através do DfS a integração do aspecto social da sustentabilidade com as diretrizes que os autores já haviam proposto no DfE e no PSS, projetando soluções sócio-ambientais corretas, focadas no ciclo de vida do produto e na redução do descarte, melhorando o consumo de *inputs* e agregando valor ao produto desmaterializado. O DfS requer um alto grau de participação social e visão sistêmica de todas as partes envolvidas e efetividade na comunicação.

A UNEP (2006), através de um manual também apresenta o DfS (variando a sigla para D4S), se sustenta nos pilares: pessoas, lucro, e planeta que são confrontados com as fases do ciclo de vida dos produtos. As soluções de D4S devem atender preferencialmente: (1) a segurança e o bem-estar, reduzindo a desigualdade entre as pessoas; (2) prevenir o consumo de *inputs* não renováveis e otimizar a utilização desses; (3) criar valor justo para todas as partes envolvidas na cadeia global de valor.

O manual auxilia a colocar o D4S em prática, abordando passos, regras fundamentais, diretrizes de implementação, exemplos e estudos de caso. Além disso, estão incorporadas no D4S para dar apoio aos projetos, conceitos como: redesign; projeto para reuso; matriz de forças e fraquezas, oportunidade e ameaças; *benchmark*; ciclo de vida de vendas; Índice de Desenvolvimento Humano (IDH); Produto Interno Bruto (PIB); Índice de Crescimento Competitivo (ICC); gráfico radar; variações de *brainstorming*; entre outras técnicas para estimular a criatividade (UNEP, 2006).

Para facilitar a tarefa de gestão da matéria e concepção utilizando o justo necessário, a ferramenta de Análise de Valor pode ser empregada, que procura tanto aumentar os serviços agregados nos produto quanto reduzir os recursos necessários à obtenção do serviço. A Análise de Valor é um processo para a avaliação das relações entre as funções desempenhadas pelas características do sistema-produto e os custos associados. Os objetivos são prover ao cliente as funções essenciais do produto, otimizar o custo da previsão dessas funções e identificar as características marginais do produto que podem ser eliminadas, gerando a maximização de resultado na relação benefício e custo (JURAN,1992; PEREIRA FILHO, 1994). A aplicação dessa ferramenta e de técnicas multicriteriais de avaliação de projetos pode apontar a necessidade de produtos modulares, por exemplo, que permitem o aumento de combinações de oferta e podem ser incorporados com a estratégia *Do It Yourself* (DIY ou Monte você mesmo). Através da DIY a indústria economiza em custos de produção, distribuição, embalagem e volume de estoque (BAXTER, 1998; KAZAZIAN, 2005).

Donaldson et al. (2006), da Universidade de Standford/EUA, propuseram o método *Customer Value Chain Analysis* (CVCA) como um procedimento a ser aplicado durante a fase de definição do produto. O procedimento, composto de sete etapas, permite que a equipe de projeto possa de forma compreensível identificar partes envolvidas no sistema-produto, suas interfaces e papéis em relação ao ciclo de vida do produto. Pela aplicação da CVCA a equipe

de projeto reconhece de forma mais fácil os requisitos do produto e suas prioridades relativas ou críticas, para a elaboração do *briefing* de projeto contendo os requisitos de negócio que serão desdobrados durante o desenvolvimento do produto.

Independente do método *Win-Win*, é imprescindível que seja visualizada a totalidade do ciclo de vida do produto, notadamente no seu fim de vida, através da etapa de valorização. O destaque é que, assim como na natureza, as empresas devem rejeitar o conceito de resíduo. Para isso, a prática científica exaustiva de Análise de Ciclo de Vida (ACV), que é pertinente as práticas anteriormente descritas IPPD, DfE, C2C, ZERI, Ecologia Industrial, PSS, MIPS, contribui para a visão do sistema através da geração de um inventário dos fluxos de entrada (matéria e energia), ciclos processuais (extração, fabricação, distribuição e utilização), e fluxos de saída (resíduos, emissões líquidas e gasosas) e avalia os impactos potenciais de um produto ou serviço sobre o meio ambiente, durante todo o ciclo de vida (McDONOUGH, BRAUNGART, 2002; KAZAZIAN, 2005).

5. Discussão sobre as práticas

Por meio da revisão de literatura, foram identificados 26 práticas, procedimentos e conjuntos de diretrizes de projeto de produto, que estão sintetizadas no Quadro 2, sendo classificados conforme os critérios de comparação (I); (II) e (III) do Quadro 2. As práticas/procedimentos são apresentadas conforme a seqüência que apareceram na revisão bibliográfica.

QUADRO 2 – Síntese das práticas/procedimentos e outros conceitos extraídos e/ou adaptados dos autores contemplados no referencial teórico

NATUREZA DO REFERENCIAL LEVANTADO E AUTORIAS	Critérios para comparação entre os referenciais teóricos levantados	
	Para definição do produto: Ênfase no levantamento e tratamento de informações em requisitos.	(I)
	Que visam à sustentabilidade: Ênfase na identificação das partes envolvidas, análise das interfaces entre as partes e definição de papéis.	(II)
	Que consideram todo o sistema relacionado ao produto: Ênfase da investigação sobre distintas fases do ciclo de vida e a interdependência das partes.	(III)
Diretrizes por Mendonça et al. (1972); Ribeiro et al. (2000)	Definir requisitos a partir de pesquisas ou objetivos e hierarquizá-los em seguida.	(I)
Pesquisa de Mercado por Bonsiepe (1984); Baxter (1998); Ribeiro et al. (2000); Rozenfeld et al. (2006); Creveling et al. (2003) Back et al. (2008)	Levantar essencialmente as necessidades dos consumidores, converter em parâmetros técnicos, hierarquizar e incorporar no conceito do produto.	(I)
QFD por Clark e Wheelwright (1993); Baxter (1998); Ribeiro et al. (2000); Cross (2008)	Tratar informações e analisar as interdependências e relações existentes em um sistema-produto.	(I)
QFDE por Abele et al. (2005); Marx	Tratar informações e analisar as relações das partes de um sistema-	(I)

(2009)	produto com aspectos ambientais.	(II)
Método de gestão de requisitos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis por Marx (2009);	Gerenciar informações/requisitos de todas as partes envolvidas, através do desenho de um cenário e analisar conflitos de seus elementos.	(I) (II) (III)*
Entrevistas qualitativas com ênfase em fatores que favorecem e desfavorecem por Marx et al. (2010); Roberts (1996)	Levantar requisitos a partir de fatores que favorecessem e desfavorecessem a aquisição, utilização, e descarte de produtos sustentáveis sob o ponto de visto de consumidores.	(I) (II)
Diretrizes por Peroba (2008)	Gerenciar os requisitos das partes envolvidas globalmente, não focando exclusivamente nos consumidores, demonstrando transparência, ética e respeito ao ambiente e à sociedade.	(I) (II)
Diretrizes por Guimarães (2006); Peroba (2008)	Gerar segurança, conforto e prazer para todas as partes envolvidas com o sistema do produto, hierarquizando os requisitos para as necessidades básicas (saúde, alimentação, habitação, transporte, vestuário, trabalho, lazer); Estabelecer uma cadeia de suprimentos sustentável; Planejar o destino do produto após o primeiro uso.	(I)* (II) (III)*
Diretrizes por Hansen e Andreassen (2010)	Aumentar o escopo de projeto, enfatizando a totalidade do sistema-produto e a interação entre todas partes envolvidas, considerando as fases de manufatura, distribuição, venda, uso, manutenção e disposição.	(I) (III)*
Diretrizes por Thackara (2008); Krucken (2009)	Mapear e expor de forma transparente a cadeia de valor do produto e aproximar as partes envolvidas das distintas fases.	(III)*
Estratégia Acordo Fértil por Kazazian (2005)	Promover uma mudança cultural industrial sobre o consumismo, na qual as empresas (e os projetistas) são as partes críticas para o sucesso da sustentabilidade; Entender o cenário, gerenciar as relações dinâmicas do sistema, antecipar-se aos problemas, ser proativo à ecoeficiência e promover soluções transdisciplinarmente; Considerar propriedades dos sistemas com os produtos: (1) interdependência, (2) <i>optimum</i> , (3) tempo, e (4) ciclo; Implantar ferramentas contratuais (selos de gerenciamento do ambiente industrial) e métodos <i>Win-Win</i> .	(II) (III)*
Método IPPD por Abele et al. (2005)	Abordar cada fase do ciclo de vida em cada uma das fases do PDP, gerenciando os requisitos.	(I) (II) (III)*
Diretrizes do DfE por Papanek (1985); Fuad-Luke (2002); Kazazian (2005); Kota e Chakrabarti (2007); Schendel e Birkhofer (2007); Vezzolli e Manzini (2008); Fiksel (2009)	Reduzir impactos ambientais de um produto, mantendo a mesma qualidade para a fase de uso; Prever o futuro do produto, verificando soluções após a fase de descarte, reintegrando recursos em novos ciclos; Considerar um produto como um sistema constituído de subsistemas.	(I) (II) (III)*
Método C2C por McDonough e Braungart (2002); MBDC (2007)	Enfatizar a fase de valorização, projetando novos ciclos do produto após o primeiro consumo (conceito berço ao berço).	(I)* (II) (III)*
Método ZERI por Pauli (1996; 1998); Kazazian (2005); Guimarães (2006)	Aproveitar totalmente os <i>inputs</i> em relação aos <i>outputs</i> , agregando valor econômico-ecológico para todos os envolvidos nos sistemas estabelecidos, através de planejamento político, conglomerados industriais e avanços tecnológicos.	(II) (III)*
Estratégia da Ecologia Industrial por Giannetti et al. (2003); Kazazian (2005); Capra (2006); Guimarães (2006)	Admitir que empresas, recursos e produtos são sistemas interdependentes e integrados, balanceando os fluxos de recursos através de parques ecoindustriais de empresas com processos complementares, convertendo resíduos em insumos.	(II) (III)
Ferramenta Pegada Ecológica por Kazazian (2005)	Quantificar o ponto de equilíbrio dos sistemas, monitorando a relação entre padrões de consumo da sociedade e disponibilidade efetiva de recursos.	(II) (III)*
Estratégia do PSS por Kazazian (2005); Van Halen et al. (2005); Vezzolli e Manzini (2008)	Criar pacotes de valor, agregando serviços aos produtos desmaterializados, gerando soluções a partir da redução de <i>inputs</i> ; Estreitar relação entre as partes envolvidas, aumentando a confiança entre as partes; Planejar o uso intensificado, re-manufatura e manutenção dos produtos, assistência ao cliente e logística reversa dos produtos ao final do ciclo de vida.	(I) (II) (III)*
Ferramenta MIPS por Kazazian (2005)	Otimizar o fluxo de <i>inputs</i> no ciclo de vida do produto a partir da comparação entre produtos de concorrentes e o benefício oferecido.	(II)

Estratégia Fator 4 e Fator 10 por Kazazian (2005)	Reduzir a quantidade de <i>inputs</i> dos sistemas-produto em processo de melhoria contínua.	(II)
Diretrizes de DfS por Manzini e Vezzolli (2002)	Projetar soluções sócio-ambientais corretas, enfatizando todo o ciclo de vida do produto, otimizando o consumo e reduzindo o descarte, agregando valor ao produto desmaterializado.	(II) (III)*
Diretrizes de D4S por UNEP (2006)	Prevenir o consumo de <i>inputs</i> não renováveis e otimizar a utilização desses, inovando sustentavelmente produtos, processos e mercados; Criar valor justo para todas as partes envolvidas na cadeia global de valor, provendo segurança e bem-estar, reduzindo a desigualdade entre partes; Apoiar o projeto com redesign; projeto para reuso; matriz SWOT (forças e fraquezas, oportunidade e ameaças); benchmark; ciclo de vida de vendas; Índice de Desenvolvimento Humano (IDH); Produto Interno Bruto (PIB); Índice de Crescimento Competitivo (ICC); gráfico radar; variações de brainstorming; entre outras técnicas para estimular a criatividade.	(I) (II) (III)*
Ferramenta Análise de Valor por Juran (1992); Pereira Filho (1994)	Identificar as características marginais do sistema-produto que podem ser eliminadas para otimizá-lo, monitorando a relação entre funções desempenhadas e custos associados.	(I)
Estratégia DIY por Baxter (1998); Kazazian (2005)	Enfatizar a redução de custos de produção, distribuição, embalagem e estocagem.	(I)
Método CVCA por Donaldson et al. (2006)	Definir o produto a partir da identificação das partes envolvidas no sistema-produto, suas interfaces e papéis em relação ao ciclo de vida do produto, definindo o que é crítico para os objetivos do negócio.	(I) (III)
Ferramenta ACV por McDonough e Braungart (2002); Kazazian (2005)	Analisar todo o ciclo de vida do produto, notadamente a fase de valorização, rejeitando o conceito de resíduo, gerando inventários dos fluxos de entrada, ciclos processuais e fluxos de saída dos sistemas.	(I)* (II) (III)*
Fases do ciclo de vida dos produtos compiladas a partir de Bonsiepe (1984); Baxter (1998); Fuad-luke (2002); McDonough e Braungart (2002); Kazazian (2005); Kota e Chakrabarti (2007); Schendel e Birkhofer (2007); Vezzolli e Manzini (2008); Marx et al. (2010)	Levantar e gerenciar informações das fases de (I) extração de recursos, (II) manufatura, (III) embalagem, (IV) distribuição, (V) disposição para comercialização, (VI) aquisição, (VII) utilização e (VIII) descarte, valorização ou disposição final.	
Legenda: * (asterisco) atende ao critério sinalizado em parte		

Observou-se na literatura consultada que muitos dos autores tratam dos aspectos filosóficos da sustentabilidade e até definem diretrizes, enquanto outros propõem práticas e métodos para operacionalização destas diretrizes ou objetivos.

No que diz respeito à etapa de **definição do produto, ênfase no levantamento e tratamento de informações em requisitos**, os primeiros autores abordados nessa pesquisa, como Bonsiepe (1984), Clark e Wheelwright (1993), Baxter (1998) e Back et al. (2008), destacam em suas obras um conjunto de técnicas e recomendações para levantamento e gerenciamento de informações, enfatizando o atendimento dos requisitos dos consumidores. A lacuna percebida nessas referências, sob os conceitos de sistema e sustentabilidade, relaciona-se com a hierarquização dos diversos requisitos identificados atribuindo importâncias equivalentes sob os aspectos ambientais, sociais e econômicos nas tomadas de decisão.

A ferramenta QFD pode tratar as informações geradas pela ACV e recebe grande importância nessa etapa para desdobrar e priorizar os requisitos de um sistema. As características positivas que um novo ou melhorado sistema-produto (ou serviço) deveria possuir são extraídas tradicionalmente de demandas de determinado público através de pesquisa quali-quantitativa. A visão do consumidor pode ser considerada como fundamental, entretanto possivelmente esse agente teria apenas capacidade de contemplar as demandas da fase de uso. No projeto de sistema-produto sustentável, a ferramenta deve ser utilizada com diferentes partes envolvidas em cada uma das oito fases identificadas do ciclo de vida de um sistema-produto, a fim de gerar soluções globais.

Marx (2009), através de seu método, além de contemplar requisitos estratégicos e tático-operacionais, destaca os aspectos de sustentabilidade do negócio. Como ponto negativo não foi identificado o aprofundamento sobre como priorizar os requisitos. O objetivo da proposta de Marx (2009) é interessante ao extrair aspectos da gestão de requisitos do desenvolvimento de softwares e incorporá-los dentro do PDP. Dentre as fases levantadas na pesquisa da autora, as seis primeiras são essenciais e poderiam ser incorporadas em novos métodos de projeto de produto. São elas: (I) mapeamento do cenário, (II) identificação dos stakeholders, (III) levantamento das necessidades dos stakeholders, (IV) conversão das necessidades em requisitos dos stakeholders, (V) análise de conflitos, negociação e priorização dos requisitos, (VI) obtenção dos requisitos do sistema-produto.

O método de Marx (2009), sob uma perspectiva mais abrangente, pode ser considerado uma técnica para levantamento e tratamento de informações que confere boa capacidade de entendimento do sistema para serem atingidas soluções sustentáveis, desde que definida uma maneira eficaz de priorizar os requisitos levantados. O resultado final do método da autora é parte do resultado final do PDP, pois sua proposta é gerenciar os requisitos de um sistema-produto e não desenvolvê-lo por completo.

O método de Marx et al. (2010) para identificação dos requisitos preliminares para orientar o desenvolvimento de produtos e definir políticas públicas possui grande valor ao projeto de produtos, pois viabiliza a extração de informações importantes (fatores/requisitos/barreiras) através de pesquisas de mercado (entrevistas com consumidores). O método facilmente poderia ser adaptado para as demais fases e demais partes envolvidas do sistema-produto, gerando assim requisitos sob perspectivas variadas, definindo-se assim soluções equilibradas

para sistemas complexos. Tal qual ao método anterior, o resultado final do método de Marx et al. (2010) é parte do resultado final do PDP e poderia ser considerada uma ferramenta sob uma ótica mais abrangente do PDP.

Ainda com respeito ao critério de categorização das práticas com ênfase no levantamento e tratamento de informações, além da gestão de requisitos, as ferramentas ACV e QFD também recebem destaque. De uma forma geral, na literatura pesquisada, os projetos que estão ligados com maior importância ao caráter ecológico da sustentabilidade, do que econômico ou social, recebem suporte através da aplicação da ferramenta ACV. Como verificado, a ACV é uma prática que está presente em diversos procedimentos metodológicos, proporcionando o aumento da capacidade sistêmica em um projeto de produto por levantar informações de todo o ciclo de vida do sistema-produto. A aplicação dessa prática é pertinente ao projeto de sistema-produto, entretanto as informações levantadas por essa posteriormente devem ser tratadas através de outras práticas/procedimentos.

Em relação à **ênfase na identificação das partes envolvidas, análise das interfaces entre as partes e definição de papéis**, a revisão bibliográfica permitiu identificar oito fases a partir de Bonsiepe (1984), Baxter (1998), Fuad-luke (2002), McDonough e Braungart (2002), Kazazian (2005), Kota e Chakrabarti (2007), Schendel e Birkhofer (2007), Vezzolli e Manzini (2008) e Marx et al. (2010). A compilação indica as fases, sendo: (1) extração de recursos, (2) manufatura, (3) embalagem, (4) distribuição, (5) disposição para comercialização, (6) aquisição, (7) utilização e (8) descarte, valorização ou disposição final.

O método CVCA é interessante por apresentar boa estruturação metodológica para definir o sistema-produto a partir da identificação das partes envolvidas no sistema-produto, suas interfaces e papéis em relação ao ciclo de vida do produto, definindo o que é crítico para os objetivos do negócio. Na aplicação apresentada no trabalho de Donaldson et al. (2006), os objetivos do negócio não contemplam aspectos de sustentabilidade. Além disso, os requisitos e relações tratadas são provenientes do conhecimento empírico do interessado na aplicação do método. A combinação do método CVCA com o método de Marx et al. (2010) poderia ser uma alternativa interessante para levantar informações através de entrevistas qualitativas e contemplar aspectos e fatores relacionados com a sustentabilidade.

Em relação às **práticas/procedimentos que consideram todo o sistema relacionado ao produto com ênfase da investigação sobre distintas fases do ciclo de vida e a interdependência das partes**, grande parte das referências permitiram a identificação de contribuições parciais, visto que não existiam procedimentos metodológicos efetivos para estabelecer as interdependências de um sistema.

Algumas contribuições são extraídas de Kazazian (2005). Em sua obra, o objetivo do autor foi apresentar estratégias de projeto pelas quais tanto as empresas quanto o meio-ambiente são ganhadores ao mesmo tempo. O destaque da obra é a apresentação das propriedades dos sistemas (interdependência, optimum, tempo e ciclos) que devem ser incorporadas nas abordagens de projetos de produto. O ponto negativo do livro em relação ao tema dessa pesquisa é que a apresentação das práticas de Kazazian (2005) possui abordagem filosófica, sendo limitada sob o ponto de vista metodológico.

Visto que os produtos devem ser considerados sistemas, a grande contribuição de Hansen e Andreasen (2010) é aumentar a ênfase da atividade de projeto do objeto físico (artefato) para o sistema como um todo. A proposta de enfatizar a totalidade do sistema-produto através da interação entre todas partes envolvidas, para que oportunidades de inovações e melhorias sejam identificadas, poderia ser viabilizada a partir da adaptação do método de Marx et al. (2010) para todas as fases e partes relacionadas ao sistema de um produto. Dessa forma, seria possível identificar os fatores que favorecem e desfavorecem para que um sistema complexo seja equilibrado sob múltiplos focos das partes envolvidas.

O ponto positivo de maior destaque do método C2C é a importância atribuída para a fase de valorização do produto no fim do seu ciclo de vida durante a definição do produto. No método também é dada grande importância para a ferramenta ACV, o que facilita o entendimento dos ciclos e interfaces de um sistema. Assim como o DfE o C2C por incorporar menor peso para as questões sociais e econômicas na tomada de decisões, além de não questionar os padrões de consumismo e produção.

Na aplicação apresentada no trabalho de Donaldson et al. (2006), os autores conseguem estabelecer a interdependência entre as partes envolvidas e identificar partes críticas, tendo como norteador os objetivos do negócio, embora não exista ênfase sobre as dimensões da sustentabilidade.

O método de projeto de produtos proposto por Abele et al. (2005) possui boa estruturação quanto a fases, etapas e gestão do PDP. Outro ponto positivo, extremamente ligado a capacidade sistêmica de um projeto, é a abordagem do ciclo de vida do produto e gerenciamento de requisitos. Como ponto fraco, que contraria a teoria sistêmica, o método propõe a forma cartesiana de resolução de problemas, portanto desconsiderando os efeitos de inter-relação pertinente a interdependência dos sistemas.

Por fim, algumas práticas como Pegada Ecológica, MIPS, ‘Fator 4 e Fator 10’ e Análise de Valor, foram encontradas na literatura pesquisada e servem para dar suporte para projetos de produtos sustentáveis. Os resultados de suas aplicações geram importantes indicadores em relação aos sistemas, seja pelo uso de recursos finitos durante a produção de bens, ou pelo consumo de produtos pela sociedade. As ferramentas dependem de planejamento durante o projeto para o aproveitamento de seus resultados.

6. Considerações finais

A revisão bibliográfica dessa pesquisa identificou práticas usadas nas fases iniciais de desenvolvimento de produto, algumas com ênfase sobre a sustentabilidade. Parte dos autores referenciados aborda as práticas sob um ponto de vista filosófico, enquanto outros aprofundam as práticas de forma sistemática com fins operacionais. Portanto, não foi possível discutir igualmente todas as práticas identificadas na literatura com a mesma profundidade, frente a cada critério de categorização definido.

Foram abordadas 26 práticas, procedimentos e conjunto de diretrizes que contemplassem, pelo menos, algum dos três critérios de comparação definidos a partir dos objetivos desta pesquisa. Os principais resultados foram sintetizados em um quadro. A categorização quanto à natureza da informação levantada em ‘conceito, prática projetual, atividade, ferramenta, técnica, indicador, diretriz, estratégia, método/procedimento’ facilitou a análise e discussão sobre os referenciais teóricos ligados ao projeto de sistemas-produto, e tal categorização poderá ser revisada e aplicada em outras pesquisas.

A revisão bibliográfica nessa pesquisa considerou mais de 50 referências válidas e indicou a evolução da área de projeto de produto, destacando muitas práticas como criativas soluções

para os desafios existentes nas atividades de projeto e sustentabilidade. Em contrapartida, dentre as obras pesquisadas nas bases de dados, não foi identificado nenhum método completo que, isoladamente, fosse capaz de permitir a identificação das partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, o levantamento e tratamento das informações provenientes dessas partes, de tal forma a reduzir a complexidade da informação e identificar o que é crítico para atingir os objetivos da sustentabilidade. Todavia, verificaram-se práticas/procedimentos que suprem partes dessas necessidades de projeto e que devem ser combinadas no intuito de facilitar os desafios relacionados com o projeto de sistemas-produto sustentáveis. Sendo assim, lacunas metodológicas existem e devem ser supridas com a combinação de referências e/ou o desenvolvimento de métodos alinhados aos objetivos dessa pesquisa.

A partir das referências levantadas, foi possível compilar informações úteis para construção do conhecimento necessário para o desenvolvimento de trabalhos futuros sobre projeto de produto. Dessa maneira, alguns trabalhos podem ser sugeridos na mesma linha de pesquisa, como: (I) desenvolvimento e/ou combinação de práticas/procedimentos para identificação das interfaces críticas entre as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto sustentável; (II) detalhamento dos processos de gestão de requisitos e conflitos entre diferentes partes envolvidas com base na ênfase de todo o sistema; (III) definição de técnicas para ponderar/hierarquizar requisitos de diversas partes envolvidas, diminuindo a dimensionalidade/complexidade da informação; (IV) criação de indicadores de sustentabilidade para o sistema-produto. Por meio de contribuições como essas sugeridas, o tema projeto de sistema-produto ganha fundamentação, tornando possível a geração de soluções e permitindo a consolidação dos pilares da sustentabilidade.

Agradecimentos

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio que foi disponibilizado, viabilizando essa pesquisa.

Referências

ABELE, E.; ANDERL, R.; BIRKHOFFER, H, G. **Environmentally-friendly product development: methods and tools**. Londres: Springer, 2005.

ALMEIDA, Francisco José de. Estudo e escolha de metodologia para o projeto conceitual. **Revista de Ciência e Tecnologia**, Piracicaba, v.8, p. 31-42, dezembro, 2000.

- BACK, Nelson et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Manoele, 2008.
- BAUMANN, H.; BOONS, F.; BRAGD, A. Mapping the green product development field: Engineering, policy and business perspectives. **Journal of Cleaner Production**, Dublin, v. 10, p. 409–425, 2002.
- BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
- BHAMRA, T. A. et al. **Integrating environmental decisions into the product development process; Part 1: the early stage**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 1., 1999, Tokyo, Japan. Proceedings of the First ISECDIM. Tokyo: editor, 1999, p. 329-337.
- BOMFIM, G. A.; NAGEL, K.; ROSSI, L. M. **Fundamentos de uma metodologia para desenvolvimento de produtos**. Rio de Janeiro: COPEE-UFRJ, 1977.
- BONSIEPE, Guy. **Metodologia experimental: desenho industrial**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1984.
- BRUNDTLAND COMMISSION. **Brundtland report: our common future**. World commission on environment and development. ONU, 1987. Disponível em: <www.un-documents.net/ocf-02.htm#I>. Acesso em: 29 set 2009.
- CAPRA, Fritjof. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 2006.
- CERTO, S. C.; PETER, J. P. **Administração estratégica: planejamento e implementação da estratégica**. São Paulo: MAKRON Books, 1993.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry**. Boston-Mass: Harvard Business School Press, 1991.
- CLARK, K. B.; WHEELWRIGTH, S. C. **Managing new product and process development: text and cases**. New York: The Free Press, 1993.
- CREVELING, C. M.; SLUTSKY, J.; ANTIS, D. **Design for Six Sigma: in technology and product development**. New Jersey: Prentice Hall PTR, 2002.
- CROSS, Nigel. **Engineering design methods: strategies for product design**. 4th ed. England: John Wiley & Sons, 2008.
- DAHLBERG, Ingetraut. Teoria do conceito. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 101-107, 1978.
- DAVIS, M.; CHASE, R.B.; AQUILANO, N.J..**Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Nova York: McGraw-Hill, 1999.
- DAYCHOUW, Merhi. **40 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.
- DONALDSON, Krista M.; ISHII, Kosuke; SHEPPARD, Sheri D. **Customer value chain analysis. Research in Engineering Design**, London, v. 16, p. 174–183, 2006.
- FERREIRA, Heloisa S. R.; TOLEDO, José C. Metodologias e ferramentas de suporte à gestão do processo de desenvolvimento de produto (PDP) na indústria de autopeças. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 11., 2001, Salvador. **Anais do XXI ENEGEP**. Salvador: ABEPRO, 2001. (cd-rom)
- FIKSEL, Joseph. **Design for environment: a guide to sustainable product development**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2009.
- FUAD-LUKE, Alastair. **Manual de diseño ecológico**. Palma de Mallorca: Cartago S.L., 2002.
- GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B.; BONILLA, S. H. Implementação de eco-tecnologias rumo à ecologia industrial. **RAE-eletrônica**, São Paulo, v. 2, n. 1, [s.p.], janeiro/junho, 2003. Disponível em: <www.rae.com.br>. Acesso em: 18 set 2009.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

- GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. Pela sustentabilidade de um design brasileiro. Revista D.: design, educação, sociedade e sustentabilidade. N. 1. Porto Alegre: Editora UniRitter, 2006.
- HANSEN, C. T.; ANDREASEN, M. M. On the content and nature of design objects in designing. In: INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE, 11., 2010, Cavtat-Dubrovnik. **Proceedings of XXI IDC**. Cavtat-Dubrovnik: Design Society, 2010. p. 761-770.
- HARDI, P.; ZDAN, T. **Assessing sustainable development: principles in practice**. Winnipeg: IISD, 1997.
- HERRMANN, Thomas. Systems design with the socio-technical walkthrough. In: WHITWORTH, B.; DE MOORE, A. **Handbook of research on socio-technical design and social networking systems**. Hershey: Idea Group Publishing, 2009. p. 336-351. Disponível em: <<https://web-imtm.iaw.ruhr-uni-bochum.de/sociotech-lit/Herr09-SDw.pdf>> Acesso em: 06 out 2009.
- JATENE, F.B.; BERNARDO, W.M.; MONTEIRO-BONFÁ, R.. O processo de implantação de diretrizes na prática médica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 89-93, apr/june, 2001.
- JURAN, J. M. **Juran on quality by design: the new steps for planning quality into goods and services**. New York: Free Press, 1992.
- KARA, S.; HONKE, I.; KAEBERNICK, H. An integrated framework for implementing sustainable product development. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 4., 2005, Tokyo, Japan. **Proceedings of the Fourth ISECDIM**. Tokyo: editor, 2005, p. 684-691.
- KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005.
- KIENEN, Anísio. **Protótipo de uma ferramenta de software baseada na metodologia PERT/CPM para o planejamento de projeto de desenvolvimento de sistemas**. 2000. 63 f. Monografia (Ciências da Computação) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2000.
- KOTA, Srinivas; CHAKRABARTI, Amaresh. Use of DfE methodologies and tools – major barriers and challenges. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 16., 2007, Paris. **Proceedings of XVI ICED**. Paris: Indian Institute of Science, 2007. (cd-rom)
- KRUCKEN, Lia. **Design e território: valorização de identidades e produtos locais**. São Paulo: Studio Nobel, 2009.
- MANZINI, Ezio; VEZZOLLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 367 p.
- MARGOLIN, Victor. **O design e a situação mundial**. Rio de Janeiro: UERJ/ESDI, 1998. Arcos – design, cultura, material e visualidade, v. 1.
- MARX, Ângela Maria. **Proposta de método de engenharia de requisitos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. 2009. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- MARX, Ângela Maria; PAULA, Istefani Carísio de; SUM; Fabiane. Sustainable Consumption in Brazil: identification of preliminary requirements to guide product development and the definition of public policies. **Natural Resources Forum**, United Nations, v. 34, n. 1 p. 51-62, 2010.
- MBDC. McDONOUGH BRAUNGART DESIGN CHEMISTRY. **Cradle to cradle certification program**. Charlottesville: LCC, 2007. Disponível em: <www.mbdc.com> Acesso em: 19 out 2009.
- McDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Remaking the way we make things: cradle to cradle**. New York: North Point Press, 2002.
- MENDONÇA, Fernando de et al. **Engenharia de sistemas: planejamento e controle de projetos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1972.
- MITCHAM, Carl. **Thinking through technology: the path between engineering and philosophy**. Chicago: University of Chicago Press, 1994.

- MOISANDER, J. Motivational complexity of green consumerism. **International Journal of Consumer Studies**, Boston, v. 31, n. 4, p. 404–409, July, 2007.
- NORMAN, Donald A. Systems thinking: a product is more than the product. **Interactions**, New York, v. 16, n. 5, p. 52-54, sept-oct, 2009.
- NOVAES, R.L.. Sobre a técnica. **História, Ciência, Saúde**, Manguinhos, v. 3, n. 1, p.24-49, março-junho, 1996.
- PAPANEEK, Victor. **Design for the real world: human ecology and social change**. 2. ed. Chicago: Academy Chicago Publishers, 1985.
- PAULI, Gunter. **Emissão zero: a busca de novos paradigmas: o que os negócios podem oferecer à sociedade**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.
- PAULI, Günter. **Upsizing: Como gerar mais renda, criar mais postos de trabalho e eliminar a poluição**. Porto Alegre: L&PM, 1998.
- PEREIRA FILHO, R. R. **Análise do valor: processo de melhoria contínua**. São Paulo: Nobel, 1994.
- PEROBA, Ana Rita Valverde. **Design social: um caminho para o designer de moda?** 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2008.
- PESSOA JR., Osvaldo. **Auto-organização e complexidade: uma introdução histórica e crítica**. 2001. 52 p. Pesquisa para Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001. Disponível em: <www.fflch.usp.br/df/opessoa/AO&C-tex.pdf>. Acesso em: 15 abr 2010.
- PETETIN, F.; BERTOLUCI, G.; BOCQUET, C. A value approach in innovative product development: are conventional methods and tools sufficient? In: INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE, 11., 2010, Cavtat-Dubrovnik. **Proceedings of XXI IDC**. Cavtat-Dubrovnik: Design Society, 2010. p. 403-412.
- PORTER, M.E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- RIBEIRO, J. L.; ECHEVESTE, M. E.; DANILEVICZ, A. M. **A utilização do QFD na otimização de produtos, processos e serviços**. Porto Alegre: PPGEP/UFRGS, 2000. Série Monográfica.
- RIBEIRO, Adagenor Lobato. **Sistemas, indicadores e desenvolvimento sustentável**. Belém: UFPA, 2004. 25 p. Disponível em: <www2.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/indBrasOpoDesafios/saber/adagenor.pdf> Acesso em: 15 out 2009.
- ROOZENBURG, N. F. M., EEKELS, J.. **Product design: fundamental and methods**. Chichester, John Wiley & Sons, 1995.
- ROBERTS, J.A. Green consumers in the 1990s: profile and implications for advertising. **Journal of Business Research**, New York, v. 36, n. 3, p. 217–231, July, 1996.
- ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- RUDOLPH, M. J. The food product development process: progress must be monitored against a planned set of goals. **British Food Journal**, Massachusetts, v. 97, n. 3, p. 3–11, march-april, 1995.
- SCHENDEL, Christoph; BIRKHOFER, Herbert. Implementation of design for environment principles and methods in a company – practical recommendations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 16., 2007, Paris. **Proceedings of XVI ICED**. Paris: Indian Institute of Science, 2007. (cd-rom)
- SENGE, P. M.. **A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende**. São Paulo: Nova Cultural, 2002.
- SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.
- THACKARA, John. **Plabo B: o design e as alternativas viáveis em um mundo complexo**. São Paulo: Saraiva, 2008.
- UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Design for sustainability a practical approach for developing economies**. Paris: UNEP, 2006.

VAN HALEN, C.; VEZZOLI, C.; WIMMER, R. **Methodology for product service system innovation**. Assen, the Netherlands: Koninklijke Van Gorcum, 2005.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE. Professional Engineers' Body. **VDI Guideline 2221, systematic approach to the design of technical systems and products**. Dusseldorf: VDI Verlag, 1987.

VEZZOLLI, Carlo; MANZINI, Ezio. **Design for environmental sustainability**. London: Springer, 2008.

WILSON, E. Maximizing designers' impact on market success through product definition. **Design Manage Journal**, California, v. 4, n.4 p. 62–68, fall 1993.

CAPÍTULO 3

3. **ARTIGO 2:** PROPOSTA DE PROCEDIMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DAS INTERFACES CRÍTICAS ENTRE AS PARTES ENVOLVIDAS COM O CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA-PRODUTO SUSTENTÁVEL

Remete as seguintes partes do protocolo:

(B) ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTO

- Proposição de procedimento de identificação de interfaces críticas entre as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, a partir de estudo piloto, contendo diretrizes para: realização de entrevistas, seleção de entrevistados, definição e aplicação de instrumento de coleta de dados, registro dos dados, tratamento dos dados (conversão de fatores em requisitos, redução da dimensionalidade), ponderação dos requisitos, análise de interfaces críticas e relato final.

PROPOSTA DE PROCEDIMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DAS INTERFACES CRÍTICAS ENTRE AS PARTES ENVOLVIDAS COM O CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA-PRODUTO SUSTENTÁVEL

HOPPE, Daniel Augusto. danihoppe@producao.ufrgs.br

Orientadora: PAULA, Istefani Carísio de. istefani@producao.ufrgs.br

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Resumo: Cresce o interesse dos gestores industriais por práticas e ferramentas que permitam projetar processos e produtos sustentáveis e que, ao mesmo tempo atendam às demandas, algumas vezes antagônicas, das diversas partes envolvidas no ciclo de vida do produto. Embora existam práticas isoladas para auxiliar os projetistas, não existe um procedimento único aplicável à fase de definição de um sistema-produto sustentável para delinear interfaces críticas do sistema em desenvolvimento. O objetivo geral desse artigo é propor um procedimento sistemático de identificação das interfaces críticas entre as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, a partir da análise dos fatores que favorecem e desfavorecem a atingir os objetivos da sustentabilidade. O método empregado teve abordagem qualitativa, com ênfase na análise de práticas de projeto com ênfase em sustentabilidade e um experimento piloto. O principal resultado desse trabalho é um procedimento, composto por oito etapas, que visa o levantamento, análise e redução de informações provenientes de partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema produto e identificação de interfaces críticas entre os envolvidos. O procedimento proposto faz parte de um estudo exploratório e deverá ser submetido a aplicações para fins de verificação da sua adequabilidade.

Palavras-chave: ciclo de vida; método de projeto; partes envolvidas; sistema-produto; sustentabilidade.

**PROPOSITION OF A PROCEDURE TO IDENTIFY CRITICAL INTERFACES
AMONG STAKEHOLDERS FROM THE LIFE CYCLE OF A SUSTAINABLE
PRODUCT-SYSTEM**

Abstract: Industrial administrators are increasingly devoting their attention to adequate procedures to product and process development that are effectively sustainable and, that simultaneously, meet the demands and needs, sometimes conflicting, of the stakeholders involved with the entire lifecycle. Although there exist isolated practices adequate to support design teams there is not a single procedure devoted to identify the interface of stakeholders in the definition phase of a sustainable product development. The general objective in this article is propose a systematic procedure for identifying the critical interfaces between the stakeholders involved in the life cycle of a product system from the analysis of the factors that contribute and disfavor to achieve the goals of sustainability. The research method used was a qualitative approach and was conducted through literature review and a pilot test. The main result of this research is the proposition of a procedure, consisting of eight steps that consider the gathering, treatment and reduction of information from the lifecycle stakeholders of a system to identify critical interfaces among them. The procedure is part of an exploratory study and will be, further, submitted to a real case study for performances verification purposes.

Keywords: life cycle; design method; stakeholders; product-system; sustainability.

1. Introdução

A sociedade de produção e consumo está diante de um momento em que deve escolher o seu futuro. É preciso levar em consideração que a maior parte do atual sistema de produção é conduzida por estímulos econômicos, tendo por base as exigências dos consumidores e as oportunidades relacionadas com a estrutura do mercado. Esse sistema tem resultado em degradação ambiental, agravamento da pobreza e desequilíbrios no desenvolvimento dos países (NORO et al., 2010). Faz-se necessário que um novo modelo sustentável de produção e consumo seja estimulado e consolidado. Parte desse desafio é responsabilidade dos projetistas de produtos, que devem atualmente considerar no projeto valores das dimensões ambiental, social e econômica (MARGOLIN, 1998, CAPRA, 2006; UNEP, 2006).

Entretanto uma das dificuldades desse processo está relacionada com o desafio de entender, avaliar e atender equilibradamente as demandas e necessidades das distintas partes envolvidas com o sistema-produto (HARDI, ZDAN, 1997; CAPRA 2006; THACKARA, 2008; MARX et al., 2010). As interfaces entre as partes envolvidas com o ciclo de vida do produto, cada qual com distintas e antagônicas demandas, pode imputar complexidade ao sistema, especialmente na fase de definição do produto. O entendimento das necessidades e das interfaces é essencial, pois do contrário, projetar um produto enfatizando as demandas relativas ao artefato em si, ou as necessidades de uma etapa do ciclo de vida, como por exemplo, a fase de uso, ou apenas uma parte envolvida no sistema, como por exemplo, o consumidor, pode gerar problemas sócio-ambientais e de concepção (KOTA, CHAKRABARTI, 2007; HANSEN, ANDREASEN, 2010; MARX et al., 2010).

Durante a fase de definição de um produto, as práticas tradicionais de projeto, costumam enfatizar o levantamento e tratamento de informações provenientes das necessidades do consumidor final em relação à fase de uso. Métodos de projeto ainda estão sendo modificados com o intuito de considerar o ciclo de vida dos produtos, atendendo demandas de diferentes envolvidos sob um ponto de vista sistêmico e de menor impacto no globo (MARGOLIN, 1998; McDONOUGH, BRAUNGART, 2002; CROSS, 2008; THACKARA, 2008; VEZZOLLI, MANZINI, 2008).

Por outro lado, sob uma perspectiva de ciclo de vida, para um produto ser efetivamente sustentável, deve haver um comprometimento das partes envolvidas na realização de seus

papéis de forma a atingir os objetivos da sustentabilidade. Roberts (1996), por exemplo, aponta que é necessário compreender o comportamento do consumidor, visto que uma complexa combinação de fatores motivacionais pode servir de barreiras ao consumo de produtos sustentáveis. Marx et al. (2010), partindo de raciocínio semelhante, identificaram distintos fatores que motivam e desmotivam consumidores finais a adquirir, usar e descartar adequadamente produtos de higiene e limpeza. A análise dos fatores mencionados pelos consumidores finais em relação às três fases levou à identificação de requisitos para a sustentabilidade do sistema envolvendo partes não diretamente ligadas ao ciclo de vida, como prefeituras, universidades e também à proposição de requisitos para definição de políticas públicas.

Os trabalhos de Roberts (1996) e Marx et al. (2010) demonstram haver interfaces entre as partes envolvidas com um sistema-produto e barreiras ou demandas relacionadas com tais interfaces. Depreende-se do conceito de interdependência dos sistemas (PESSOA Jr, 2001; CAPRA, 2006), que se em uma dada fase do ciclo de vida, por exemplo, o consumo ou o descarte, uma parte envolvida falhar por desmotivação ou descompromisso, pode ser crítico para o sistema como um todo, visto que o mesmo não alcançará os objetivos da sustentabilidade.

Desta forma, alguns pressupostos norteiam a realização deste trabalho: (I) o projetista de um sistema-produto sustentável deve conhecer, desde a fase inicial do projeto, as relações entre as distintas partes envolvidas com cada fase do ciclo de vida do produto, não somente com a fase de uso, e conhecer suas demandas e barreiras; (II) existem interfaces entre as partes envolvidas, direta ou indiretamente, com as fases do ciclo de vida do produto, e que o não comprometimento destas partes com os objetivos comuns de sustentabilidade poderá prejudicar o projeto como um todo; e (III) durante a fase de definição de um sistema-produto, o levantamento e tratamento de informações provenientes das demandas/ necessidades/ barreiras das partes envolvidas com o ciclo de vida, se torna uma tarefa complexa frente ao volume de dados e exige esforços de redução da dimensionalidade.

A análise de referenciais teóricos relativos à fase de definição do produto (BONSIEPE, 1984; BAXTER, 1998), referenciais que visam à sustentabilidade e/ou consideram todo o sistema relacionado ao produto (FUAD-LUKE, 2002; McDONOUGH, BRAUNGART, 2002; KAZAZIAN, 2005; DONALDSON et al., 2006; KOTA, CHAKRABARTI, 2007;

SCHENDEL, BIRKHOFFER, 2007; PEROBA, 2008; VEZZOLLI, MANZINI, 2008; MARX, 2009; HANSEN, ANDREANSEN, 2010; MARX et al., 2010) revelam práticas/procedimentos e diretrizes que contribuem e dão suporte para o projeto de produto. Entretanto, estas práticas não estão organizadas e combinadas em um procedimento único.

Desta forma, o objetivo geral desse artigo é propor um procedimento sistemático que permita: identificar as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, levantar e tratar as informações provenientes dessas partes, de tal forma a reduzir a complexidade da informação e identificar o que é crítico para atingir os objetivos da sustentabilidade.

Esse trabalho aborda o projeto de produto sustentável, delimitando-se a procedimentos aplicáveis à fase de definição de um sistema-produto sustentável. O método de pesquisa empregado, e que será detalhado posteriormente, segue uma abordagem qualitativa. Um levantamento bibliográfico e o trabalho piloto realizado por Marx et al. (2010), pertencentes a esta equipe de pesquisa, servirão de suporte para a proposição do procedimento. Os resultados apresentados nesse artigo limitam-se ao planejamento e proposição do procedimento não contemplando no escopo desta publicação a aplicação, testes e/ou validação do mesmo.

O artigo está dividido em três partes: (I) breve revisão bibliográfica; (II) planejamento e elaboração de um procedimento de identificação das interfaces críticas entre partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto sustentável; e por fim, (III) discussões finais sobre o procedimento proposto.

2. Os sistemas de produção e consumo e as partes envolvidas

Constatado que a sociedade vive atualmente em um sistema insustentável de produção e consumo, tentativas e efetivas mudanças puderam ser percebidas a partir dos últimos anos (KAZAZIAN, 2005; THACKARA, 2008; NORO et al., 2010). Autores propuseram diferentes modelos ou paradigmas para mudar os padrões atuais de produção e consumo e caminhar na direção de um futuro sustentável. Masera (2001) afirma que todos propõem um conjunto coordenado de atividades e responsabilidades pelo governo, indústria e consumidores. O autor aponta três dos principais exemplos, os quais são: (I) uma abordagem integrada em políticas e incentivos (GOMES, 2005; MARX et al., 2010), (II) um novo modelo industrial

(MARGOLIN, 1998; THACKARA, 2008) e (III) a transição de uma economia de produtos para uma economia de serviços (VEZZOLLI, MANZINI, 2008). Entretanto, independente das mudanças propostas, para atingir a sustentabilidade é preciso que as necessidades de todas as partes envolvidas sejam levadas em consideração e estejam interessadas pelo novo sistema de produção e consumo.

Entre os tipos de partes envolvidas, as empresas manufadoras têm um papel definitivo que pressupõe romper com os padrões econômicos estabelecidos e reafirmar um compromisso com a sustentabilidade (MARGOLIN, 1998; INSTITUTO ETHOS DE EMPRESAS E RESPONSABILIDADE SOCIAL, 2004; THACKARA, 2008; NORO et al., 2010). Os consumidores são as partes envolvidas responsáveis pela tomada de decisão da aquisição dos produtos, iniciando assim os processos econômicos. Isso faz com que, na maioria das vezes, as demandas dos consumidores sejam unicamente o foco de interesse dos manufadoras. Tradicionalmente, a partir da década de 1980 os esforços de autores, como Mizuno e Akao (1994), Baxter (1998), foram na direção do alinhamento da qualidade com o conceito de satisfação do consumidor final, através de propostas de técnicas de pesquisa de mercado, e outras ferramentas provenientes do marketing. Por outro lado, a questão do poder coletivo de decisão de compra dos consumidores pode ser uma das grandes forças para mudanças nas economias de mercado (MARGOLIN, 1998; INSTITUTO ETHOS DE EMPRESAS E RESPONSABILIDADE SOCIAL, 2004; MASERA, 2001).

Sinais de mudança na conscientização do consumidor podem ser percebidos no movimento de consumo verde (MARX et al., 2010). Entretanto, a consolidação da sustentabilidade ainda depende de mudanças efetivas nos costumes, estilo de vida e atitudes de outras partes envolvidas com o ciclo de vida do produto. Shrum et al., (1995), Roberts (1996), Lages e Neto (2002), Vermeir e Verbeke (2006), Marx et al. (2010) afirmam que apesar de alguns consumidores serem conscientes, ainda existem fatores que os desencorajam a adquirir, usar e descartar os produtos de maneira adequada para a sustentabilidade. No trabalho de Marx et al. (2010) são apontadas barreiras que dependem de políticas e programas públicos, por exemplo, nem sempre operacionalizados pelas partes envolvidas.

A Agenda 21 e as Diretrizes para Proteção do Consumidor da ONU identificaram as obrigações dos governos em três áreas principais, sendo: (I) minimizar a utilização de recursos; (II) exercitar a liderança, como por exemplo, assegurando políticas de compras

sustentáveis, aplicando regulamentações, instrumentos sociais e econômicos; e (III) reforçar valores, como por exemplo, por meio de programas de educação, pesquisa e informação em assuntos tais como os impactos ambientais das escolhas e do comportamento do consumidor, uso eficiente de materiais, energia e água, e reciclagem (MASERA, 2001; MALHEIROS et al., 2008). A responsabilidade dos governos, tais como regulamentar e restringir atividades, como a delimitação da extração de recursos naturais e o fomento às atividades de ensino e pesquisa, traz à tona interfaces com outras partes envolvidas como: os extratores de recursos naturais, instituições de ensino e pesquisa, instituições financeiras, comitês, organizações não-governamentais, vendedores, recicladores, empregados, acionistas, agentes da mídia, entre outros (ALMEIDA, 2002).

Noro et al. (2010) e Petetin et al. (2010) apontam que o desafio global de projetar sistemas-produto associados à sustentabilidade tem levado as empresas a desenvolverem ferramentas de gestão e modelos de criação de valor sustentável. Na prática, a sociedade se beneficia no momento em que há esforços de integrar o conceito de sustentabilidade no sistema de gestão e no plano das estratégias empresariais, permeando a cadeia de valores e a sua relação com todas as partes envolvidas no sistema-produto. Para as organizações, isto significa ouvir e considerar em suas decisões, as opiniões e expectativas de todas as partes interessadas (ALMEIDA, 2002).

3. Método

Este artigo faz parte de uma pesquisa aplicada na qual o delineamento escolhido foi o estudo de caso com propósito exploratório, uma vez que o pesquisador pretende experimentar, futuramente, em um sistema de produção real o procedimento aqui proposto, para verificar se este permite a identificação das interfaces críticas entre partes envolvidas com o referido sistema. Entretanto, a experimentação do procedimento não faz parte do escopo deste artigo. Para realização da pesquisa como um todo, três principais fontes de evidência foram adotadas: (I) levantamento de informações da literatura de projeto de produto sustentável, (II) resultados de estudo piloto realizado por Marx et al. (2010) e (III) entrevistas individuais, aplicadas a partes envolvidas em um sistema de produção e consumo de produtos de higiene e limpeza. Este artigo trata do desdobramento das duas primeiras fontes de evidência, durante a proposição do procedimento.

Para alcance dos objetivos traçados no artigo foram realizadas quatro etapas descritas a seguir.

3.1 Definição de objetivos para o novo procedimento

Esta etapa coincide com a análise da problemática da pesquisa apresentada na introdução deste artigo e às correspondentes lacunas enfrentadas pelos projetistas durante a fase de definição de produto projetado sob a perspectiva dos sistemas e da sustentabilidade.

3.2 Identificação de práticas de projeto

Nesta etapa foi realizada uma revisão bibliográfica em bases de dados acadêmicas como Google Acadêmico (scholar.google.com.br), Scielo (scielo.br), Portal do Conhecimento da Engenharia de Produção da UFRGS (producao.ufrgs.br/publicacoes.asp) e *Web of Knowledge* (isiknowledge.com). Além disso, buscaram-se livros de método de projeto de produto, com ênfase em etapas, atividades, objetivos e ferramentas da fase de definição de um produto, que visam à sustentabilidade e/ou consideram todo o sistema relacionado ao produto. O projeto piloto realizado por Marx et al. (2010), envolvendo consumidores finais e três fases do ciclo de vida, serviram de fonte para identificação de práticas adequadas aos objetivos propostos no item 3.1, bem como para identificação de lacunas ainda não respondidas. As seguintes palavras-chave foram utilizadas: levantamento de informações de mercado; definição de produto; desenvolvimento de produto; design de produto; design de sistema; engenharia do produto; engenharia de sistema; gestão de requisitos; método; interfaces; partes envolvidas; ciclo de vida de produto; pensamento sistêmico; prática projetual; procedimento de projeto; produto sustentável; projeto de produto; projeto de sistema; projeto sistêmico; propriedade sistêmica; sistema-produto; sistema produto-serviço; sustentabilidade; teoria geral dos sistemas; visão sistêmica.

3.3 Organização das práticas segundo objetivos da fase de definição de produto

Nesta etapa o pesquisador cruzou os objetivos da etapa 3.1 com as práticas identificadas na etapa 3.2, de tal forma que cada objetivo pudesse ser atingido satisfatoriamente e permitisse gerar um procedimento teórico a ser futuramente testado.

3.4 Considerações sobre o procedimento proposto com base na análise dos objetivos propostos no item 3.1.

Nesta etapa o pesquisador realizou uma revisão dos objetivos propostos e teceu considerações a respeito da aplicação futura do procedimento.

4. Resultados

Conforme mencionado na introdução deste artigo, a fase de definição de produto se torna mais complexa se o projeto for desenvolvido sob uma perspectiva sistêmica e sustentável, visto que o levantamento de demandas, típico da fase, se amplia do consumidor final em direção a todas as partes envolvidas com o ciclo de vida do sistema-produto. As atividades típicas da fase de definição de um produto são: (I) identificar as partes envolvidas ou público alvo, neste caso sob uma percepção do ciclo de vida do sistema-produto e levantar informações; (II) tratar as informações das partes interessadas; (III) reduzir o conjunto de informações a um nível tratável; (IV) analisar as informações/requisitos das partes envolvidas para definir um conceito de produto; (V) incluir no conceito do sistema-produto aspectos relevantes/críticos para fins de projeto. As atividades da fase de definição de produto foram convertidas em quatro objetivos do procedimento proposto: identificar as partes envolvidas com o ciclo de vida do sistema-produto e levantar informações; tratar as informações das partes interessadas; analisar as informações/requisitos das partes envolvidas; consolidar os resultados pela identificação de interfaces e requisitos críticos.

A revisão bibliográfica realizada conforme descrito no item 3.2 deste artigo revelou:

- **para o projeto de sistemas-produto sustentáveis:** Hansen e Andreansen (2010);
- **consolidação das fases do ciclo de vida:** Bonsiepe (1984), Baxter (1998), Fuad-luke (2002), McDonough e Braungart (2002), Kazazian (2005), Kota e Chakrabarti (2007), Schendel e Birkhofer (2007), Vezzolli e Manzini (2008);
- **com respeito a procedimento para gestão de requisitos de produtos sustentáveis:** Marx (2009);
- **com respeito às propriedades do conjunto de requisitos:** Gomes, Damázio (1992), Marx (2009);
- **com respeito à redução do número de requisitos:** Gomes e Damázio (1992), Mourão (2006), e Passos et al. (2008);
- **para ponderar requisitos e identificar o que é crítico para atingir os objetivos da sustentabilidade:** Aaker et al. (2001), Creveling et al. (2003);
- **para avaliar as interfaces críticas entre as partes envolvidas:** Krucken (2009), Donaldson et al. (2006).

Maiores detalhes sobre os trabalhos mencionados serão apresentados junto às etapas do procedimento nas quais estes foram utilizados. Além da revisão bibliográfica, uma análise do estudo piloto realizado por Marx et al. (2010) revelou a aplicação de parte do procedimento proposto por Marx em (2009) incluindo duas adaptações. As entrevistas qualitativas usadas no método são as descritas na literatura tradicional (MANZINI, 1991; MALHOTRA, 2001;

DUARTE, 2004; RIBEIRO, MILAN, 2004; BELEI et al., 2008) mas a primeira adaptação foi o levantamento de requisitos de consumidores finais com perfil eco-orientado, usando roteiro de entrevistas que incluía perguntas sobre as fases do ciclo de vida que eram percebidas por eles (aquisição, uso e descarte). A segunda adaptação consistiu em direcionar o questionamento aos fatores que favorecem e desfavorecem a aquisição, utilização, e descarte de produtos sustentáveis de limpeza doméstica.

Os resultados para a fase de aquisição incluíram tanto fatores relacionados com o estabelecimento de vendas, quanto fatores pessoais dos consumidores. Para a fase de uso, identificaram-se fatores técnicos, estéticos e simbólicos, enquanto que para a fase de descarte dos produtos, fatores pessoais do usuário e externos a esse (impessoais). O método implicou na conversão dos principais fatores identificados em requisitos para o sistema-produto (MARX, 2009), gerando orientações ao desenvolvimento de produtos e políticas públicas (MARX et al., 2010);

Para propor um procedimento, as práticas identificadas na literatura e estudo piloto foram organizadas conforme descrito no item 3.3, de tal forma a atender os quatro objetivos da fase de definição de produto que foram desdobrados a seguir.

4.1 Identificar as partes envolvidas com o ciclo de vida do sistema-produto e levantar informações

Para identificar as partes envolvidas e levantar informações, foram selecionadas as consagradas entrevistas qualitativas e quantitativas previstas em Manzini (1991), Malhotra (2001), Duarte (2004), Ribeiro et al. (2000), Ribeiro e Milan (2004) e Belei et al. (2008). As entrevistas qualitativas (com questões abertas) foram escolhidas porque permitem observar um número maior de participantes e aprofundar-se mais no tema de pesquisa, dada a complexidade dos temas projeto de produto e sustentabilidade. As entrevistas quantitativas foram escolhidas porque permitem dimensionar a importância das informações coletadas anteriormente. Elas devem ser planejadas quanto aos elementos descritos a seguir.

4.1.1 Definição dos pressupostos das entrevistas

Inicialmente, o pesquisador deverá considerar o problema que está limitando o alcance dos objetivos da sustentabilidade. Sendo assim, o objetivo central do procedimento é, a exemplo de Marx et al. (2010), conhecer os fatores que podem ser considerados barreiras para o

alcance da sustentabilidade, considerando não apenas o ponto de vista dos consumidores, mas também das distintas partes envolvidas com o ciclo de vida do sistema-produto. Na equipe de projeto devem ser definidas as atribuições e responsabilidades dos profissionais de acordo com a estrutura funcional do grupo interessado na aplicação do procedimento, incluindo a definição do entrevistador. Além disso, é necessário ser selecionado o sistema-produto que será alvo de investigação.

4.1.2 Seleção dos entrevistados

Considerando o objetivo de conhecer os fatores que podem ser considerados barreiras para o alcance da sustentabilidade sob o ponto de vista das distintas partes envolvidas com o ciclo de vida do sistema-produto, é fundamental que os entrevistados sejam selecionados a partir das fases do ciclo de vida dos produtos conforme Figura 1.



FIGURA 1 – Fases do ciclo de vida dos produtos consolidadas a partir de Bonsiepe (1984), Baxter (1998), Fuad-luke (2002), McDonough e Braungart (2002), Kazazian (2005), Kota e Chakrabarti (2007), Schendel e Birkhofer (2007), Vezzoli e Manzini (2008), Marx et al. (2010)

Na eventualidade de existir um número elevado de partes envolvidas, inviabilizando o levantamento global de informações, alguns dos possíveis entrevistados devem ser escolhidos de forma que possam fornecer informações úteis a respeito da população de interesse. Indica-se que sejam selecionados os entrevistados de forma distribuída entre as categorias distintas de uma população, visto que cada grupo de pessoas pode ter pontos de vista diferentes. Sendo assim, apesar de não existir preocupação de representatividade estatística, devem ser definidas variáveis de estratificação da população e os entrevistados devem ser selecionados a partir dos estratos de interesse (RIBEIRO et al., 2000; RIBEIRO, MILAN, 2004).

Ampliando a proposta de Marx et al. (2010) para o objetivo de conhecer os fatores que favorecem e desfavorecem o alcance da sustentabilidade sob o ponto de vista das distintas partes envolvidas com o ciclo de vida do sistema-produto, além do consumidor final, as variáveis de estratificação sugeridas inicialmente são: (I) viés de sustentabilidade (três níveis); (II) porte (três níveis); e (III) fases do ciclo de vida dos produtos (três níveis). O interessado

na aplicação do procedimento pode criar e utilizar outros estratos de acordo com os objetivos relacionados especificamente com o seu problema específico, conforme Quadro 1.

Na abordagem qualitativa, é preferível conduzir um número reduzido de entrevistas longas, em vez de muitas entrevistas curtas. Além do mais, visto que o tema sustentabilidade e projeto de produtos abrangem desafios complexos, entrevistas curtas não permitiriam entender toda dimensão dos problemas de pesquisa, revelando normalmente resultados superficiais (MANZINI, 1991; DUARTE, 2004; RIBEIRO, MILAN, 2004; BELEI et al., 2008).

Em geral, pesquisas com esse procedimento de coleta de dados não possuem número de entrevistados definidos a priori, mas controlado pelo próprio fluxo de informações. Por essa razão, define-se um número inicialmente de representantes das partes envolvidas (respondentes) distribuídos pelos estratos. Em caso de insuficiência de informações para responder as questões básicas da pesquisa, o trabalho de campo (entrevistas) deve ser estendido. Ribeiro et al. (2000) e Ribeiro e Milan (2004) salientam que essa distribuição deve ser equilibrada entre os estratos.

QUADRO 1 – Fases do ciclo de vida dos produtos e tipos de partes envolvidas estratificadas

FASES DO CICLO DE VIDA	PARTES ENVOLVIDAS	ESTRATIFICAÇÃO
Extração de recursos	Extrator de recursos	Partes envolvidas com as fases iniciais do ciclo de vida do produto (até o produto estar disponível para consumo).
Manufatura	Manufaturador	
Embalagem	Embalador (Envasador)	
Distribuição	Distribuidor	
Disposição para comercialização	Vendedor	Partes envolvidas com as fases finais do ciclo de vida do produto (após o produto ter sido produzido).
Aquisição	Comprador	
Utilização	Consumidor	
Descarte e valorização ou disposição final	Agente de valorização ou disposição final	
	Órgão governamental	Partes envolvidas indiretamente com fases do ciclo de vida, não relacionadas normalmente com os fluxos de recursos materiais.
	Órgão regulamentador	
	Órgão institucional	
	Entre outros.	

Na seleção das partes envolvidas, opta-se por aquelas que, potencialmente, possuem maior volume de informações relevantes para a pesquisa e que estão disponíveis. A avaliação da disponibilidade deve considerar tanto o tempo quanto o interesse do respondente para contribuir com a pesquisa. Para a condução da entrevista, os entrevistadores devem possuir o instrumento de coleta de dados (MANZINI, 1991; DUARTE, 2004; RIBEIRO et al., 2000, RIBEIRO, MILAN, 2004; BELEI et al., 2008; GIL, 2008).

4.1.3 Elaboração do instrumento de coleta de dados

A utilização de um roteiro semi-estruturado para a condução das entrevistas individuais garante que os tópicos de interesse sejam contemplados no procedimento de coleta de dados (MANZINI, 1991; DUARTE, 2004; RIBEIRO, MILAN, 2004; BELEI et al., 2008). A escolha pela utilização de um roteiro semi-estruturado é justificada pelos aspectos: (1) padronizar as entrevistas com as distintas partes envolvidas, buscando-se respostas dentro do mesmo contexto; (2) algumas das partes envolvidas alvo da pesquisa, como gestores de empresas, empreendedores, por ter muita ocupação, tendem a fornecer respostas curtas, e nesse caso, o suporte do roteiro é importante; e (3) a elaboração de uma pesquisa bibliográfica anterior (conforme item 3.2) sobre projeto de produto, sistema e sustentabilidade fomentou o pesquisador sobre o tema, viabilizando assim a construção de um roteiro semi-estruturado.

O roteiro semi-estruturado, com questões do tipo aberta, serve para orientação geral, uma vez que o entrevistador pode fazer perguntas adicionais, se entender que elas podem ajudar a elucidar as questões da pesquisa. O roteiro final deve ser adequado e homologado após um teste piloto, no qual se verifica a necessidade de remodelar partes do roteiro. A estrutura do roteiro foi elaborada a partir das diretrizes apontadas por Ribeiro e Milan (2004) e com base no questionário utilizado por Marx et al. (2010), e está apresentado no Quadro 2.

QUADRO 2 – Estrutura do roteiro proposto baseado em Ribeiro e Milan (2004) e Marx et al. (2010)

Etapas da entrevista	Abordagem
(1) Introdução	Explicação do objetivo da pesquisa, o qual visa identificar os fatores que favorecem e desfavorecem para que os produtos sejam sustentáveis em seus sistemas; Declaração do sigilo e anonimato; Confirmação do interesse do entrevistado na participação; Apresentação do ciclo de vida de um produto, as partes envolvidas e as suas respectivas fases, debatendo sobre aquelas cujo grupo que o respondente está representando possui atuação.
(2) Perguntas iniciais	Estabelecimento da comunicação entre as partes de maneira propícia ao diálogo e obtenção de informações: - Quais as características da sua empresa (ou grupo) que representa? - Quais as suas características individuais (experiência e formação do entrevistado)? - Você percebe as interfases entre distintas partes envolvidas do ciclo de vida do produto? - O que você entende por um produto sustentável? - Quais os fatores que influenciam as suas atividades principais para consolidar ou não um sistema de produção - e consumo sustentável?
(3) Perguntas centrais	Desdobramento da pesquisa, em todas as dimensões de interesse, suficiente para atender os objetivos básicos da pesquisa: - Na sua posição no sistema dos produtos, quais os fatores (externos, internos, e relacionados com as fases do ciclo de vida do produto) que favorecem e desfavorecem as suas atividades principais para que os objetivos da sustentabilidade sejam atingidos?
(4) Pergunta resumo	O entrevistador faz um resumo do que foi dito e verifica se este é fiel.
(5) Pergunta final	Há outros aspectos pertinentes que você considera importante e que não foram mencionados?
(6) Encerramento	Agradecimento do entrevistador pela participação do entrevistado.

Uma lista de conjuntos de fatores pode ser apresentada aos respondentes, com a intenção que todos os tipos de fatores possam ser lembrados e comentados, além de padronizar as respostas. As listas propostas são apresentadas no Quadro 3.

QUADRO 3 – Listas de conjuntos de fatores apresentadas aos entrevistados no questionário

Conjuntos de fatores		
Externos à empresa	Internas à empresa	Relacionados com fases do ciclo de vida dos produtos
<p>Políticas governamentais: impostos; incentivos.</p> <p>Economia: cenário econômico global; aspectos financeiros; concorrentes.</p> <p>Aspecto social: cultura; conscientização; padrões de consumo; educação.</p> <p>Tecnologias: existentes; necessidade de aquisição; desenvolvimento.</p> <p>Meio Ambiente: impactos das matérias primas e tecnologias.</p> <p>Aspectos legais: normatizações; regulamentações; leis; certificações.</p> <p>Mercado consumidor: interesse; nichos; oportunidades; público alvo.</p>	<p>Pessoas: recursos humanos; mão de obra de projeto; mão de obra de manufatura; pessoal de apoio; direção.</p> <p>Estratégias: planejamento; visão; missão; valores; ética; oportunidades.</p> <p>Estrutura: física; tecnologias disponíveis internamente; capital.</p> <p>Processos: projeto; manufatura; processos de apoio; gerenciamento.</p>	<p>Extração de Recursos: fase na qual são extraídos recursos do meio ambiente para manufatura, como extração de petróleo, mineração, corte de árvores, etc.</p> <p>Manufatura de Insumos e Produtos: fase na qual são processados recursos – matérias primas, energias, insumos, embalagens, produtos primários – até a concepção do produto final. Inclui os processos de diferentes níveis de fornecedores, bem como atividades de projeto e fabricação.</p> <p>Envase, Embalagem e Armazenagem: fase na qual os produtos finais são envasados, embalados. Após essa fase, os produtos estão armazenados e prontos para serem distribuídos.</p> <p>Distribuição: fase na qual os produtos finais e embalados são transportados até os locais onde serão comercializados.</p> <p>Disposição para comercialização: fase na qual as partes envolvidas dispõem os produtos para a comercialização através de algum canal.</p> <p>Aquisição do produto: fase na qual o comprador adquire o produto disposto para venda.</p> <p>Utilização do produto: fase na qual o consumidor utiliza o produto adquirido, incluído o período após a aquisição até o descarte.</p> <p>Descarte, valorização e disposição final do produto: fase na qual o consumidor descarta o produto após a sua utilização, tendo uma valorização – reciclagem, compostagem, reuso, remanufatura – ou tendo uma disposição final do resíduo no meio ambiente – aterro, decomposição.</p>

A lista de conjuntos de fatores externos foi elaborada com base nos itens contemplados pela análise PEST+AL (BAXTER, 1998). Essa análise é um modelo básico utilizado no planejamento estratégico das empresas, cuja sigla corresponde às iniciais dos seis grupos de fatores ou variáveis a serem analisadas frente ao ambiente em que a empresa está inserida (CLEMENTE, 2004). Além dos seis itens normalmente utilizados, acrescentou-se na lista o conjunto dos fatores relacionados com o mercado consumidor. Para a elaboração da lista de fatores internos, os conjuntos foram adaptados a partir de trabalhos sobre sistemas de gestão e desenvolvimento organizacional, como de Galbraith (1995), Mintzberg (1995), Ferraz et al. (1996), Stoner (1999). Esses conjuntos são considerados os pilares críticos para a excelência organizacional.

A última lista foi elaborada a partir da consolidação das fases do ciclo de vida dos produtos de Bonsiepe (1984), Baxter (1998), Fuad-luke (2002), McDonough e Braungart (2002), Kazazian (2005), Kota e Chakrabarti (2007), Schendel e Birkhofer (2007), Vezzolli e Manzini (2008), Marx et al. (2010).

4.1.4 Registro de dados

As entrevistas devem ser gravadas em áudio (ou áudio e vídeo) e imediatamente em seguida transcritas para texto, salvando-os em arquivos digitais. As transcrições devem ser realizadas logo após o término de cada entrevista, assegurando que caso houver uma parte inaudível, essa possa ser mais facilmente recuperada pela memória do entrevistador. A gravação em áudio permite que o entrevistador fique mais concentrado e apto para fazer perguntas não previstas antecipadamente, caso necessário (RIBEIRO, MILAN, 2004; BELEI et al., 2008).

Em caso de impossibilidade de gravação das entrevistas, por motivos pertinentes ao respondente, o entrevistador deve anotar todas as respostas dadas, entretanto a anotação de respostas é inferior ao procedimento de gravação, pois detalhes são mais facilmente perdidos. Caso devam ser feitas anotações, um assistente pode ficar encarregado por essa tarefa, possibilitando que o entrevistador mantenha-se concentrado na condução da entrevista (RIBEIRO, MILAN, 2004; BELEI et al., 2008; GIL, 2008).

4.2 Tratar as informações das partes interessadas

Para tratamento das informações das partes interessadas foram selecionadas as práticas previstas em Mizuno e Akao (1994), Marx et al. (2009), Marx (2010).

O processo deve ser iniciado pela identificação dos trechos em que o respondente comentou algum fator que favorece ou desfavorece as suas respectivas atividades principais para que o sistema-produto seja sustentável. Esse trecho deve receber um código que é útil para permitir que as informações originais possam ser rastreadas após o tratamento. Cada trecho contendo algum fator favorecedor ou desfavorecedor com o respectivo código para rastreamento deve ser organizado (reescrito) em sentença(s) objetiva(s) e lógica(s), identificando-se a(s) parte(s) envolvida(s) com o fator. A finalidade dessa etapa é melhor organizar as idéias de cada trecho que o respondente mencionou de forma natural, utilizando emoções e repetindo palavras. Além disso, a intenção é que cada sentença convertida seja pré-estruturada na forma de requisito, sendo esse uma propriedade ou um atributo necessário e positivo do sistema e que tenha valor para alguma parte envolvida (YOUNG, 2003). O Quadro 4 apresenta o tratamento que deve ser realizado até a conversão preliminar na forma de requisito e identificação das partes envolvidas, utilizando como exemplo trechos extraídos de Marx et al. (2010).

As informações de cada entrevista devem ser manipuladas em uma planilha digital ou outro recurso. Na primeira e segunda coluna respectivamente, será atribuído um código para rastreabilidade e um trecho com o fator favorecedor ou desfavorecedor. A terceira coluna apresenta a sentença objetiva e lógica. Por fim, na quarta coluna, estão apresentadas as partes envolvidas relacionadas ao fator.

QUADRO 4 – Trechos de entrevistas com consumidores orientados ecologicamente extraídos de Marx et al. (2010) convertidos em sentenças objetivas e lógicas

Código	Trecho extraído da entrevista	Sentença objetiva e lógica	Partes envolvidas
D1.1	"O que me favorece a compra de produtos sustentáveis é que próximo de onde eu moro, estudo e trabalho existem muitas lojas e mercados que vendem esses produtos"	As lojas e mercados devem estar localizados próximos de onde os consumidores moram, estudam ou trabalham.	Lojas Mercados Consumidores
D2.1	"Os produtos sustentáveis que eu usei até hoje foram fabricados para terem praticidade de uso. Isso me motiva muito para experimentar usar novos"	A praticidade dos produtos sustentáveis para o uso dos consumidores deve ser enfatizada pelos fabricantes.	Consumidores Fabricantes
D3.1	"Eu costumo consumir produtos sustentáveis por que tenho consciência e favorável opinião formada sobre o descarte de produtos ecológicos"	Os consumidores devem ter consciência e favorável opinião formada sobre o descarte de produtos ecológicos.	Consumidores

Em seguida, as sentenças com as partes envolvidas devem ser reescritas na forma de requisito e utilizando-se de uma linguagem técnica padronizada. O Quadro 5 apresenta a reescrita dos exemplos do Quadro 4.

QUADRO 5 – Sentenças convertidas em requisitos e partes envolvidas em linguagem técnica padronizada

Código	Sentença objetiva e lógica	Requisito (escrita reestruturada)	Partes envolvidas
D1.1	As lojas e mercados devem estar localizados próximos de onde os consumidores moram, estudam ou trabalham.	Os agentes de vendas devem ter estabelecimentos localizados próximos aos locais do cotidiano dos consumidores.	Agentes de Vendas Consumidores
D2.1	A praticidade dos produtos sustentáveis para o uso dos consumidores deve ser enfatizada pelos fabricantes.	Os fabricantes devem projetar produtos sustentáveis que ofereçam praticidade de uso aos consumidores.	Consumidores Fabricantes
D3.1	Os consumidores devem ter consciência e favorável opinião formada sobre o descarte de produtos ecológicos.	Os consumidores devem ter consciência e favorável opinião formada sobre as maneiras de descartar os produtos.	Consumidores

Pode-se observar no Quadro 5, que a redação do requisito obedece uma regra: o formato é composto por um sujeito (uma parte envolvida responsável por uma ação/obrigação), seguido do verbo dever (conjugado de acordo com o sujeito), mais o complemento (que representa uma demanda, necessidade, exigência ou valor percebido). O requisito é escrito de forma positiva, não utilizando negação na estrutura (MARX, 2009; RIBEIRO, et al. 2000).

A etapa posterior é a eliminação da redundância da lista de requisitos da entrevista. Os requisitos repetidos devem ser identificados, sendo os seus códigos agrupados. Essa tarefa permite diminuir a quantidade de itens da lista de requisitos, porém sem perder a

rastreabilidade e as informações originais. A redução dos requisitos redundantes é considerada positiva, pois facilita a incorporação das informações em futuros projetos de sistema-produto (MARX, 2009). Nesse processo, a incidência em que cada requisito é mencionado deve ser registrada. O Quadro 6 apresenta um exemplo de planilha com requisitos, a incidência e o novo código agrupado atribuído ao mesmo.

QUADRO 6 – Exemplos de planilha com requisitos, incidência e novo código agrupado atribuído

Código	Requisito (escrita reestruturada)	Incidência	Código
T1	Requisito 1	1	T1
T2	Requisito 2	2	T2.T8
T3	Requisito 3	3	T3.T9.T11

O exemplo hipotético do novo código atribuído T3.T9.T11 (do Quadro 6) representa os três distintos trechos (trecho T3, T9 e T11) que possuem a mesma idéia central (requisito) (MARX, et al. 2010). Uma das hipóteses assumida nesse trabalho, é que se durante a entrevista o respondente mencionar uma mesma idéia (requisito) já presente em um trecho anteriormente dito, acredita-se que o respondente está preocupado em ressaltar aquela idéia. Por essa razão, a incidência deve ser registrada e considerada como um critério de relevância do requisito.

Posteriormente, para cada entrevistado, os requisitos devem ser alocados em blocos (Marx, 2009). Cada bloco deve ser contemplado com os requisitos de abordagem (tema, assunto) afim. Cabe ao interessado pela aplicação do procedimento que crie e nomeie os blocos, tantos quanto forem necessários, para agrupar os requisitos semelhantes. A autora salienta que cada bloco representa um subsistema ou componente. O Quadro 7 apresenta exemplos de requisitos extraídas de Marx et al. (2010) alocados em cinco distintos blocos, que foram determinados a partir de um teste piloto com as informações.

Ribeiro e Milan (2004) afirmam que entrevistas qualitativas tendem a gerar uma vasta quantidade de informações. Espindola et al. (2005), Marx (2009), Pegoraro (2010) salientam que uma das dificuldades encontradas para gestão de requisitos é trabalhar com um grande volume de dados. Antes de avançar para o próximo passo do procedimento aqui proposto, no qual o entrevistado deverá ser solicitado para ponderar os requisitos de acordo com um grau de importância, faz-se necessário que a quantidade de requisitos gerados seja reduzida para um número adequado. A quantidade adequada não é definida, podendo essa variar em cada caso. Propõe que seja feito um teste piloto com 20 a 30 requisitos.

QUADRO 7 – Requisitos alocados em blocos

Código	Requisito (escrita reestruturada)	Bloco
D1.1	Os agentes de vendas devem ter estabelecimentos localizados próximos aos locais do cotidiano dos consumidores.	Processos e Estratégias
D2.1	Os agentes de vendas devem divulgar os estabelecimentos (mecanismos) para os consumidores.	
D1.10	Os fabricantes devem oferecer produtos sustentáveis com bom preço de aquisição em relação aos produtos tradicionais para os consumidores.	Tecnologias e Conhecimentos
D2.7	Os fabricantes devem projetar produtos sustentáveis com aroma, sabor, textura e aspecto visual agradáveis.	
D2.1	Os fabricantes devem projetar produtos sustentáveis que ofereçam praticidade de uso aos consumidores.	Insumos, Produtos e Resíduos
D2.4	Os fabricantes devem disponibilizar na embalagem uma adequada quantidade de informações sobre o produto sustentável.	
D2.9	Os consumidores devem saber lidar com a influência da falsa idéia de que um produto sustentável não atende as expectativas.	Sociedade e Conscientização
D2.11	Os consumidores devem conhecer os benefícios do uso dos produtos sustentáveis para a sociedade.	
D3.5	Os órgãos governamentais devem promover sistemas de coleta seletiva de lixo residencial.	Aspectos Políticos e Legais
D3.6	Os órgãos governamentais devem disponibilizar postos de coleta seletiva de lixo facilmente acessados pela sociedade.	

Sendo necessário, fazem-se ajustes na quantidade, entretanto parte-se do pressuposto que ponderar uma lista demasiadamente grande de requisitos poderia gerar desinteresse do entrevistado para contribuir com a pesquisa, perda de critérios e do senso de comparação e fadiga.

4.3 Analisar as informações/requisitos das partes envolvidas

Para analisar as informações das partes envolvidas e identificar as interfaces críticas foram selecionadas as práticas previstas em Gomes e Damázio (1992), Donaldson et al. (2006), Mourão (2006), e Passos et al. (2008). Do trabalho de Marx et al. (2010) extraiu-se uma lista com 37 requisitos alocados em 5 blocos distintos.

Em um teste piloto, constatou-se que havia dificuldade de analisar e atribuir graus de importância para os requisitos extraídos de Marx et al. (2010) em virtude da quantidade de itens da lista. Por essa razão, foi planejada a redução da quantidade de requisitos.

4.3.1 Redução da quantidade de requisitos

A redução da quantidade de requisitos é adaptado a partir do método de minimização heurística da interdependência de critérios de Gomes e Damázio (1992), Mourão (2006) e Passos et al. (2008). O Quadro 8 apresenta um exemplo de matriz quadrada preenchida após análise dos requisitos extraídos de Marx et al. (2010) alocados no bloco ‘sociedade e conscientização’.

QUADRO 8 – Matriz para análise da interdependência dos requisitos do bloco ‘sociedade e conscientização’

Código do requisito	D2.9	D2.11	D2.12	D3.1	D3.2	D3.3	D1.11	D1.12	D1.13	D1.15	D3.8
D2.9		IND	IND	IND	IND	IND	MINT	INT	INT	INT	IND
D2.11			IND	IND	IND	IND	INT	IND	IND	IND	IND
D2.12				IND	IND	IND	INT	MINT	INT	MINT	IND
D3.1					MINT	MINT	IND	IND	IND	IND	INT
D3.2						MINT	IND	IND	IND	IND	INT
D3.3							IND	IND	IND	IND	INT
D1.11								INT	INT	INT	IND
D1.12									INT	INT	IND
D1.13										INT	IND
D1.15											IND
D3.8											
LEGENDA: MINT = muito interdependentes, INT = interdependentes e IND = independentes											
D2.9 - Os consumidores devem saber lidar com a influência da falsa ideia que produto sustentável não atende expectativas.											
D2.11- Os consumidores devem conhecer os benefícios do uso dos produtos sustentáveis para a sociedade.											
D2.12- Os consumidores devem sentir prazer e bem-estar pelo uso de produtos sustentáveis.											
D3.1 - Os consumidores devem ter consciência e favorável opinião formada sobre as maneiras de descartar os produtos.											
D3.2 - Os consumidores devem ter hábitos e estilos de vida adequados para descartar os produtos.											
D3.3 - Os consumidores devem ter responsabilidade social e ambiental para o descarte de produtos.											
D1.11- Os consumidores devem ter consciência e favorável opinião formada sobre a aquisição de produtos sustentáveis.											
D1.12- Os consumidores devem sentir prazer e bem-estar pela aquisição de produtos sustentáveis.											
D1.13- Os consumidores devem ter hábitos e estilos de vida adequados para aquisição de produtos sustentáveis.											
D1.15- Os consumidores devem ter responsabilidade social e ambiental na aquisição de produtos sustentáveis.											
D3.8 - Os consumidores devem ter informações sobre o descarte correto dos produtos.											

As avaliações de interdependência entre pares de requisitos (parte acima da diagonal) devem ser realizadas pela equipe de projeto. No exemplo da matriz apresentada no Quadro 8, as avaliações foram realizadas pelo autor dessa pesquisa. Toda vez que houver muita interdependência ou interdependência moderada entre os requisitos, sugere-se que sejam feitas eliminações de requisitos (caso distintos requisitos são completos e estão mensurando características semelhantes do sistema) e/ou agregações de requisitos (caso distintos requisitos são incompletos, mas mesmo assim estão mensurando características semelhantes do sistema). No caso da equipe de projeto decidir eliminar requisitos, indica-se que opte pelos itens de menor relevância (medida através da incidência em que o requisito apareceu nos trechos da entrevista). Em casos que as incidências dos requisitos confrontados forem iguais, caberá a sensibilidade do analista da equipe de projeto para selecionar os requisitos que serão mantidos. As decisões são flexíveis visto que esse é um método heurístico subjetivo com análise caso a caso, entretanto o conjunto de requisitos resultantes deve ser completo e mínimo, contendo apenas itens independentes (GOMES, DAMÁZIO, 1992; MOURÃO, 2006; PASSOS et al., 2008).

Quando optado pelo agrupamento de requisitos, o novo requisito agrupado recebe o código dos três requisitos anteriores separados pelo sinal de adição, possibilitando a qualquer momento o rastreamento da informação original. Gomes e Damázio (1992) salientam que mesmo após a análise da matriz, poderá haver requisitos que não podem ser eliminados, apesar da interdependência com outro par, por razões particulares de cada projeto. Cabe a equipe de projeto fazer essa avaliação. Ainda assim, o exercício de minimização da interdependência enriquece muito o modelo de solução do problema. Após esse procedimento, o resultado será um conjunto reduzido de requisitos para cada bloco.

Verificam-se novamente os requisitos independentes resultantes, numa matriz, para analisá-los finalmente quanto à interdependência. Essa é uma etapa de revisão e refinamento para garantir que não haja requisitos interdependentes que possam ter sido esquecidos de serem tratados anteriormente. Repete-se o mesmo procedimento para cada bloco de requisitos e para cada entrevistado. O resultado são listas minimizadas de requisitos por respondente que poderão ser mais facilmente ponderadas.

4.3.2 Analisar as interfaces críticas

Para analisar as interfaces críticas foram selecionadas as práticas previstas no método *Customer Value Chain Analysis* (CVCA) de Donaldson et al. (2006). No CVCA, tradicionalmente as avaliações dos graus de importância das informações (fatores, requisitos, valores de negócio, entre outros) que configuram as interfaces entre partes envolvidas não possuem uma sistemática definida. Os critérios de avaliações são definidos de acordo com os objetivos de negócio ou de projeto e as atribuições dos graus de importância são realizadas pela equipe de projeto. Por essa razão, julgou-se necessário ponderar os requisitos, sendo usadas as práticas previstas em Aaker et al. (2001), Creveling et al. (2002).

4.3.2.1 Ponderação dos dados

Para a identificação das interfaces críticas entre distintas partes envolvidas para a sustentabilidade de um sistema-produto, faz-se necessário definir quais são os requisitos mais críticos sob o ponto de vista de cada entrevistado. Entende-se, nesse trabalho, que um determinado requisito é crítico quando representa um valor muito importante para alguma parte envolvida, que por sua vez é fundamental para o sistema (cadeia produtiva e de consumo) como um todo. Para realização dessa etapa, após a elaboração das listas

minimizadas de requisitos, solicita-se que cada entrevistado atribua um grau de importância para cada requisito da sua respectiva lista, sendo os requisitos críticos aqueles que forem contemplados com a maior importância.

Em função da quantidade de requisitos que se deseja ponderar (entre 20 e 30), indica-se nesse procedimento proposto que seja utilizada uma escala do tipo Likert para medir a importância dos requisitos em relação a sustentabilidade do sistema-produto. Propõe-se que a escala seja de 1 a 9 (números inteiros), através da qual 1 representa pouca importância, enquanto 9 significa muita importância. Todavia, cabe a equipe de projeto que defina de fato qual escala irá utilizar, podendo haver mudanças no tipo de escala em função de cada pesquisa.

Deve ser solicitado que os respondentes avaliem a lista de requisitos adequadamente para que não coloquem todas as importâncias semelhantes (perdendo assim a possibilidade de comparação), a não ser que os requisitos tenham de fato importâncias indiferentes. Além disso, é necessário salientar que as importâncias atribuídas devem ser relacionadas com a sustentabilidade do sistema de produção e consumo e o cenário em que o grupo que o respondente representa está inserido. A lista de requisitos pode ser disponibilizada para os entrevistados via e-mail, através de um *website*, ou pessoalmente.

Ao final dessa etapa, a equipe de projeto deve ter as informações do sistema-produto organizadas em planilhas, como o resultados do teste piloto realizado a partir das informações extraídas de Marx et al. (2010) sobre os consumidores orientados ecologicamente, conforme Quadro 9.

A partir da realização do teste piloto com as informações extraídas de Marx et al. (2010) sobre os consumidores orientados ecologicamente, percebeu-se que alguns requisitos são relacionados com partes envolvidas que não podem ser identificadas explicitamente pela leitura do texto. Todavia, as partes envolvidas são relacionadas implicitamente com esse requisito e foram sugeridas pelo autor dessa pesquisa. Essas partes envolvidas que foram sugeridas pelo autor estão destacadas no Quadro 9 com um asterisco.

QUADRO 9 – Planilha com requisitos ponderados e alocados em blocos a partir de Marx et al. (2010)

Código	Requisitos selecionados	Importância e partes envolvidas	
Bloco: Processos e Estratégias			
D1.4	Os agentes de vendas devem oferecer estabelecimentos (ou outro meio de comercialização) esteticamente agradáveis.	6	Agentes de Vendas, Consumidores*
D1.5	Os agentes de vendas devem oferecer benefícios (parcelamento, descontos, promoções, entrega domiciliar) para os consumidores.	7	Agentes de Vendas, Consumidores
D1.6	Os agentes de vendas devem ser confiáveis em relação à divulgação e venda dos produtos para os consumidores.	9	Agentes de Vendas, Consumidores
D1.7	Os agentes de vendas devem evidenciar a exposição dos produtos sustentáveis nos estabelecimentos (ou outro meio de comercialização) para os consumidores.	8	Agentes de Vendas, Consumidores
D1.14	Os agentes de vendas devem possibilitar que os consumidores adquiram distintos produtos sustentáveis (ou acessem distintos estabelecimentos/ou outro meio de comercialização) com comodidade e pouca necessidade de deslocamento.	7	Agentes de Vendas, Consumidores
D3.9	A sociedade e os consumidores devem ter ganhos econômicos com os resíduos destinados para agentes de valorização.	6	Sociedade, Consumidores, Agentes de valorização
Bloco: Tecnologias e Conhecimentos			
D1.10	Os fabricantes devem oferecer produtos sustentáveis com bom preço de aquisição em relação aos produtos tradicionais para os consumidores.	7	Manufaturadores, Consumidores
D2.3	Os fabricantes devem projetar produtos sustentáveis com adequada eficiência em relação aos produtos tradicionais.	8	Manufaturadores
Bloco: Insumos, Produtos e Resíduos			
D2.1	Os fabricantes devem projetar produtos sustentáveis que ofereçam praticidade de uso aos consumidores.	8	Manufaturadores, Consumidores
D2.4	Os fabricantes devem disponibilizar na embalagem uma adequada quantidade de informações sobre o produto sustentável.	8	Manufaturadores
D2.5	Os fabricantes devem projetar produtos sustentáveis que promovam o ambiente e a saúde da sociedade.	9	Manufaturadores, Sociedade
D3.4	Os consumidores devem conseguir descartar adequadamente os produtos através de poucas operações.	7	Consumidores
Bloco: Sociedade e Conscientização			
D1.11	Os consumidores devem ter consciência e favorável opinião formada sobre a aquisição de produtos sustentáveis.	8	Consumidores
D1.12	Os consumidores devem sentir prazer e bem-estar pela aquisição de produtos sustentáveis.	8	Consumidores
D2.11	Os consumidores devem conhecer os benefícios do uso dos produtos sustentáveis para a sociedade.	6	Consumidores, Sociedade
D3.3	Os consumidores devem ter responsabilidade social e ambiental para o descarte de produtos.	9	Consumidores
D3.8	Os consumidores devem ter informações sobre o descarte correto dos produtos.	7	Consumidores
Bloco: Aspectos Políticos e Legais			
D3.5	Os órgãos governamentais devem promover sistemas de coleta seletiva de lixo residencial.	8	Órgãos governamentais
D3.6	Os órgãos governamentais devem disponibilizar postos de coleta seletiva de lixo facilmente acessíveis pela sociedade.	8	Órgãos governamentais, Sociedade
D3.10	Os órgãos governamentais devem promover o reuso e o correto descarte dos produtos.	7	Órgãos governamentais

A partir de planilhas como essa do Quadro 9, com a lista de requisitos por entrevistado, é possível avançar para a apresentação e análise das interfaces, consolidando os resultados.

4.4 Consolidação dos resultados e análise das interfaces críticas

Para consolidação dos resultados foram selecionadas as práticas revistas nos métodos Donaldson et al. (2006) e Krucken (2009).

A forma de apresentação dos resultados deve permitir que sejam visualizadas as interfaces críticas entre partes envolvidas e fatores que favorecem e desfavorecem um sistema-produto sustentável. Por essa razão, propõe-se que sejam elaborados dois tipos de mapas do cenário relacionado com o sistema-produto. O primeiro tipo de mapa deve ser elaborado para cada entrevistado, contemplando os fatores das distintas partes envolvidas sob a perspectiva de cada respondente. O outro tipo de mapa é geral, devendo ser apenas um para todos os respondentes contendo somente as interfaces mais críticas entre as partes envolvidas do sistema-produto.

A proposta consiste em iniciar a elaboração do mapa de cada entrevistado com as partes envolvidas nas fases do ciclo de vida de um determinado sistema-produto. Algumas fases poderão ter mais de uma parte envolvida, como por exemplo, na fase de manufatura, na qual pode haver fabricantes de insumos primários, fabricantes de embalagens, e finalmente o fabricante do produto final. Além disso, poderá uma parte estar envolvida em mais de uma fase, como no caso de um fabricante de produto que também recicla suas embalagens e distribui seus produtos. A Figura 2 apresenta um exemplo de cadeia produtiva e de consumo dos produtos de higiene, sugerido com base no sistema-produto do estudo de caso de Marx et al. (2010) e as fases do ciclo de vida (Figura 1).

Na Figura 2, as setas tracejadas indicam os fluxos de recursos materiais, enquanto que as caixas representam as partes envolvidas diretamente nas fases do ciclo de vida do produto pesquisado. Posteriormente devem ser inseridas no desenho todas as partes não relacionadas diretamente com os fluxos e as fases do ciclo de vida do produto, mas que estão contempladas na lista de requisitos minimizada do entrevistado e são envolvidas indiretamente no sistema-produto. Exemplos de partes envolvidas indiretamente nas fases do ciclo de vida são instituições de ensino e pesquisa, órgãos governamentais e reguladores, comitês, entre outros. Normalmente essas partes envolvidas não possuirão fluxos de recursos materiais, por conseguinte não estarão ligados por setas tracejadas.

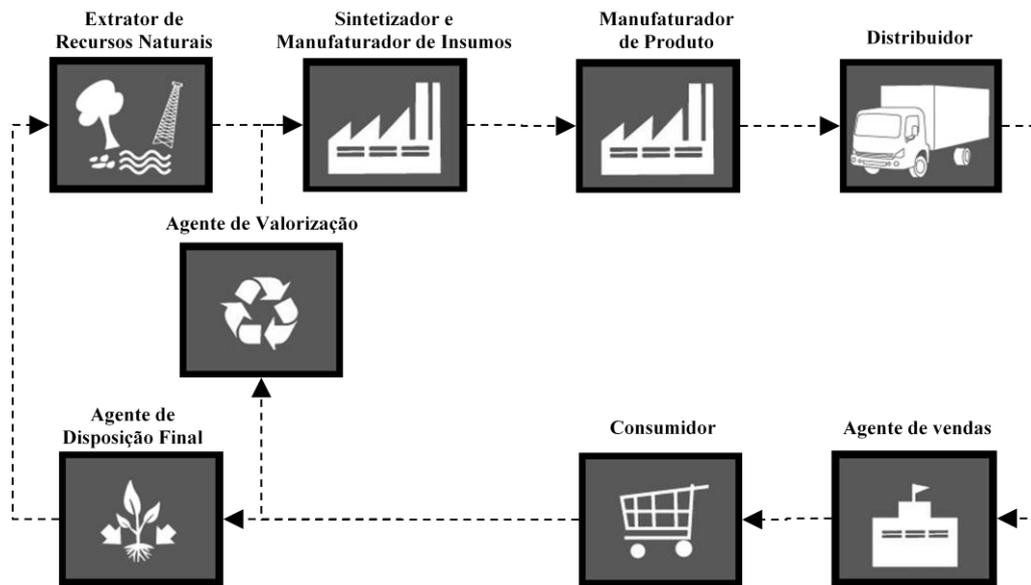


FIGURA 2 – Exemplo de cadeia produtiva e de consumo dos produtos de higiene

Em seguida, devem ser registrados no mapa do cenário para cada entrevistado os requisitos, configurando as interfaces sob a perspectiva de cada respondente. Propõe-se que a representação visual de cada interface seja uma linha cheia, com fechas indicando o sentido da ação, interligando as partes relacionadas com o respectivo requisito e código do trecho da entrevista. O sentido da flecha parte da parte envolvida que é responsável pela ação indicada pelo requisito. Linhas que saem de distintas partes envolvidas em direção a um requisito sugerem necessidade de cooperação para atender o requisito.

Além disso, é indicado que seja escolhida uma forma de representar visualmente no mapa a importância de cada requisito (criticidade da interface). Essas representações podem ser realizadas com um escala de cores, por diferentes espessuras das linhas cheias, ou inserindo caixas de texto com as importâncias. Para ajudar a elucidar o que se propõe, a Figura 3 apresenta uma sintaxe com o mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza sob a perspectiva dos Consumidores eco-orientados (obtido a partir do teste piloto com os dados de Marx et al., 2010 – quadro 9).

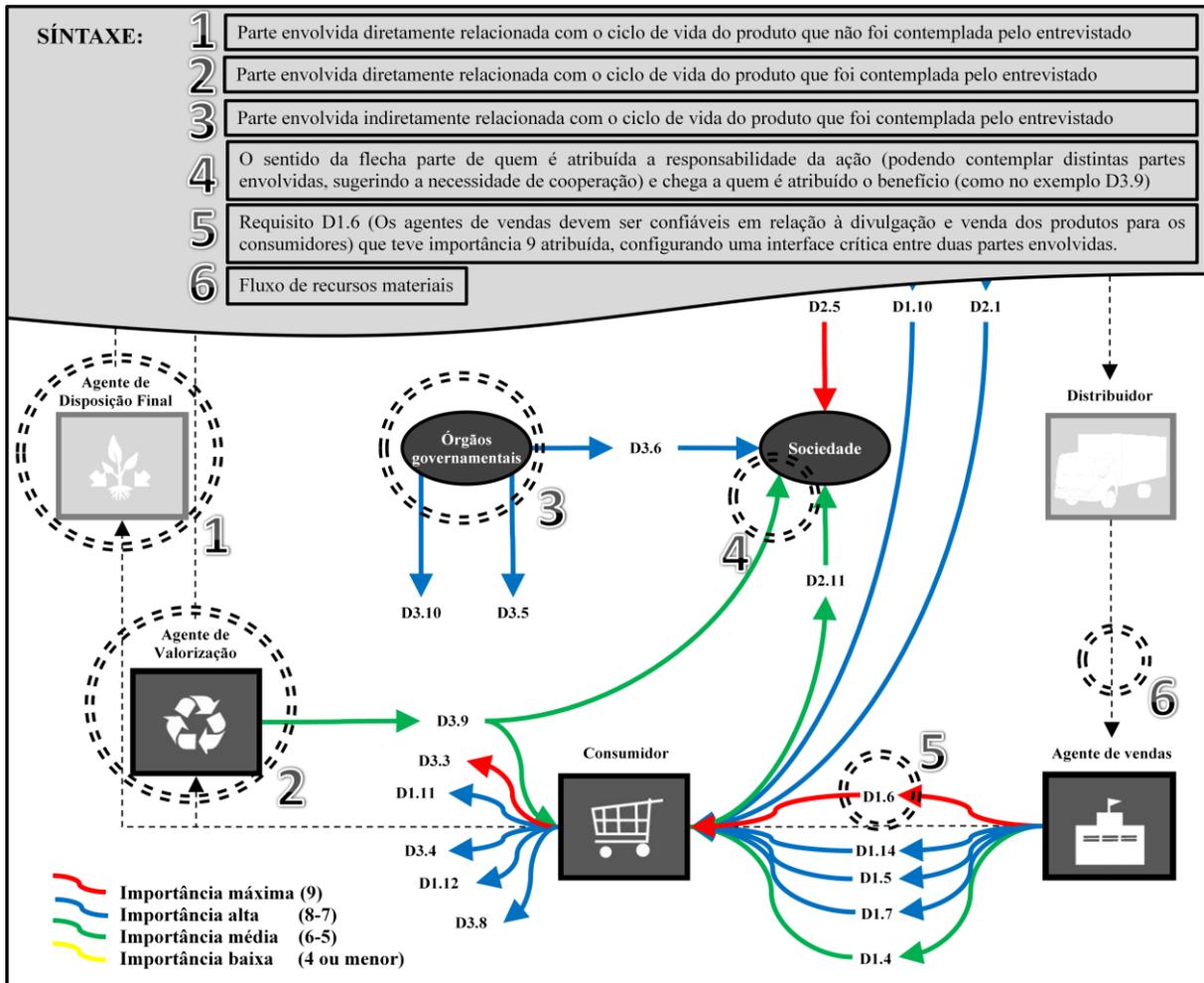


FIGURA 3 – Sintaxe de representação visual do mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _perspectiva dos Consumidores eco-orientados (obtido a partir dos dados de Marx et al. (2010))

Caso uma determinada parte envolvida diretamente com as fases do ciclo de vida do produto não estiver contemplada na lista de requisitos do entrevistado, propõe-se que a caixa que representa aquela parte envolvida apareça em tom claro. As partes envolvidas citadas devem aparecer em tom escuro. Assim, será imediata a identificação visual das partes envolvidas contempladas e não contempladas como fundamentais para atingir os objetivos da sustentabilidade sob a perspectiva de cada entrevistado. Repete-se a elaboração do mapa do cenário para cada entrevistado.

Por fim, desenvolvidos os mapas para cada entrevistado, propõe-se que seja realizado um mapa geral do cenário do sistema-produto contendo somente as interfaces críticas (requisitos de mais alto grau de importância atribuído) de todos os respondentes. Para n entrevistados, serão elaborados $n+1$ mapas do cenário do sistema-produto.

A análise final dos resultados poderá contemplar a comparação entre os mapas, denominada por Ribeiro e Milan (2004) como comparação interna (entre categorias), ou com a literatura, denominada de comparação teórica. A comparação interna consiste em analisar as informações entre categorias, tendo em vista que devem ser entrevistadas pessoas pertencentes a mais de uma categoria (ou grupo). A comparação teórica confronta as respostas dos entrevistados com teorias que antecipam comportamentos e respostas associadas a determinadas categorias (ou grupos).

A interpretação do mapa geral considera que as partes envolvidas que contêm maior número de requisitos (linhas) são mais críticos; as partes envolvidas que não possuem requisitos (linhas) não foram considerados de alta criticidade, entretanto os projetistas deverão rever a criticidade dessas nas fases subsequentes de desenvolvimento. Os resultados devem ser formalizados em um documento (*briefing* de projeto) que será usado pela equipe nas fases subsequentes de desenvolvimento, assim a equipe deverá utilizar os resultados para projetar o sistema-produto.

5. Considerações finais

O procedimento em questão foi planejado a partir de abordagens relevantes para o tema projeto de produto. O método proposto por Donaldson et al. (2010) e Marx et al. (2010) foram as bases principais para o desenvolvimento do procedimento, apoiados por autores que tratam dos sistemas de produção e consumo, a sustentabilidade, a cadeia de valor das partes envolvidas e gestão de requisitos, para atender os objetivos da fase de definição de produto, numa perspectiva de sustentabilidade. O procedimento proposto contribui para o projeto de sistema-proposto considerando os pressupostos sobre as relações entre as demandas das distintas partes envolvidas com cada fase do ciclo de vida do produto, não somente com a fase de uso, além da interdependência entre essas partes envolvidas.

Após o conjunto de atividades da fase de definição de produto ser convertido em quatro objetivos do novo procedimento proposto, e esses serem desdobrados em passo a passo, é possível que seja proposto o procedimento de identificação das interfaces críticas entre partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto. A proposta do procedimento consiste em oito etapas: (I) Definir os pressupostos das entrevistas; (II) Selecionar entrevistados; (III)

Elaborar instrumento para coleta de dados; (IV) Registrar dados; (V) Tratar dados; (VI) Reduzir quantidade de requisitos; (VII) Ponderar os dados; (VIII) Analisar as interfaces críticas.

Diferente do método CVCA proposto por Donaldson et al. (2006), que é orientado pelos valores dos administradores e diretrizes do negócio, esse procedimento é baseado em entrevistas individuais, tornando assim o analista menos dependente do entendimento dos fatores críticos previamente a avaliação do sistema-produto. Durante as etapas iniciais da aplicação, na medida em que as entrevistas individuais são realizadas, o analista obtém conhecimento dos fatores que favorecem e desfavorecem as partes envolvidas a agirem de forma que a sustentabilidade possa ser atingida. Isso faz com que o analista (ou equipe de projeto) não necessite ter a mesma percepção exigida na CVCA.

Através do método CVCA, as interfaces entre as partes envolvidas são verificadas a partir dos fluxos que são extraídos dos pressupostos do modelo de negócio da empresa interessada na aplicação do método. Pode-se considerar que os fluxos representam apenas valores percebidos pelos administradores da empresa ou analista que aplica o método. No procedimento aqui proposto as interfaces provêm de requisitos sob o ponto de vista de diversas partes envolvidas, sendo que cada requisito representa uma propriedade ou um atributo necessário e positivo do sistema e que tenha valor para aquela determinada parte (YOUNG, 2003).

A aplicação do procedimento proposto permite, portanto que o pesquisador explore de forma abrangente os fatores que favorecem e desfavorecem o atendimento dos objetivos da sustentabilidade, e com isso identifique as interfaces críticas entre partes envolvidas no sistema-produto sustentável. Possivelmente, o procedimento proposto poderia ser adaptado e planejado para coletar dados a partir de grupos focados (RIBEIRO, MILAN, 2004), ou entrevista em grupo (GIL, 2008). O procedimento de coleta de dados a partir de um grupo contribui para a aquisição de informações mais completas, soluções ideais, e debates mais profundos. Todavia, dificilmente seria possível reunir em uma mesma sessão todos os respondentes de interesse, que normalmente possuem cargos de gerência e agendas cheias de compromissos (RIBEIRO, MILAN, 2004).

Visto que o procedimento aqui proposto é baseado em coleta de dados com amostragem não estatisticamente representativa, é importante ressaltar que os resultados do procedimento não dão margem a generalizações.

O planejamento do instrumento de coleta de dados foi adaptado do método de Marx et. al (2010), que mostrou-se eficiente para o levantamento de fatores que favorecem e desfavorecem para que um determinado agente haja de forma que os objetivos da sustentabilidade possam ser atingidos. Diferente do método das autoras, o autor dessa pesquisa tem interesse no levantamento de informações não apenas sob o ponto de vista dos consumidores, mas sim em contemplar todas as partes envolvidas no ciclo de vida do sistema-produto. Esse procedimento é mais abrangente e pode ser considerado mais adequado em relação ao levantamento de informações da cadeia de valor completa do produto.

Além disso, o procedimento aqui proposto incorpora uma etapa de redução do volume de informações geradas após o levantamento de requisitos das partes envolvidas. Essa foi justamente uma das dificuldades encontradas na gestão de requisitos apontadas por Espindola et al. (2005), Marx (2009), Pegoraro (2010), previamente a fase de definição do sistema-produto. No procedimento proposto é realizada uma adaptação do método de minimização heurística da interdependência de critérios de Gomes e Damázio (1992), Mourão (2006) e Passos et al. (2008), para reduzir a quantidade de informações e facilitar a incorporação das mesmas em projetos.

Por fim, após planejamento da forma de análise dos resultados, foi possível a partir dos dados do estudo piloto de Marx et al. (2010) que as comparações permitam verificações de diferenças entre os pontos de vista e perspectivas das distintas partes envolvidas no mesmo sistema-produto. Entretanto, será necessário aplicar o procedimento a um conjunto maior de entrevistados para verificar a validade das práticas propostas.

Agradecimentos

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio que foi disponibilizado, viabilizando essa pesquisa.

Referências

- AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. S. **Pesquisa de marketing**. São Paulo: Atlas, 2001, 745p.
- ALMEIDA, Fernando. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

- BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
- BELEI, Renata A. et al. O uso de entrevista, observação e videogravação em pesquisa qualitativa. **Cadernos de Educação FaE/PPGE/UFPeL**, Pelotas, v. 30, p. 187-199, 2008.
- BONSIEPE, Guy. **Metodologia experimental: desenho industrial**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1984.
- CAPRA, Fritjof. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 2006.
- CLEMENTE, A. **Planejamento do negócio: como transformar idéias em realizações**. Rio de Janeiro: Lucerna, 2004.
- CREVELING, C. M.; SLUTSKY, J.; ANTIS, D. **Design for Six Sigma: in technology and product development**. New Jersey: Prentice Hall PTR, 2002.
- CROSS, Nigel. **Engineering design methods: strategies for product design**. 4th ed. England: John Wiley & Sons, 2008.
- DONALDSON, Krista M.; ISHII, Kosuke; SHEPPARD, Sheri D. **Customer value chain analysis. Research in Engineering Design**, London, v. 16, p. 174-183, 2006.
- DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 24, p. 213-225, 2004.
- ESPINDOLA, Rodrigo et al. Uma abordagem baseada em gestão do conhecimento para gerência de requisitos em desenvolvimento distribuído de software. In: VIII WORKSHOP ON REQUIREMENTS ENGINEERING, 2005, Porto. Proceedings on the VIII Workshop on Requirements Engineering. Porto: WER, 2005. p. 87-99.
- INSTITUTO ETHOS DE EMPRESAS E RESPONSABILIDADE SOCIAL. **Responsabilidade social empresarial - percepção do consumidor brasileiro**. São Paulo: Instituto ETHOS de Empresas e Responsabilidade Social, 2004. 50 p.
- FERRAZ, João Carlos; KUPFER, David; HAGUENAUER, Lia. **Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria**. Rio de Janeiro: Campus Ltda., 1996.
- FUAD-LUKE, Alastair. **Manual de Diseño Ecológico**. Palma de Mallorca: Ed. Cartago S.L., 2002.
- GALBRAITH, Jay R. **Organizando para competir no futuro**. São Paulo: Makron Books, 1995.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOMES, Antônio do Nascimento. **Sustentabilidade de empresas de base florestal: o papel dos projetos sociais na inclusão das comunidades locais**. 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) –Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- GOMES, L. F. A. M.; DAMÁZIO, H. N.. **Minimização Heurística da Interdependência entre Critérios no Auxílio à Decisão. Uma Aplicação à Decisão sobre Seguro Ambiental para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos**. Working paper, Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio, Rio de Janeiro, outubro.
- HANSEN, C. T.; ANDREASEN, M. M. On the content and nature of design objects in designing. In: INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE, 11., 2010, Cavtat-Dubrovnik. **Proceedings of XXI IDC**. Cavtat-Dubrovnik: Design Society, 2010. p. 761-770.
- HARDI, P.; ZDAN, T. **Assessing sustainable development: principles in practice**. Winnipeg: IISD, 1997.
- KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005.
- KOTA, Srinivas; CHAKRABARTI, Amaresh. Use of DfE methodologies and tools – major barriers and challenges. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 16., 2007, Paris. **Proceedings of XVI ICED**. Paris: Indian Institute of Science, 2007. (cd-rom)
- KRUCKEN, Lia. **Design e território: valorização de identidades e produtos locais**. São Paulo: Studio Nobel, 2009.
- LAGES, N. S.; NETO, A. V. Mensurando a consciência ecológica do consumidor: um estudo realizado na cidade de Porto Alegre. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPAD, 26., 2002, Salvador. **Anais do 26. ENANPAD**. Salvador: ANPAD, 2002. (cd-rom).

- MALHEIROS, Tadeu F.; PHILIPPI Jr., Arlindo; COUTINHO, Sônica M. V.. Agenda 21 Nacional e Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: contexto brasileiro. **Saúde Social**. São Paulo, v.17, n.1, p.7-20, 2008.
- MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 719p.
- MANZINI, E. J. A entrevista na pesquisa social. **Didática**, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, [s.m.], 1991
- MARGOLIN, Victor. **O design e a situação mundial**. Rio de Janeiro: UERJ/ESDI, 1998. Arcos – design, cultura, material e visualidade, v. 1.
- MARX, Ângela Maria. **Proposta de método de engenharia de requisitos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. 2009. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- MARX, Ângela Maria; PAULA, Istefani Carísio de; SUM; Fabiane. Sustainable Consumption in Brazil: identification of preliminary requirements to guide product development and the definition of public policies. **Natural Resources Forum**, United Nations, v. 34, n. 1 p. 51-62, 2010.
- MASERA, Diego. Rumo ao consumo sustentável na América Latina e Caribe. In: WORKSHOP SOBRE CONSUMO SUSTENTÁVEL NA AMÉRICA LATINA E CARIBE, 2001, São Paulo. **Publicação de base para o workshop sobre consumo sustentável na América Latina e Caribe**. São Paulo: PNUMA/UNEP, 2001. p. 1-34.
- McDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Remaking the way we make things: cradle to cradle**. New York: North Point Press, 2002.
- MINTZBERG, Henry. **Criando organizações eficazes**. São Paulo: Atlas, 1995.
- MIZUNO, S.; AKAO, Y. **QFD: the customer-driven approach to quality planning and development**. Tokyo: Asian Productivity Association, 1994. 365p.
- MOURÃO, Yuri B. **Priorização de projetos de pesquisa e desenvolvimento na indústria do petróleo: uma aplicação da teoria dos prospectos**. Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc, 2006.
- NORO, Greice de Bem et al. Sustentabilidade: uma visão baseada em stakeholders. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6., 2010, Rio de Janeiro. **Anais do VI CNEG**. Rio de Janeiro: UNIFRA, 2010.
- PASSOS, Aderson Campos; SANTOS, Felipe Silva Plácido dos; MELLO, Fábio Pinhão. **O método de minimização heurística da interdependência entre critérios no auxílio à tomada de decisão aplicado à seleção de escolas**. Rio de Janeiro: SPOLM, 2008.
- PEGORARO, Camila. **Diretrizes para a gestão de requisitos no processo de projeto de ambientes construídos: um estudo de caso com enfoque nos requisitos ambientais**. 2010. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- PEROBA, Ana Rita Valverde. **Design social: um caminho para o designer de moda?** 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2008.
- PESSOA JR., Osvaldo. **Auto-organização e complexidade: uma introdução histórica e crítica**. 2001. 52 p. Pesquisa para Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001. Disponível em: <www.fflch.usp.br/df/opessoa/AO&C-tex.pdf>. Acesso em: 15 abr 2010.
- PETETIN, F.; BERTOLUCI, G.; BOCQUET, C. A value approach in innovative product development: are conventional methods and tools sufficient? In: INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE, 11., 2010, Cavtat-Dubrovnik. **Proceedings of XXI IDC**. Cavtat-Dubrovnik: Design Society, 2010. p. 403-412.
- RIBEIRO, J. L.; ECHEVESTE, M. E.; DANILEVICZ, A. M. **A utilização do QFD na otimização de produtos, processos e serviços**. Porto Alegre: PPGEP/UFRGS, 2000. Série Monográfica.
- RIBEIRO, José Luis Duarte; MILAN, Gabriel Sperandio. **Entrevistas individuais: teoria e aplicações**. Porto Alegre: FEEng/UFRGS, 2004.
- ROBERTS, J.A. Green consumers in the 1990s: profile and implications for advertising. **Journal of Business Research**, New York, v. 36, n. 3, p. 217–231, July, 1996.

SCHENDEL, Christoph; BIRKHOFER, Herbert. Implementation of design for environment principles and methods in a company – practical recommendations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 16., 2007, Paris. **Proceedings of XVI ICED**. Paris: Indian Institute of Science, 2007. (cd-rom)

SHRUM, L. J.; McCARTY, J. A.; LOWREY, T. M. Buyer characteristics of the green consumer and their implications for advertising strategy. **Journal of Advertising**, Memphis, v. 24, p. 71–82, summer 1995.

STONER, R. **Teoria geral da administração**. São Paulo: Makron Books, 1999.

THACKARA, John. **Plabo B: o design e as alternativas viáveis em um mundo complexo**. São Paulo: Saraiva, 2008.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Design for sustainability a practical approach for developing economies**. Paris: UNEP, 2006.

VERMIER, I.; VERBEKE, W. Sustainable food consumption: exploring the consumer “attitude-behavioral intention” gap. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Florida, v. 19, n. 2, p. 169–194, april, 2006.

VEZZOLLI, Carlo; MANZINI, Ezio. **Design for environmental sustainability**. London: Springer, 2008.

YOUNG, R. **The requirements engineering handbook**. Norwood: Artech House, 2003.

CAPÍTULO 4

5. ARTIGO 3: IDENTIFICAÇÃO DAS INTERFACES CRÍTICAS ENTRE AS PARTES ENVOLVIDAS COM O CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA-PRODUTO SUSTENTÁVEL - ESTUDO DE CASO

Remete as seguintes partes do protocolo:

(C) PROCEDIMENTO DE CAMPO

- Seleção do(s) caso(s)
- Definição dos pressupostos das entrevistas
- Seleção dos entrevistados
- Aplicação do instrumento de coleta de dados
- Registro de dados
- Tratamento dos dados
- Ponderação dos dados
- Análise de interfaces críticas e relato final

**IDENTIFICAÇÃO DAS INTERFACES CRÍTICAS ENTRE AS PARTES
ENVOLVIDAS COM O CICLO DE VIDA DE UM SISTEMA-PRODUTO
SUSTENTÁVEL - ESTUDO DE CASO**

HOPPE, Daniel Augusto. danihoppe@producao.ufrgs.br

Orientadora: PAULA, Istefani Carísio de. istefani@producao.ufrgs.br

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Resumo: Projetar produtos efetivamente sustentáveis é uma atividade complexa que envolve gerenciar as demandas e necessidades das partes envolvidas, inter-relacionadas no sistema, considerando os aspectos social, ambiental e econômico de forma balanceada. Esse trabalho teve o objetivo geral de aplicar um procedimento sistemático de identificação das interfaces críticas entre partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto a uma situação real. O método de pesquisa teve abordagem quali-quantitativa, sendo realizado um estudo de caso em um sistema de produção e consumo de produtos de higiene e limpeza do Rio Grande do Sul. Os principais resultados foram o levantamento dos fatores determinantes para atingir a sustentabilidade sob a perspectiva de diversos entrevistados e a identificação das interfaces críticas entre as partes envolvidas no sistema pesquisado. Os fatores destacados envolvem a capacitação dos profissionais, o fomento em pesquisas, os sistemas de coleta de lixo e as maneiras de descartar produtos. Os fabricantes de produtos e os consumidores tiveram a maior incidência de interfaces críticas apontadas para atingir a sustentabilidade. Embora o procedimento tenha aparentemente indicado interfaces críticas, trata-se de um estudo exploratório e os pesquisadores indicaram desdobramentos futuros para o mesmo.

Palavras-chave: ciclo de vida; método de projeto; partes envolvidas; sistema-produto; sustentabilidade.

IDENTIFICATION OF CRITICAL INTERFACES AMONG STAKEHOLDERS IN THE LIFE CYCLE OF A SUSTAINABLE PRODUCT-SYSTEM - CASE STUDY

Abstract: To effectively project sustainable products is a complex activity that involves managing the demands and needs of stakeholders, in an inter-related system, considering the social environmental and economic aspects in a balanced way. The overall goal in this paper is the experience of a systematic procedure in a real case for identifying the critical interfaces between the stakeholders involved with the life cycle of a product-system. The research method is exploratory and a qualitative and quantitative approach was adopted. The research method was a case study with exploratory purposes using a qualitative-quantitative approach. Interviews were performed with stakeholders from a hygiene and cleanliness production and consumption system, from Rio Grande do Sul State in Brazil. Critical factors highlighted by the procedure include: professional training, research funding, the waste-collection systems and people behavior in relation to product discard. The manufacturers of products and the consumers had the highest incidence of critical interfaces to achieve sustainability goals. Although the procedure indicated critical interfaces, this is an exploratory study and future directions were indicated by the researchers.

Keywords: life cycle; design method; stakeholders; product-system; sustainability.

1. Introdução

Estudos demonstram que o resultado final da sustentabilidade de um produto pode ser prejudicado pelo não comprometimento das partes envolvidas com os objetivos da sustentabilidade, desde a fase de extração das matérias-primas até o descarte final ou revalorização do produto. Roberts (1996) afirma que, em relação ao consumidor final, por exemplo, é necessário conhecer seu comportamento, identificando fatores que o motivam e desmotivam a agir de forma sustentável. Almeida et al. (2009) salientam que apesar da consciência dos consumidores, na maioria dos casos esses estão apenas interessados no preço e na qualidade funcional dos produtos.

O Instituto Akatu é uma organização não governamental sem fins lucrativos que trabalha pela conscientização e mobilização da sociedade para o consumo consciente. Conforme Instituto Akatu Pelo Consumo Consciente (2009), grande parte dos consumidores não agem sustentavelmente porque depositam sua consciência apenas sobre a fase de compra, quando a realizam. Consumir implica em um processo de múltiplas etapas que, normalmente, é realizado de modo automático e, muitas vezes, impulsivo. O mais comum é as pessoas associarem consumo a compras, o que está correto, mas incompleto, pois não engloba todo o sentido do verbo. A compra é apenas uma etapa do consumo. Antes dela, os consumidores devem decidir o que consumir, por que consumir, como consumir e de quem consumir. Depois de refletir a respeito desses aspectos é que deve ocorrer a compra. E após a compra, existem as etapas de uso e descarte do que foi adquirido. Para o Instituto Akatu Pelo Consumo Consciente (2009), muitos consumidores deixam de refletir e agir conscientemente em todas as etapas, além da compra.

Marx et al. (2010) realizaram pesquisa junto a grupo de consumidores eco-orientados da cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, e identificaram fatores que motivavam e desmotivavam os mesmos a agir de forma sustentável com respeito às fases de aquisição, uso e descarte, do ciclo de vida de produtos de higiene e limpeza. Dentre eles, se incluem: fatores relacionados com falta de informações sobre correto descarte de produtos, falta de conhecimento sobre ecologia, fatores ligados à qualidade dos produtos sustentáveis (preço, aparência, disponibilidade, variedade, eficiência), fatores ligados aos estabelecimentos de venda (forma de exposição do produto, propaganda, localização do estabelecimento,

disponibilidade de estabelecimentos), problemas relacionados com os sistemas de coleta do lixo, entre outros.

Os fatores identificados por Marx et al. (2010) foram convertidos em requisitos e para cada requisito foram identificadas as partes envolvidas. Desta forma, o procedimento de identificação de fatores e conversão em requisitos revelou que as ações de outras partes envolvidas com o ciclo de vida do produto como: fabricantes, varejistas, órgãos municipais encarregados da limpeza urbana, órgãos responsáveis por campanhas de esclarecimento da população e outros; fazem interface com as ações dos consumidores finais e foram consideradas críticas para a sustentabilidade, sob o ponto de vista destes consumidores. Autores estimam que se as distintas partes envolvidas com o ciclo de vida do sistema produto não agirem de forma a atingir os objetivos da sustentabilidade, dificilmente um produto será sustentável (THACKARA, 2008; NORO et al., 2010). Sob o ponto de vista de projeto de produto, a ênfase de projeto deve ser ampliada além dos esforços de marketing em levantar necessidades da fase de uso do produto em direção a todo o ciclo de vida. Trata-se da concepção não de um produto, mas do produto em seu sistema (McDONOUGH, BRAUNGART, 2002; KAZAZIAN, 2005; KOTA, CHAKRABARTI, 2007; SCHENDEL, BIRKHOFER, 2007; VEZZOLLI, MANZINI, 2008; HANSEN, ANDREANSEN, 2010).

A análise dos fatores que motivam e desmotivam consumidores finais, no trabalho de Marx et al. (2010), revelam os elementos do sistema no qual o produto analisado está inserido. Alguns elos ou partes envolvidas com este sistema são óbvios como fabricantes e varejistas, no entanto, percebe-se a partir da interpretação dos fatores apontados, que o projeto do sistema deveria considerar as necessidades de outras partes envolvidas não diretamente relacionadas com o ciclo de vida do produto, como órgãos municipais de limpeza urbana, órgãos responsáveis por criar programas de conscientização e orientação ecológica entre outros. Poder-se-ia dizer que, as ações integradas entre estas partes percebidas pelos consumidores finais podem ser críticas para o sucesso do sistema. Algumas questões são suscitadas pelo trabalho de Marx et al. (2010). Considerando o ponto de vista das demais partes envolvidas com o ciclo de vida do produto estas interfaces são as mesmas? Como identificar as interfaces críticas para um dado sistema-produto?

O método de projeto de Donaldson et al. (2006) denominado *Customer Value Chain Analysis* (CVCA) indica uma forma de análise de interfaces críticas durante a fase de definição do

produto, tomando por informação de partida os diferenciais competitivos do modelo de negócio no qual o produto está sendo projetado. Publicações sobre *Product Service System* (PSS) demonstram que os autores definem as partes envolvidas com o sistema-produto em desenvolvimento, mas não detalham de que forma estas partes foram escolhidas como relevantes (VAN HALEN et al., 2005; VEZZOLLI, MANZINI, 2008).

Assim sendo, o objetivo geral deste artigo é aplicar um procedimento sistemático de identificação das interfaces críticas entre as partes envolvidas com um sistema-produto. O procedimento foi desenvolvido a partir da hipótese de que o levantamento e análise dos fatores que motivam e desmotivam as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema produto, pode se tornar um procedimento para identificação de interfaces para o projeto deste sistema. Os objetivos específicos incluem: levantar os fatores que favorecem e desfavorecem as partes envolvidas de um dado sistema a agirem de forma a atingir os objetivos da sustentabilidade e analisar as interfaces resultantes.

O método de pesquisa adotado nesse trabalho, no que se refere ao objetivo, é um estudo de caso com fins exploratórios e o procedimento técnico tem abordagem quali-quantitativa. Essa pesquisa está delimitada pela aplicação do procedimento de suporte para as atividades projetuais em apenas um sistema-produto, mais especificamente entre seis partes envolvidas com o ciclo de produção e consumo de produtos de higiene e limpeza, de empresas do Rio Grande do Sul. Os resultados não são, portanto, generalizáveis para sistemas semelhantes. A escolha da linha de produtos do estudo de caso está relacionada com o impacto ambiental do amplo uso de produtos de higiene e limpeza pelas populações (AZEVEDO, CHASIN, 2004; STRUJAK, VIDAL, 2006; TEIXEIRA, CARTONILHO, 2007; SANTOS et al., 2009), e por fazer parte de uma linha de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGEP/UFRGS).

O trabalho está dividido e é apresentado em três etapas, sendo: (I) revisão bibliográfica; (II) método e, por fim, (III) apresentação dos resultados e considerações finais.

2. O sistema de produção e consumo dos produtos de higiene e limpeza

Os sistemas de produção e consumo dos produtos de higiene e limpeza são reconhecidos, entre outros aspectos, por serem extremamente danosos ao meio ambiente e, principalmente, por serem fundamentais para o atendimento das necessidades básicas do cotidiano de toda a população. Segundo Dormer (1995) e Forty (2007), a sociedade atingiu altos padrões de exigência de higiene e limpeza e isso proporciona para as empresa uma constante oportunidade de desenvolver e oferecer novos produtos neste setor. Santos et al. (2009) apontam que mais pessoas estão consumindo esses produtos e em maior quantidade. Além disso, em razão desses produtos atenderem as necessidades básicas de todos os seres humanos, o sistema de consumo é constituído por clientes de todas as classes sociais e das mais variadas características, hábitos e estilos de vida. Por essa razão, os gerentes dos estabelecimentos de venda têm dado atenção especial para a seção desses produtos, uma vez que representa um alto índice de compras por impulso. Os fabricantes dedicam esforços e altos investimentos no aumento do mix de produtos, no desenvolvimento de embalagens e *merchandising*. Entretanto, há necessidade de soluções mais criativas dos projetistas a fim de tratar deste paradoxo entre a busca excessiva da higiene e limpeza e o respeito com o meio ambiente (SANTOS et al., 2009).

Esses sistemas de produção são constituídos principalmente por empresas pertencentes ao setor econômico secundário do ramo de atividades da indústria de transformação. Dentre elas, são verificados principalmente dois tipos de indústrias de fabricação: a indústria de produtos de material plástico – do grupo 222 da classificação nacional de atividades econômicas (CNAE) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010) -, responsável pela fabricação das embalagens; e a indústria de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal - grupo 206 da CNAE -, responsável pela fabricação dos produtos de higiene e limpeza propriamente ditos. Segundo o IBGE (2010), ambas fazem parte da CNAE da indústria química. Esta última faturou nos últimos anos no mundo cerca de 17 bilhões de dólares anuais considerando apenas os produtos de higiene e limpeza (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA, 2009).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza e Afins - ABIPLA (2009) a indústria brasileira de produtos de limpeza e afins possui o maior mercado de produtos de limpeza da América Latina. O Brasil superou as expectativas do setor no ano de

2008, com resultado acima do Produto Interno Bruto (PIB) do País. Um faturamento de R\$ 11,4 bilhões chancela esse resultado, o que representa 6,5% de crescimento num setor que emprega mais de 20 mil trabalhadores em todo o Brasil. Em volume de produtos vendidos, o resultado registra 8% de crescimento em relação a 2007, passando de 10,5 milhões de toneladas para 11,3 milhões de toneladas em 2008. Este crescimento nas vendas em volume retrata o enorme potencial do mercado de produtos de limpeza no Brasil e quanto a indústria ainda pode crescer, devido à essencialidade dos produtos para a saúde e bem-estar.

No Brasil, aproximadamente um quinto do lixo doméstico é composto por embalagens que, em geral, são utilizadas e imediatamente descartadas (ABIPLA, 2009). Este fato é agravante e provoca preocupação da sociedade em relação à questão ambiental, visto o espaço físico necessário para comportar esse lixo gerado (SANTOS et al., 2009). Outro problema é relacionado com o esgoto doméstico, que é um dos maiores causadores de poluição ambiental. Esse efluente é composto por água de banho, excretas, papel higiênico, sabão, detergentes, entre outros (TEIXEIRA, CARTONILHO, 2007). Os detergentes são grandes indutores de poluição física e provém das indústrias e residências. Uma das causas do problema é a formação de espuma na superfície aquática, o que dificulta a ação de bactérias aeróbias que são de fundamental importância para a decomposição de materiais orgânicos em suspensão. Além de conter substâncias tóxicas, a espuma dificulta a entrada de luz na água (AZEVEDO, CHASIN, 2004; STRUJAK, VIDAL, 2006).

Os produtos de limpeza provenientes de indústrias e esgotos sanitários que atingem os mananciais afetam diretamente o poder autodepurador dos corpos d'água, pois são germicidas e assim inibem a oxidação biológica do meio, realizada por bactérias. Além disso, alguns produtos têm composição rica em fósforo, ajudando na proliferação de algas das águas de abastecimento. O fosfato em excesso tem efeito tóxico sobre o zooplâncton, que é predador das algas, causando o fenômeno nomeado eutrofização (TEIXEIRA, CARTONILHO, 2007).

Esforços recentes das indústrias desses setores rumo a sustentabilidade inclui o Programa Movimento Limpeza Consciente, de 2008, uma resposta do setor dos produtos de limpeza ao inadiável desafio de viabilizar no futuro um sistema socialmente justo, ambientalmente equilibrado, culturalmente aceito e economicamente próspero. São metas do programa a redução de produtos químicos, de geração de embalagens, de emissão de CO₂, além da diminuição do consumo de energia e a otimização do uso da água (ABIPLA, 2009).

A primeira ação dos responsáveis pelo programa é a adequação nas fases iniciais do ciclo de vida do sistema-produto, promovendo a regularização da fabricação dos produtos de limpeza. Composto em sua maioria por micro, pequenas e médias empresas, o setor apresenta muita informalidade. Por isso, foi viabilizada uma parceria nacional com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), com o objetivo de apresentar os benefícios e desafios de micro e pequenos fabricantes na regularização de seu processo produtivo (ABIPLA, 2009). A segunda ação prioritária contemplada no programa está situada no final da cadeia: a destinação adequada das embalagens no pós-consumo. A idéia, com projeto piloto em cidades do estado do Rio de Janeiro, é criar formas de devolver as embalagens às empresas geradoras, para seu reaproveitamento nos processos produtivos. Para isso, a ABIPLA defende a responsabilidade compartilhada entre a sociedade (na correta separação dos resíduos), o poder público (na coleta seletiva) e as indústrias (no uso de embalagens recicladas) (ABIPLA, 2009).

3. Método

Este trabalho trata de um estudo de caso com fins exploratórios. Os estudos exploratórios aumentam o grau de familiaridade com fenômenos relativamente desconhecidos, e fornecem informações para estabelecer prioridades para investigações posteriores, entre outras utilizações (GIL, 1991; SILVA, MENEZES, 2001). Os estudos de caso investigam um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade através de várias fontes de evidência. Para realização da pesquisa como um todo, três principais fontes de evidência foram adotadas: (i) levantamento de informações da literatura de projeto de produto sustentável, (ii) resultados de estudo piloto realizado por Marx et al. (2010) e (iii) entrevistas individuais, aplicadas a partes envolvidas em um sistema de produção e consumo de produtos de higiene e limpeza. Os resultados das entrevistas provenientes da terceira fonte de evidência permitirão confirmar se o procedimento desenvolvido anteriormente e testado neste artigo atende aos objetivos inicialmente propostos na pesquisa.

O trabalho foi desenvolvido em duas fases: (A) aplicação de um procedimento proposto a partir de revisão bibliográfica e estudo piloto a uma situação real, em empresas envolvidas com o ciclo de vida de produtos de higiene e limpeza no RS; (B) apresentação dos resultados

e considerações sobre os resultados. A fase (A), que foi explorada como escopo deste artigo, se desdobra nas oito etapas apresentadas a seguir.

3.1. Procedimento para identificação das interfaces críticas entre partes envolvidas com um sistema-produto sustentável

O procedimento proposto é indicado para dar suporte aos projetistas durante a fase de definição do sistema-produto. Nesta fase um conjunto amplo de informações de entrada é convertido em possíveis conceitos do sistema que serão informação de entrada da próxima fase, denominada fase de desenvolvimento. Frequentemente os projetistas se defrontam com grande volume de informações de diferentes naturezas e fontes no início da fase de definição do produto, as quais devem ser tratadas e convertidas em um conjunto de requisitos gerenciável. Foram propostas oito etapas para o procedimento de identificação das interfaces críticas entre partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema produto sustentável, que estão descritas no Quadro 1, juntamente com os referenciais teóricos que deram suporte ao seu desenvolvimento.

3.2. Sintaxe para representação gráfica das interfaces entre partes envolvidas:

Para elaboração dos mapas propostos no item 8 do Quadro 1 foi desenvolvida uma sintaxe, a partir de dados de estudo piloto realizado por Marx et al. (2010). As partes relacionadas com cada requisito devem ser registradas num mapa e interligadas através de linhas contínuas e códigos de origem do trecho da entrevista, configurando as interfaces. As partes envolvidas diretamente com o ciclo de vida do sistema produto são representadas em quadrados. Se o quadrado estiver com cor clara, significa que aquela parte não foi mencionada pelo entrevistado (ex.: distribuidor e agente de disposição final - Figura 2). As partes envolvidas indiretamente com o ciclo de vida estão representadas em formas ovais dentro do mapa (ex.: sociedade e órgãos governamentais - Figura 2). O sentido da flecha parte de quem for(em) atribuída(s) a responsabilidade pela ação indicada pelo requisito e chega na(s) parte(s) relacionada(s) ao benefício. Linhas que saem de distintas partes interessadas em direção a um requisito sugerem necessidade de cooperação para atender o requisito. As cores das linhas cheias representam a importância de cada requisito, conforme legenda na sintaxe. Os requisitos de importância 9 configuram as interfaces críticas entre partes envolvidas. As linhas pontilhadas representam os fluxos de recursos materiais. A Figura 2 apresenta a sintaxe para representação gráfica das interfaces entre partes envolvidas.

QUADRO 1 – Proposta de procedimento de identificação das interfaces críticas entre as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto

Etapas do procedimento	Tarefa / Abordagem
(1) Definir os pressupostos das entrevistas ^{1,2}	Considerando o objetivo central da pesquisa que é levantar os fatores que favorecem ou desfavorecem as partes envolvidas a atingir os objetivos da sustentabilidade, a equipe de projeto deve definir entrevistador; selecionar sistema-produto que será alvo de investigação;
(2) Selecionar ^{1,2} entrevistados	<p>Considerando as partes envolvidas com as fases do ciclo de vida de um sistema-produto (Figura 1) definir quais e quantas são as partes envolvidas com o sistema-produto investigado. Na eventualidade de existir um número elevado de partes envolvidas, inviabilizando o levantamento global de informações, definir variáveis de estratificação e criar estratos (grupos);</p> <div data-bbox="715 636 1251 808" data-label="Diagram"> </div> <p>FIGURA 1 – Fases do ciclo de vida dos produtos consolidadas a partir de Bonsiepe (1984), Baxter (1998), Fuad-luke (2002), McDonough e Braungart (2002), Kazazian (2005), Kota e Chakrabarti (2007), Schendel e Birkhofer (2007), Vezzolli e Manzini (2008), Marx et al. (2010)</p> <p>Selecionar distribuidamente, entre grupos, entrevistados cujas opiniões sejam representativas da população de interesse;</p>
(3) Elaborar instrumento para coleta de dados ^{1,2}	<p>Construir roteiro semi-estruturado com questões abertas a exemplo do apêndice 1;</p> <p>Realizar teste piloto do roteiro de perguntas;</p> <p>Readequar e homologar roteiro final junto à equipe de projeto</p>
(4) Registrar dados ^{1,2}	Realizar entrevistas e registrar dados (recomenda-se áudio e/ou vídeo); Transcrever dados;
(5) Tratar dados ^{3,4,5}	<p>Identificar trechos da transcrição que contenham fatores que favorecem ou desfavorecem as partes envolvidas a atingir os objetivos da sustentabilidade;</p> <p>Atribuir códigos para os trechos de respostas;</p> <p>Organizar o trecho contendo fator em sentença(s) objetiva(s) e lógica(s) e identificar a(s) parte(s) envolvida(s) com o fator;</p> <p>Reescrever as sentenças contendo os fatores na forma de requisito, utilizando linguagem técnica padronizada e removendo negação da estrutura. Manter os códigos do trecho de origem e confirmar as partes envolvidas;</p> <p>Identificar requisitos repetidos, agrupar códigos e registrar número de incidências do requisito;</p> <p>Alocar os requisitos de cada entrevistado em blocos;</p>
(6) Reduzir quantidade de requisitos ^{6,7,8}	<p>Analisar a independência entre requisitos internamente em cada bloco (cada requisito exprime uma necessidade diferente do outro);</p> <p>Agrupar os requisitos interdependentes e confirmar independência;</p>
(7) Ponderar os dados ⁴	<p>Definir uma escala a ser utilizada;</p> <p>Solicitar que cada entrevistado atribua um grau de importância para os respectivos requisitos;</p>
(8) Analisar as interfaces críticas ⁹	<p>Para cada entrevistado selecionar os requisitos de maior importância. As partes relacionadas com cada requisito devem ser registradas num mapa e interligadas através de linhas e códigos de origem, configurando as interfaces. Serão gerados tantos mapas quantos forem os entrevistados. O sentido da flecha parte da parte envolvida que é responsável pela ação indicada pelo requisito. Linhas que saem de distintas partes envolvidas em direção a um requisito sugerem necessidade de cooperação para atender o requisito;</p> <p>Elaborar um mapa geral contendo apenas os requisitos que receberam maior valor de ponderação (mais críticos) nos mapas de cada entrevistado; configurando as partes envolvidas e interfaces críticas;</p> <p>A interpretação do mapa geral considera: as partes envolvidas que contêm maior número de requisitos (linhas) são mais críticas; as partes envolvidas que não possuem requisitos (linhas) não foram considerados de alta criticidade, entretanto os projetistas deverão rever a criticidade dessas nas fases subsequentes de desenvolvimento;</p> <p>Formalizar os resultados em um documento (<i>briefing</i> de projeto) que será usado pela equipe nas fases subsequentes de desenvolvimento;</p> <p>A equipe deverá utilizar os resultados para projetar o sistema-produto.</p>

Fontes: [1] Ribeiro et al. (2000); [2] Ribeiro e Milan (2004); [3] Mizuno, Akao (1994); [4] Marx (2009); [5] Marx et al. (2010); [6] Gomes e Damázio (1992); [7] Mourão (2006); [8] Passos et al. (2008); [9] Donaldson et al. (2006).

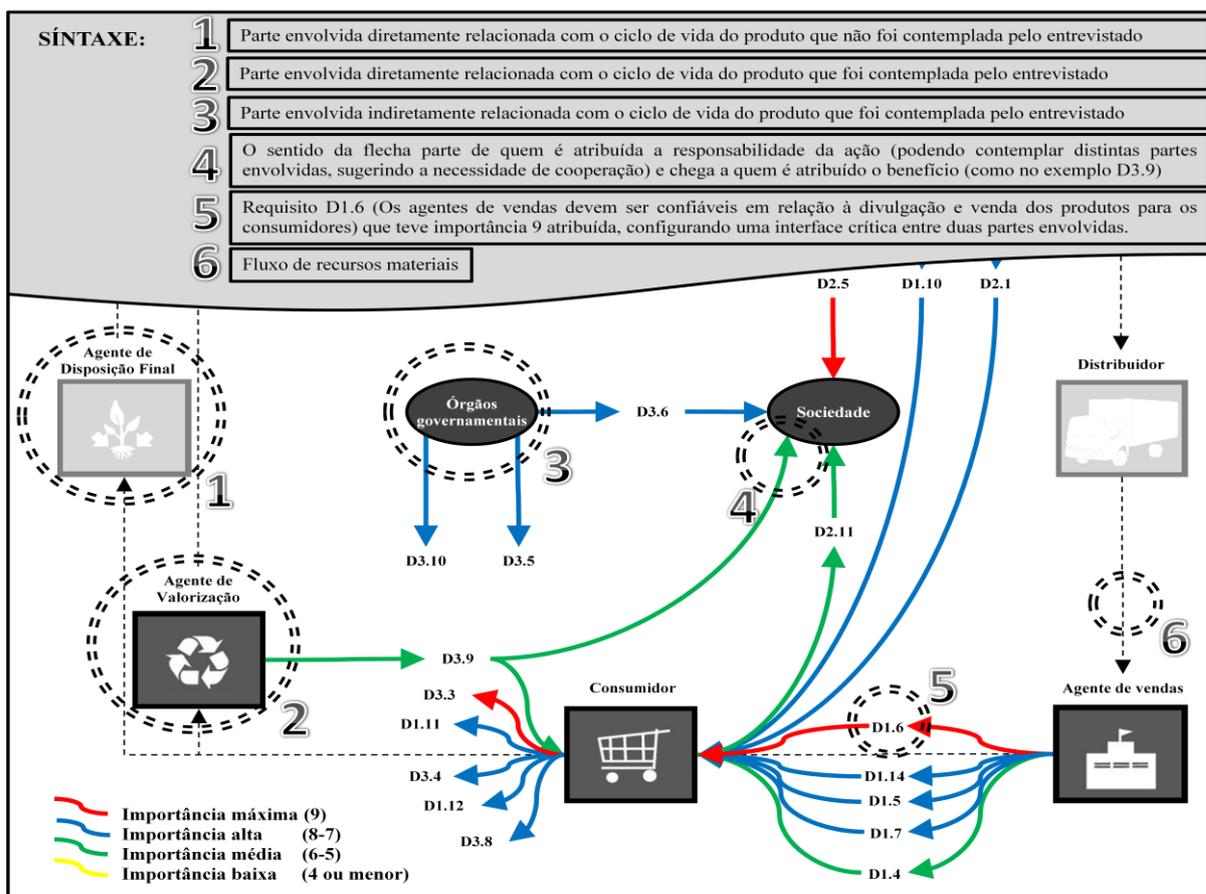


FIGURA 2 – Sintaxe de representação visual do mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza

4. Realização do estudo de caso

Na **etapa 1 do procedimento** ‘definir os pressupostos das entrevistas’ foi necessário selecionar a área de aplicação. Optou-se por realizar o estudo de caso em um sistema de produção e consumo de produtos de higiene e limpeza do Rio Grande do Sul. Essa escolha é justificada: pela importância desses produtos no atendimento das necessidades básicas cotidianas da população geral; pelo constante crescimento e importância do setor para o desenvolvimento econômico nacional e regional; pela forte relação do sistema-produto com a degradação ambiental; e pela oportunidade de dar continuidade ao trabalho de Marx et al. (2010) que faz parte de pesquisa em andamento no PPGEP/UFRGS. Nesta etapa também foi planejada a entrevista como sendo presencial e de duração entre uma hora e uma hora e meia. Além disso, foi definido que o entrevistador seria o próprio autor dessa pesquisa, por entender que o mesmo possui as características mínimas necessárias para tal. Obedecendo ao próprio

objetivo do procedimento, o foco das entrevistas é, junto a cada respondente, levantar os fatores que favorecem e desfavorecem as respectivas partes envolvidas a agirem de forma que a sustentabilidade do sistema-produto seja atingida.

Na **etapa 2 do procedimento** ‘selecionar entrevistados’, optou-se por uma amostragem probabilística, dividida em estratos, não estatisticamente representativa. Um dos critérios de seleção foi a capacidade de fornecimento de informações úteis a respeito da população de interesse. Por essa razão, optou-se por respondentes pertencentes a cargos de gerência, cuja visão normalmente é abrangente sobre todo o grupo representado. Considerando que as partes envolvidas com as fases do ciclo de vida (Figura 1) podem apresentar pontos de vista distintos em função da fase na qual se encontram no ciclo, do porte da empresa na qual trabalham e do tipo de orientação para sustentabilidade, estas foram definidas como variáveis de estratificação, conforme apresentado no Quadro 2.

QUADRO 2 – Variáveis de estratificação para entrevistados e níveis dos estratos

Estratos	Níveis	Especificação
(1) Viés de sustentabilidade	(1) sem viés	Grupo que não possui uma postura de interesse na sustentabilidade.
	(2) em parte	Grupo que está em transição para uma postura sustentável ou que apenas alguns departamentos/partes têm esse interesse.
	(3) com viés	Grupo que possui uma postura de interesse na sustentabilidade.
(2) Porte da empresa	(1) micro/pequeno	Indústria com até 99 empregados, ou empresa de comércio ou serviço com até 49 empregados (SEBRAE, 2010).
	(2) médio	Indústria com até 499 empregados, ou empresa de comércio ou serviço com até 99 empregados (SEBRAE, 2010).
	(3) grande	Indústria com mais de 499 empregados, ou empresa de comércio ou serviço com mais de 99 empregados (SEBRAE, 2010).
(3) Partes envolvidas	(1) Partes envolvidas com as fases iniciais do ciclo de vida dos produtos	Consideram-se as partes envolvidas com as fases iniciais do ciclo de vida do produto, até o produto estar disponível para consumo. Incluem as fases de extração de recursos e síntese de insumos, projeto e manufatura, envase, embalagem e armazenagem, e a distribuição.
	(2) Partes envolvidas com as fases finais do ciclo de vida dos produtos	Consideram-se as partes envolvidas com as fases finais do ciclo de vida do produto, após o produto ter sido produzido. Incluem as fases de disposição para comercialização, aquisição, utilização, descarte, valorização ou disposição final.
	(2) Partes envolvidas indiretamente com as fases do ciclo de vida dos produtos	Consideram-se as partes envolvidas paralelamente, não relacionadas a uma fase específica do ciclo de vida do produto. Incluem órgãos governamentais, regulamentadores, institucionais, entre outros.

Inicialmente foram definidas seis partes envolvidas distribuídas pelos estratos para as entrevistas. O Quadro 3 apresenta os tipos de partes envolvidas que foram selecionadas para entrevista, distribuídas nos três diferentes estratos definidos anteriormente.

QUADRO 3 – Tipos de partes envolvidas a serem entrevistadas distribuídas por estrato

Partes Envolvidas	Porte da empresa	Viés de Sustentabilidade		
		Sem viés	Em parte	Com viés
Partes envolvidas com as fases iniciais do ciclo de vida dos produtos	Micro ou Pequeno	Manufaturador de Produtos		
	Médio		Manufaturador de Insumos (Embalagens)	
	Médio			Manufaturador de Produtos
Partes envolvidas com as fases finais do ciclo de vida dos produtos	Equivalente a Micro ou Pequeno			Consumidores com orientação ecológica
Partes envolvidas indiretamente com as fases do ciclo de vida dos produtos	Grande		Órgão Institucional (Universidade)	
	Equivalente a Grande		Órgão Governamental (Prefeitura)	

Caso ao término do levantamento, as questões de pesquisa não tivessem sido respondidas, o trabalho de campo deveria ser estendido. Após definidos os entrevistados, as entrevistas foram agendadas em datas, locais e horários conforme preferência dos respondentes, com exceção dos consumidores, visto que, para fins de análise foram considerados os dados obtidos por Marx et al. (2010), os quais foram classificados como dados de fonte secundária. As autoras realizaram entrevistas com alunos da Universidade Holística da Paz – UNIPAZ SUL, que recebem formalmente orientação para a sustentabilidade, denominados de consumidores eco-orientados (maiores detalhes serão apresentados a seguir). O questionário aberto utilizado pelas autoras serviu de base para a elaboração do instrumento de coleta de dados aplicado aos cinco demais entrevistados e está apresentado no Apêndice 1.

Por meio dos seis entrevistados selecionados (conforme Quadro 3 e maiores detalhes apresentados a seguir), incluídas as respectivas atividades principais e secundárias, as seguintes fases do ciclo de vida dos produtos foram abrangidas: manufatura de insumos (embalagens); manufatura de produtos; distribuição; disposição para comercialização; aquisição; utilização; descarte; e valorização. Por essa razão, a pesquisa teve uma limitação, visto que não foram entrevistados representantes de partes envolvidas com atividades relacionadas diretamente com as fases de extração de recursos, sintetização de insumos e disposição final. Entrevistas com essas partes envolvidas não foram viabilizadas pelas seguintes razões: não foram identificadas empresas acessíveis no Brasil que façam síntese de matérias primas; não foram identificadas empresas dispostas a contribuir com a pesquisa no Rio Grande do Sul que tenham atividades principais ou secundárias realizadas com as fases de extração de recursos e disposição final.

Na **etapa 3 do procedimento** ‘elaborar instrumento para coleta de dados’ foram seguidas as diretrizes propostas por Ribeiro et al. (2000), Ribeiro e Milan (2004) e Marx et al. (2010). Foi elaborado um roteiro com questões abertas para a realização das entrevistas semi-estruturadas e submetido a um teste piloto. O roteiro foi aplicado ao manufaturador de pequeno porte de produtos de higiene e limpeza, sofreu alterações e o questionário modificado foi aprovado (Apêndice 1).

Na **etapa 4 do procedimento** ‘registrar dados’ foram estabelecidos os contatos com representantes das categorias de entrevistados, descritos no Quadro 4. Nessa etapa foram realizadas entrevistas e registro dos dados. Para a realização do procedimento de coleta de dados uma observação foi realizada. Como cada entrevistado poderia ter um diferente conceito de sustentabilidade, para minimizar os efeitos dessa variação, os respondentes foram questionados sobre o que entendiam como produto sustentável e em seguida o conceito adotado nessa pesquisa, extraído da Brundtland Commission (1987), foi esclarecido. As entrevistas foram realizadas e os dados registrados em áudio, sendo imediatamente transcritos para texto após o término de cada procedimento de coleta de dados.

Na **etapa 5 do procedimento** ‘tratar dados’ o tratamento se iniciou com a busca dos trechos contendo fatores favorecedores ou desfavorecedores para atingir os objetivos da sustentabilidade em cada entrevista transcrita. Esses trechos foram inseridos em planilhas digitais, receberam códigos para garantir a rastreabilidade das informações originais e em seguida foram convertidos preliminarmente em sentenças objetivas e lógicas, identificando as partes envolvidas mencionadas relacionadas com os fatores.

QUADRO 4 – Características das partes envolvidas entrevistadas

Entrevistados	Atividades relacionadas	Localização	Porte	Viés de sustentabilidade	Respondente(s) entrevistado(s)
Manufaturador de pequeno porte de produtos de higiene e limpeza	Diretamente com as fases de manufatura, envase, embalagem, armazenagem, distribuição e disposição para comercialização de domissanitários, como detergentes, amaciantes, desinfetantes, sabões líquidos, desengordurantes, alvejantes, entre outros (há 12 anos)	Município de 65.000 habitantes do interior do RS	Micro / Pequeno (emprega 6 funcionários)	Entende-se a necessidade de agir sustentavelmente, mas a empresa não possui interesses nesse sentido atualmente	Único respondente é Químico Industrial por universidade privada; Trabalha há quatro anos como Químico Responsável, tornando-se Sócio-Diretor há seis meses
Manufaturador de médio porte de insumos	Diretamente com as fases de projeto e manufatura de embalagens plásticas de uma vasta quantidade de produtos, incluindo os produtos de higiene e limpeza (há 32 anos)	Município de 120.000 habitantes do interior do RS	Médio (emprega 150 funcionários)	Entende-se a necessidade de agir sustentavelmente, mas a empresa está em um processo inicial de adaptação para ter uma postura adequada nesse sentido	Primeiro respondente é Químico Industrial por universidade privada; Trabalha há 11 anos sendo atualmente Gerente de P&D; Segundo respondente trabalha há 24 anos e é atualmente Gerente Técnico
Manufaturador de médio porte de produtos de higiene e limpeza	Diretamente com as fases de projeto e manufatura de embalagens, projeto e manufatura de produtos, envase, embalagem, armazenagem, distribuição e valorização (há 19 anos); Produz seis milhões de litros de domissanitários por mês com as próprias embalagens, consumindo 200 toneladas de polímero por mês, sendo cerca de 40% plástico de pós-consumo, que é reaproveitado	Município de 20.000 habitantes do interior do RS	Médio (emprega 360 funcionários)	Entende-se a necessidade de agir sustentavelmente, e a empresa se auto-avalia como tendo uma postura avançada nesse sentido	Primeiro respondente é Químico Industrial por universidade privada; Trabalha há 6 anos sendo atualmente Supervisor de Produção; Segundo respondente é Técnico em Química, trabalha há 9 anos e é atualmente Gerente de Controle de Qualidade e P&D, sendo responsável principal pelos projetos de novos produtos.
Consumidores Eco-Orientados	Diretamente com as fases de aquisição, utilização e descarte de produtos de higiene e limpeza	Capital do RS	Equivalente a Micro / Pequeno (95 indivíduos)	Entende-se a necessidade de agir sustentavelmente, e considera-se como tendo uma postura adequada nesse sentido	Respondentes têm entre 30 e 50 anos de idade, de ambos os sexos, selecionadas de uma amostra aleatória de alunos da universidade UNIPAZ-SUL de Porto Alegre (www.unipazsul.org.br)
Órgão Institucional (Universidade)	Indiretamente com as fases do ciclo de vida dos produtos. Possui atividades relacionadas com ensino, pesquisa e extensão (há 16 anos) e possui cerca de 12.000 estudantes.	Município de 120.000 habitantes do interior do RS	Grande (emprega 1.400 funcionários)	Entende-se a necessidade de agir sustentavelmente, entretanto avalia que alguns departamentos da instituição têm uma postura proativa nesse sentido enquanto outros têm postura reativa.	Respondente é Engenheira Química, de Segurança do Trabalho e mestre em Produção pela Universidade Federal de Santa Maria. Atualmente cursa Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Tem experiência nas áreas de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Controle de Qualidade de Produtos e Processos de Produção, Gestão e Tecnologia Ambiental
Órgão Governamental (Prefeitura - Secretaria de Desenvolvimento Econômico)	Indiretamente com as fases do ciclo de vida dos produtos. Entre outras atribuições, possui atividades relacionadas com a promoção e a expansão das atividades produtivas, de comercialização e de prestação de serviços, objetivando à agregação de emprego e a geração de produto/renda.	Município de 120.000 habitantes do interior do RS	Equivalente a Grande (emprega 2.800 funcionários)	Entende-se a necessidade de agir sustentavelmente, entretanto admite que o órgão como um todo ainda não possui uma postura totalmente comprometida nesse sentido	O respondente é formado em Direito, empresário e foi no passado presidente/diretor de algumas associações e entidades regionais de empresários, comerciantes e industriários. Atualmente é secretário de Desenvolvimento Econômico

Posteriormente, as sentenças foram reescritas no formato de requisito utilizando linguagem técnica padronizada e as partes envolvidas identificadas. Os requisitos redundantes foram então eliminados, sendo a incidência de repetição registrada e os seus respectivos códigos agrupados. O Quadro 5 elucida o tratamento que deve ser realizado (com exemplos de trechos da entrevista do fabricante de pequeno porte de produtos).

QUADRO 5 – Trechos da entrevista do fabricante de pequeno porte de produtos tratados

Cód.	Trecho extraído da entrevista	Sentença objetiva e lógica	Partes envolvidas (mencionadas)	Requisito (escrita reestruturada)	Partes envolvidas	Incid.	Cód.
A5	"o governo até têm bons programas de incentivo para projetos para a sustentabilidade, mas ele não expõe isso amplamente para os empreendedores captarem verbas. Falta facilitar."	O governo deve expor e facilitar os programas de incentivo para os empreendedores captarem verbas e desenvolverem projetos para a sustentabilidade.	Governo Empreendedores	Os órgãos governamentais devem expor os programas de incentivo para facilitar os gestores no desenvolvimento de projetos para a sustentabilidade.	Órgãos governamentais Gestores	1	A5
A11	"a clientela em geral está ainda muito pouco preocupada com a questão da sustentabilidade dos produtos e processos. Nossos potenciais clientes hoje em dia só estão interessados com o preço"	A clientela deve trocar o interesse do preço baixo pelo interesse na sustentabilidade.	Clientela	Os consumidores devem ter maior interesse por produtos sustentáveis.	Consumidores	2	A11. A31
A21	"Os profissionais não saem preparados das universidades"	Os profissionais devem sair preparados das universidades.	Profissionais Universidades	Os profissionais devem sair das instituições de ensino superior preparados para lidar com os desafios da sustentabilidade.	Profissionais Instituições de ensino superior	3	A21. A33. A38

Por fim, os requisitos foram alocados por semelhança em categorias ou blocos, para cada entrevistado conforme proposto no Quadro 1. Fez-se necessário a criação de 5 blocos - (I) Processos e Estratégias; (II) Tecnologias e Conhecimentos; (III) Insumos, Produtos e Resíduos; (IV) Sociedade e Conscientização; e (V) Aspectos Políticos e Legais -, conforme elucidado no Quadro 6 através da lista parcial dos requisitos do fabricante de pequeno porte de produtos.

QUADRO 6 – Lista parcial dos requisitos do fabricante de pequeno porte de produtos alocados em blocos

Cód.	Requisito (escrita reestruturada)	Bloco
A14	Os gestores devem evitar o uso de energias e recursos não renováveis.	Processos e Estratégias
A15	Os gestores devem conhecer as características dos produtos e processos das empresas fornecedoras.	
...	...entre outros	
A21.A33.A38	Os profissionais devem sair das instituições de ensino superior preparados para lidar com os desafios da sustentabilidade.	Tecnologias e Conhecimentos
A24	Os fabricantes de insumos e extratores de recursos devem disponibilizar informações claras e confiáveis sobre as materiais primas.	
A29.A36	As tecnologias para fabricar produtos sustentáveis devem ser facilitadas, barateadas.	
...	...entre outros	
A4.A12	Os fabricantes de insumos devem projetar materiais primas sustentáveis.	Insumos, Produtos e Resíduos
A16	As embalagens devem ter valorização pós-uso projetada.	
A17.A18	As embalagens pós-uso devem ter uma destinação adequada.	
...	...entre outros	
A11.A31	Os consumidores devem ter maior interesse por produtos sustentáveis.	Sociedade e Conscientização
A22	Os consumidores devem desde cedo receber das instituições de ensino básico uma educação para formar uma cultura de valorização ambiental.	
A37	Os fabricantes devem desenvolver o interesse dos consumidores para formação de uma cultura sustentável.	
...	...entre outros	
A5	Os órgãos governamentais devem expor os programas de incentivo para facilitar os gestores no desenvolvimento de projetos para a sustentabilidade.	Aspectos Políticos e Legais
A10	Os órgãos governamentais devem garantir que os benefícios da sustentabilidade em longo prazo sejam conhecidos pelos gestores.	
A27	Os órgãos governamentais devem desenvolver novas políticas públicas (como a redução de impostos) para incentivar os gestores no desenvolvimento sustentável.	
...	...entre outros	

Na **etapa 6, do procedimento** ‘reduzir quantidade de requisitos’, esses foram analisados dois a dois em uma matriz quadrada, por categoria de requisitos para cada entrevistado. Fez-se uma análise em relação à independência entre os requisitos para cada cruzamento. Três atribuições diferentes foram utilizadas, sendo: (MINT) requisitos muito interdependentes; (INT) requisitos interdependentes; e (IND) requisitos independentes. Nas relações consideradas muito interdependentes ou interdependentes, os requisitos de menor incidência foram eliminados ou agrupados. Como o propósito dessa etapa era gerar uma lista mínima de requisitos e completa em relação às informações contidas, a decisão de eliminar ou agrupar os requisitos foi realizada caso a caso. Posteriormente, os requisitos independentes foram novamente agrupados por bloco para cada entrevistado, realizando-se uma análise final a fim de certificar que não houvessem requisitos interdependentes selecionados. Para elucidar, o Quadro 7 apresenta os requisitos do bloco de ‘processos e estratégias’ do fabricante de pequeno porte de produtos organizados na matriz quadrada e a lista de requisitos independentes selecionados após a análise dois a dois.

QUADRO 7 – Requisitos do bloco ‘processos e estratégias’ do fabricante de pequeno porte de produtos organizados na matriz para análise, e requisitos independentes selecionados

Cód.	Requisitos	A14	A15	A23	A3	A6	A13	A32	A19
A14	Os gestores devem evitar o uso de energias e recursos não renováveis.		IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
A15	Os gestores devem conhecer as características dos produtos e processos das empresas fornecedoras.			MINT	IND	IND	IND	IND	IND
A23	Os gestores devem estreitar relações com fornecedores e agir com transparência.				IND	IND	IND	IND	IND
A3	Os fabricantes devem projetar produtos sustentáveis.					INT	INT	IND	IND
A6	Os fabricantes devem promover a P&D alinhada com os objetivos da sustentabilidade.						INT	IND	IND
A13	Os fabricantes devem enfatizar projetos de inovação.							IND	IND
A32	Os fabricantes devem considerar os interesses dos consumidores no projeto dos produtos.								INT
A19	As soluções para sustentabilidade devem ser incentivadoras para as distintas partes envolvidas.								
LEGENDA (no preenchimento): MINT = muito interdependentes, INT = interdependentes e IND = independentes									
Requisitos independentes selecionados após análise								Cód.	
Os gestores devem evitar o uso de energias e recursos não renováveis.								A14	
Os gestores devem estreitar relações com fornecedores e agir com transparência.								A23	
Os fabricantes devem enfatizar projetos de inovação, promover P&D e projetar produtos alinhados com os objetivos da sustentabilidade.								A3+A6+A13	
Os fabricantes devem considerar os interesses dos consumidores no projeto dos produtos.								A32	
As soluções para sustentabilidade devem ser incentivadoras para as distintas partes envolvidas.								A19	

Na **etapa 7 do procedimento** ‘ponderar requisitos’, a lista de requisitos independentes de cada parte envolvida foi enviada via e-mail para o respectivo entrevistado, sendo solicitado que esse atribuísse um grau de importância para cada requisito. A escala adotada foi do tipo Likert, com intervalo de números inteiros de 1 a 9, representando respectivamente pouca e muita importância.

A ponderação dos requisitos dos consumidores orientados ecologicamente foi realizada por Marx et al. (2010), através da disponibilização *online* de um questionário fechado e utilização da mesma escala adotada nessa pesquisa. A lista disponibilizada continha todos os requisitos não repetidos, sendo alguns interdependentes entre si. Considerou-se nesse trabalho a média da importância atribuída por 95 respondentes (SILVEIRA, 2010).

Conforme sugerido por Ribeiro e Milan (2004), foi constatado durante a aplicação do procedimento, que as entrevistas individuais geraram de fato uma grande quantidade de informações. A eliminação dos requisitos repetidos e interdependentes entre si foi um processo importante para evitar maiores dificuldades na etapa de ponderação dos dados. O Quadro 8 apresenta as quantidades de requisitos gerados no total, não repetidos e independentes, separados por bloco e para cada parte envolvida entrevistada.

QUADRO 8 – Quantidade de requisitos em cada bloco para cada parte envolvida entrevistada

Parte envolvida entrevistada	Nº total de requisitos gerados	Blocos				
		Processos e Estratégias	Tecnologias e Conhecimentos	Insumos, Produtos e Resíduos	Sociedade e Conscientização	Aspectos Políticos e Legais
		Nº de requisitos por bloco: total / não repetidos / independentes				
Manufaturador de Pequeno Porte de Produtos	41	8 / 8 / 5	10 / 5 / 5	9 / 6 / 5	8 / 7 / 4	6 / 6 / 4
		Nº total de requisitos não repetidos: 32				
		Nº total de requisitos independentes: 23				
Manufaturador de Insumos (Embalagem)	51	22 / 17 / 9	2 / 2 / 1	4 / 4 / 2	15 / 10 / 6	8 / 6 / 4
		Nº total de requisitos não repetidos: 39				
		Nº total de requisitos independentes: 22				
Manufaturador de Médio Porte de Produtos	61	21 / 18 / 8	13 / 9 / 6	9 / 8 / 4	13 / 13 / 7	5 / 4 / 4
		Nº total de requisitos não repetidos: 52				
		Nº total de requisitos independentes: 29				
Consumidores com orientação ecológica	Não registrado (NR)	NR / 12 / 6	NR / 4 / 2	NR / 7 / 4	NR / 11 / 5	NR / 3 / 3
		Nº total de requisitos não repetidos: 37				
		Nº total de requisitos independentes: 20				
Órgão Institucional (Universidade)	51	20 / 16 / 7	9 / 9 / 4	2 / 2 / 2	15 / 15 / 7	5 / 4 / 3
		Nº total de requisitos não repetidos: 46				
		Nº total de requisitos independentes: 23				
Órgão Governamental (Prefeitura)	34	6 / 5 / 3	5 / 5 / 4	0 / 0 / 0	9 / 7 / 6	14 / 10 / 7
		Nº total de requisitos não repetidos: 27				
		Nº total de requisitos independentes: 20				

Após a etapa de ponderação de dados, todos os entrevistados (de fonte primária) foram questionados sobre a dificuldade de avaliar e atribuir importâncias para as respectivas listas, que continham no mínimo 20 e no máximo 29 requisitos. Nenhum respondente apontou dificuldades. Dessa maneira, as ponderações foram consideradas válidas, visto que os números de requisitos selecionados foram adequados, não causando erros no processo de avaliação dos respondentes.

Na **etapa 8 do procedimento**, ‘analisar as interfaces críticas’, foram selecionados 20 requisitos de maior importância de cada parte envolvida entrevistada para elaborar mapas do cenário com as interfaces sob as perspectivas de cada respondente. Os requisitos de maior importância de cada parte envolvida foram organizados graficamente e estão apresentados a seguir. O Quadro 9 apresenta a lista dos 20 requisitos de maior importância sob a perspectiva do representante do manufaturador de pequeno porte de produtos.

QUADRO 9 – Lista dos requisitos mais importantes do fabricante de pequeno porte de produtos

Código	Requisitos selecionados	Importância e partes envolvidas	
Bloco: Processos e Estratégias			
A3 + A6 + A13	Os fabricantes devem enfatizar projetos de inovação, promover P&D e projetar produtos alinhados com os objetivos da sustentabilidade.	9	Fabricantes
A14	Os gestores devem evitar o uso de energias e recursos não renováveis.	7	Gestores
A19	As soluções para sustentabilidade devem ser incentivadoras para as distintas partes envolvidas.	7	Distintas partes envolvidas
A23	Os gestores devem estreitar relações com fornecedores e agir com transparência.	8	Gestores, Fornecedores
A32	Os fabricantes devem considerar os interesses dos consumidores no projeto dos produtos.	9	Fabricantes, Consumidores
Bloco: Tecnologias e Conhecimentos			
A7.A41	Os gestores devem ter alguém para recorrer e que preste suporte frente as dúvidas sobre a sustentabilidade posta em prática.	8	Gestores, Agente de suporte técnico*
A21.A33.A38	Os profissionais devem sair das instituições de ensino superior preparados para lidar com os desafios da sustentabilidade.	9	Profissionais, Instituições de ensino superior
A24	Os fabricantes de insumos e extratores de recursos devem disponibilizar informações claras e confiáveis sobre as matérias primas.	9	Fabricantes de insumos, Extratores de Recursos
A29.A36	As tecnologias para fabricar produtos sustentáveis devem ser facilitadas, barateadas.	9	Órgãos governamentais*, Instituições de pesquisa*, Fornecedores de tecnologias*
Bloco: Insumos, Produtos e Resíduos			
A16	As embalagens devem ter valorização (ex.: reuso, reciclagem, etc) pós-uso projetada.	9	Fabricantes de Embalagens*
A17.A18	As embalagens pós-uso devem ter uma destinação adequada (valorização ou disposição final).	8	Consumidores*, Agentes de Valorização*, Agentes de Disposição Final*
A26.A39	Os extratores de recursos devem estar preparados e comprometidos para agirem de forma sustentável.	7	Extratores de recursos
Bloco: Sociedade e Conscientização			
A11.A31	Os consumidores devem ter maior interesse por produtos sustentáveis.	9	Consumidores
A25	Os consumidores devem ter uma consciência sustentável em relação a aquisição e utilização dos produtos.	9	Consumidores
A28	A sociedade (incluindo gestores e consumidores) deve receber das instituições de ensino básico e fundamental uma educação forte que consolide os princípios da sustentabilidade na cultura brasileira.	7	Sociedade, Gestores, Consumidores, Instituições de ensino básico e fundamental
A37	Os fabricantes devem desenvolver o interesse dos consumidores para formação de uma cultura sustentável.	6	Fabricantes, Consumidores
Bloco: Aspectos Políticos e Legais			
A9	Os órgãos regulamentadores devem flexibilizar as normatizações para permitir inovações em projetos de produtos sustentáveis.	8	Órgãos Regulamentadores
A10	Os órgãos governamentais devem garantir que os benefícios da sustentabilidade em longo prazo sejam conhecidos pelos gestores.	7	Órgãos Governamentais, Gestores
A30	Os produtos clandestinos devem ser efetivamente banidos do mercado pelos órgãos fiscalizadores.	9	Órgãos Fiscalizadores
A34	Os órgãos governamentais devem expor os programas de incentivos já existentes e desenvolver novas políticas públicas para facilitar os gestores no desenvolvimento sustentável.	7	Órgãos Governamentais, Gestores
Parte envolvida sinalizada com asterisco foi sugerida pelo autor da pesquisa - implicitamente relacionada com o requisito			

A Figura 3 contempla o mapa do cenário do sistema-produto de higiene e limpeza com as interfaces entre as partes envolvidas sob a perspectiva do representante do fabricante de pequeno porte de produtos.

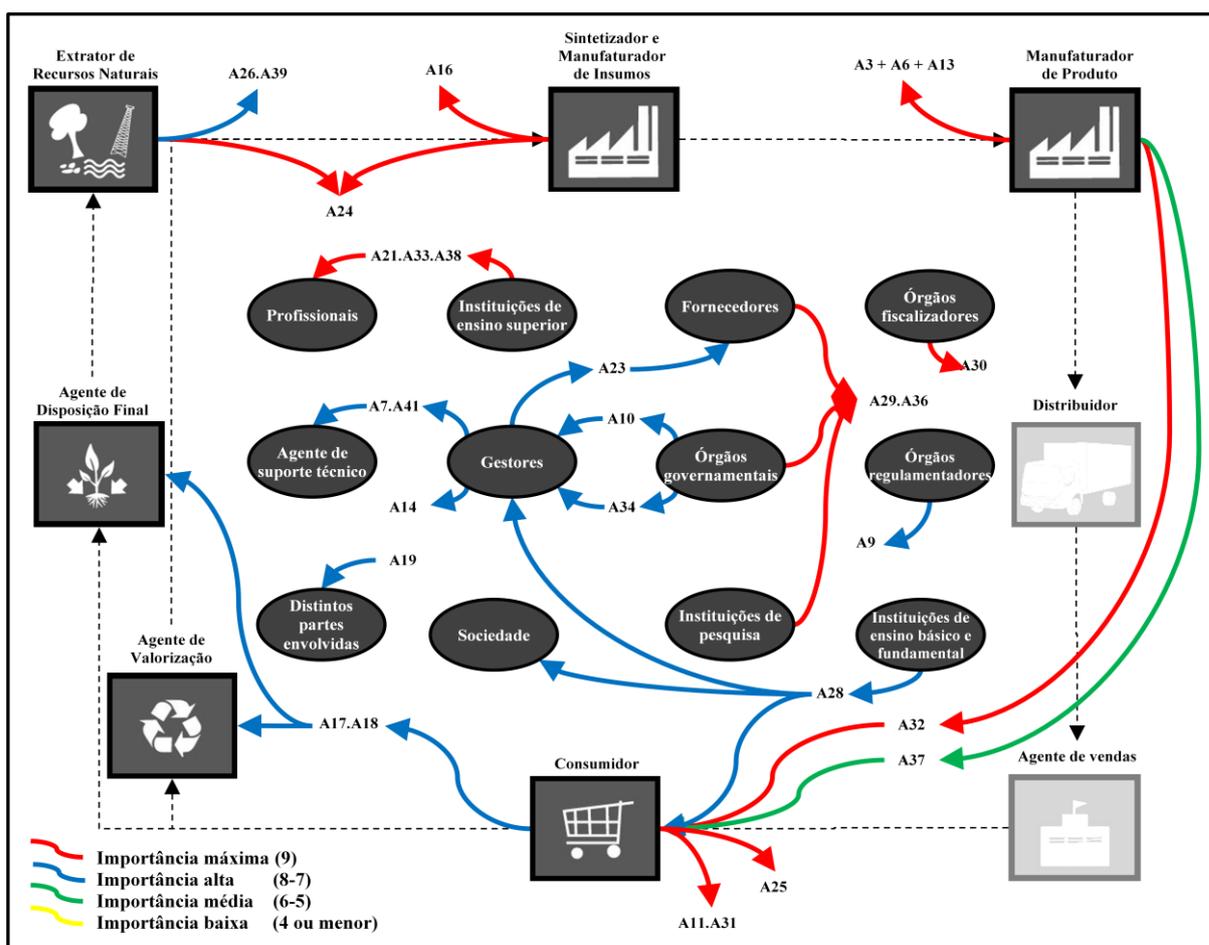


FIGURA 3 – Mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _perspectiva fabricante de pequeno porte de produtos

Na Figura 3, observa-se que o fabricante de pequeno porte de produtos mencionou fatores relacionados com 8 partes envolvidas diretamente no ciclo de vida dos produtos, não contemplando somente os distribuidores e agentes de vendas, e 12 partes envolvidas indiretamente (incluindo os órgãos fiscalizadores, inusitados em relação as outras entrevistas). Também é possível observar as linhas que saem de distintas partes envolvidas em direção a um requisito (A29.A36), sugerindo a necessidade de cooperação entre fornecedores, órgãos governamentais e instituições de pesquisa para atender o requisito, configurando uma interface tripla entre partes envolvidas. Outro requisito (A24) sugere a necessidade de cooperação entre fabricantes de insumos e extratores de recursos. A maior quantidade de interfaces identificadas relaciona os gestores e os consumidores com as demais partes.

O Quadro 10 apresenta a lista dos 20 requisitos de maior importância sob a perspectiva do representante do fabricante de insumos (embalagens).

QUADRO 10 – Lista dos requisitos mais importantes do fabricante de insumos (embalagens)

Código	Requisitos selecionados	Importância	Partes Envolvidas
Bloco: Processos e Estratégias			
B1 + B2	Os gestores devem garantir que os seus profissionais conheçam todo o ciclo de vida dos produtos e estejam alinhados em relação aos valores estratégicos e sustentáveis.	6	Gestores, Profissionais
B3 + B39 + B24	Os gestores devem dar respaldo para os agentes de vendas projetando e colocando produtos sustentáveis no mix de produtos.	5	Gestores, Agentes de Vendas
B4.B22 + B6 + B21	Os fabricantes devem ter processos produtivos, utilizar matérias primas e projetar soluções adequadas para o fim do ciclo de vida dos produtos (valorização ou disposição final).	8	Fabricantes
B14.B16	Os fabricantes devem optar por matérias primas de extratores de recursos e fabricantes de insumos que não causam impactos ambientais através dos seus processos.	7	Fabricantes, Extratores de recursos, Fabricantes de insumos
B18	Os fabricantes devem enfatizar projetos de inovação de matérias primas alternativas.	7	Fabricantes
B23	Os fabricantes devem apenas destinar os resíduos para agentes capazes de gerar soluções efetivas (valorização ou disposição final).	7	Fabricantes, Agentes de valorização*, Agentes de disposição final*
B28.B49	Os fabricantes devem projetar produtos e embalagens com menores quantidades de recursos materiais (desmaterializados).	6	Fabricantes
B43	As distintas partes envolvidas nos sistemas devem estar aproximadas para facilitar a troca de informações.	7	Distintas partes envolvidas
Bloco: Tecnologias e Conhecimentos			
B44 + B45	Os profissionais devem sair das instituições de ensino superior preparados para gerenciar e lidar com os desafios da sustentabilidade.	6	Profissionais, Instituições de Ensino Superior
Bloco: Insumos, Produtos e Resíduos			
B11	Os resíduos devem ser destinados para agentes de valorização ou para disposição final adequada sem impactos ambientais.	8	Agentes de valorização, Agentes de disposição final
B34	Os extratores de recursos e fabricantes de insumos devem disponibilizar matérias primas sustentáveis para os fabricantes.	8	Extratores de recursos, Fabricantes de insumos, Fabricantes
Bloco: Sociedade e Conscientização			
B32	Os consumidores devem descartar os resíduos adequadamente de modo a facilitar os processos dos agentes de valorização.	9	Consumidores, Agentes de valorização
B30	A sociedade deve tomar a iniciativa para promover o desenvolvimento sustentável em caso da falta de efetividade dos órgãos governamentais.	8	Sociedade, Órgãos governamentais
B33	A sociedade deve desde cedo ser educada sobre os princípios e valores da sustentabilidade.	7	Sociedade, Instituições de Ensino Básico/Fundamental*
B40 + B42	Os gestores devem promover ações para conscientizar a sociedade (e os consumidores) sobre a sustentabilidade.	7	Gestores, Sociedade, Consumidores
B46	Os gestores devem ter visão estratégica e transferir princípios da sustentabilidade pra as empresas.	7	Gestores
Bloco: Aspectos Políticos e Legais			
B10	Os órgãos governamentais devem promover sistemas de coleta de lixo urbano que permitam que os resíduos sejam adequadamente destinados.	9	Órgãos governamentais
B19.B50	Os órgãos governamentais devem garantir meios de acesso e promover o uso de matérias primas sustentáveis pelos fabricantes.	6	Órgãos governamentais, Fabricantes
B20.B37	Os órgãos governamentais devem incentivar os fabricantes de insumos na produção de matérias primas sustentáveis.	7	Órgãos governamentais, Fabricantes de insumos
B38	Os órgãos regulamentadores devem flexibilizar as normatizações para promover o uso de insumos alternativos nos processos produtivos dos fabricantes.	8	Órgãos regulamentadores, Fabricantes
Parte envolvida sinalizada com asterisco foi sugerida pelo autor da pesquisa - implicitamente relacionada com o requisito			

A Figura 4 contempla o mapa do cenário do sistema-produto com as interfaces entre as partes envolvidas sob a perspectiva do representante do fabricante de insumos (embalagens).

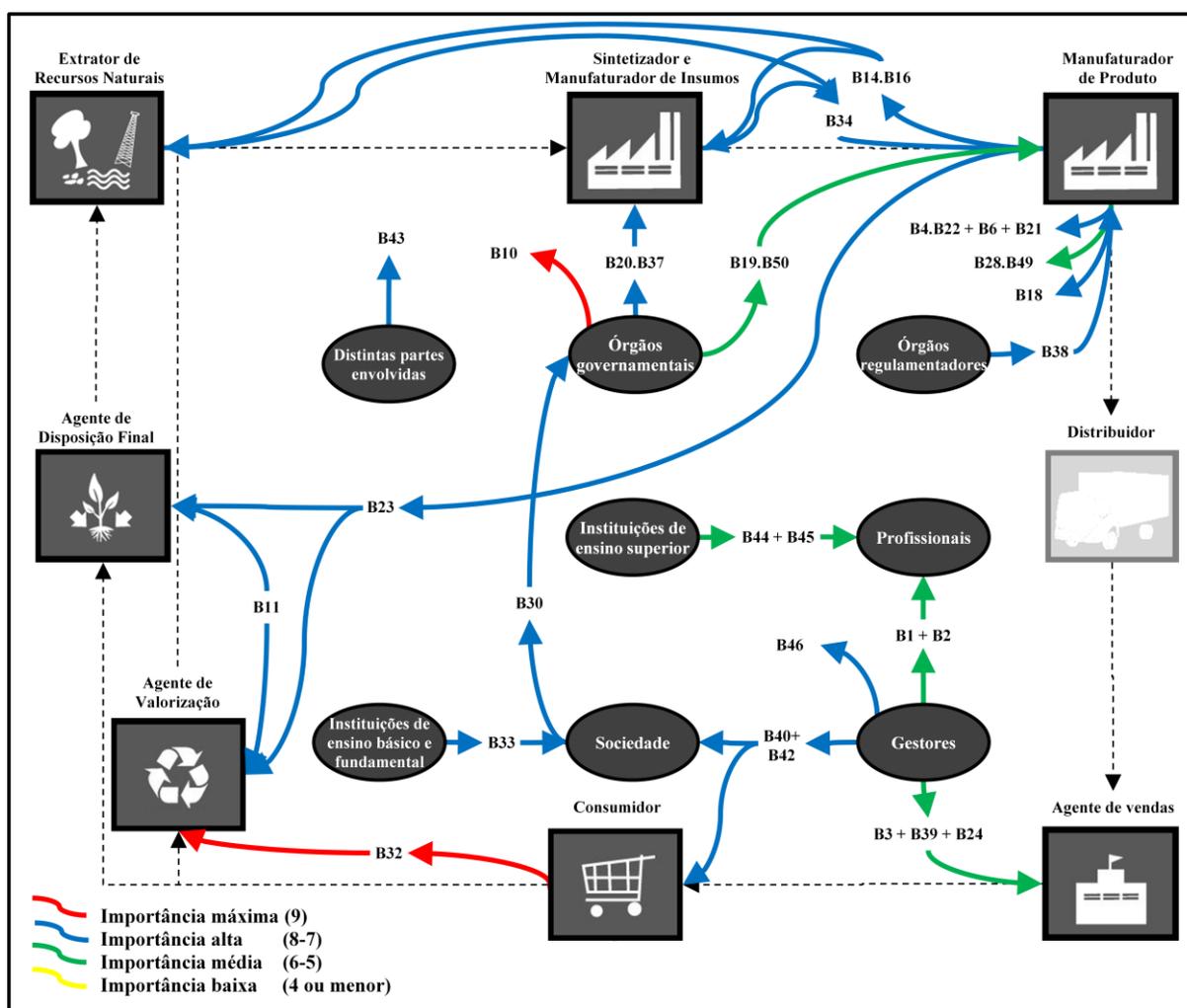


FIGURA 4 – Mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _perspectiva do representante do manufaturador de insumos (embalagens)

Na Figura 4, é possível observar que o manufaturador de insumos mencionou fatores relacionados com 9 partes envolvidas diretamente no ciclo de vida dos produtos, não contemplando somente os distribuidores e abrangeu 8 partes envolvidas indiretamente. Sugere-se a necessidade de cooperação entre extratores de recursos e manufaturadores de insumos para atender a uma demanda dos manufaturadores de produtos, configurando uma interface tripla entre partes envolvidas (requisito B34). A maior quantidade de interfaces identificadas relaciona os manufaturadores de produtos com as demais partes envolvidas.

O Quadro 11 apresenta a lista dos 20 requisitos de maior importância sob a perspectiva do representante do manufaturador de médio porte de produtos.

QUADRO 11 – Lista dos requisitos mais importantes do fabricante de médio porte de produtos

Código	Requisitos selecionados	Importância	Partes Envolvidas
Bloco: Processos e Estratégias			
C17 + C42	Os fabricantes devem conhecer a disposição econômica e os interesses dos consumidores no projeto dos produtos sustentáveis.	8	Fabricantes, Consumidores
C41 + C2	Os gestores devem ter interesse por ações e desenvolvimento de produtos sustentáveis, transferindo princípios éticos e ambientais para o planejamento estratégico das empresas.	9	Gestores
C45	Os fabricantes devem apenas destinar os resíduos para agentes capazes de gerar soluções efetivas (valorização ou disposição final).	9	Fabricantes, Agentes de valorização*, Agentes de disposição final*
C46+ C44.C47. C54	Os gestores devem preferir o uso de tecnologias limpas e evitar o uso de energias e recursos não renováveis.	9	Gestores
C48 + C13	Os fabricantes devem usar matérias primas sustentáveis e (através da aproximação dos elos da cadeia) conhecer as características de sustentabilidade dos procedimentos adotados pelos extratores de recursos e fabricantes de insumos.	8	Fabricantes, Extratores de Recursos, Fabricantes de Insumos
Bloco: Tecnologias e Conhecimentos			
C23.C26	Os gestores devem dar suporte e capacitar os agentes envolvidos na coleta de resíduos para que uma maior quantidade de plástico pós-uso, com melhor qualidade, possa ter valorização no final do ciclo de vida.	9	Gestores, Agentes envolvidos na coleta de resíduos
C39 + C7	Os gestores e profissionais devem ter disponível mais informações, conhecimentos e soluções práticas relacionadas com o desenvolvimento sustentável.	7	Gestores, Profissionais, Instituições de ensino superior*
C40	Os profissionais devem sair das instituições de ensino superior preparados para lidar com os desafios da sustentabilidade.	9	Profissionais, Instituições de Ensino Superior
C53	Os órgãos governamentais devem fomentar a educação para capacitar os profissionais (através de cursos, treinamentos) no desenvolvimento sustentável.	7	Órgãos Governamentais, Profissionais
Bloco: Insumos, Produtos e Resíduos			
C1	As embalagens pós-uso devem ter uma destinação adequada.	9	Consumidores*, Fabricantes*, Agentes de valorização*, Agentes de disposição final*
C32	Os extratores de recursos e fabricantes de insumos devem aumentar as escalas de produção e disponibilizar materiais primas sustentáveis com preços reduzidos para os fabricantes.	9	Extratores de Recursos, Fabricantes de insumos, Fabricantes
C58 + C60	Os gestores devem utilizar resíduos como insumos, porém sem que haja contaminação de embalagem ou produto.	9	Gestores
Bloco: Sociedade e Conscientização			
C16	Os consumidores devem ter maior interesse por produtos sustentáveis.	8	Consumidores
C24	Os consumidores devem descartar os resíduos adequadamente.	9	Consumidores
C30	Os gestores devem promover ações para conscientizar os consumidores sobre a sustentabilidade.	8	Gestores, Consumidores
C31 + C21	A sociedade (os consumidores) devem desde cedo receber das instituições de ensino básico uma educação para consolidar na cultura os princípios e valores da sustentabilidade.	7	Sociedade, Consumidores, Instituições de ensino básico
C36	Os consumidores devem ter uma consciência sustentável em relação a aquisição e utilização dos produtos.	8	Consumidores
Bloco: Aspectos Políticos e Legais			
C25	Os órgãos governamentais devem desenvolver legislações que atribuam aos consumidores a responsabilidade do descarte adequado.	7	Órgãos Governamentais, Consumidores
C27.C52	Os órgãos governamentais devem desenvolver novas políticas públicas (como a redução de impostos) para incentivar os gestores no desenvolvimento sustentável.	7	Órgãos Governamentais, Gestores
C50	Os órgãos governamentais devem promover sistemas de coleta de lixo urbano que permitam que os resíduos sejam adequadamente destinados.	9	Órgãos Governamentais
Parte envolvida sinalizada com asterisco foi sugerida pelo autor da pesquisa - implicitamente relacionada com o requisito			

A Figura 5 contempla o mapa do cenário do sistema-produto com as interfaces entre as partes envolvidas sob a perspectiva do representante fabricante de médio porte de produtos.

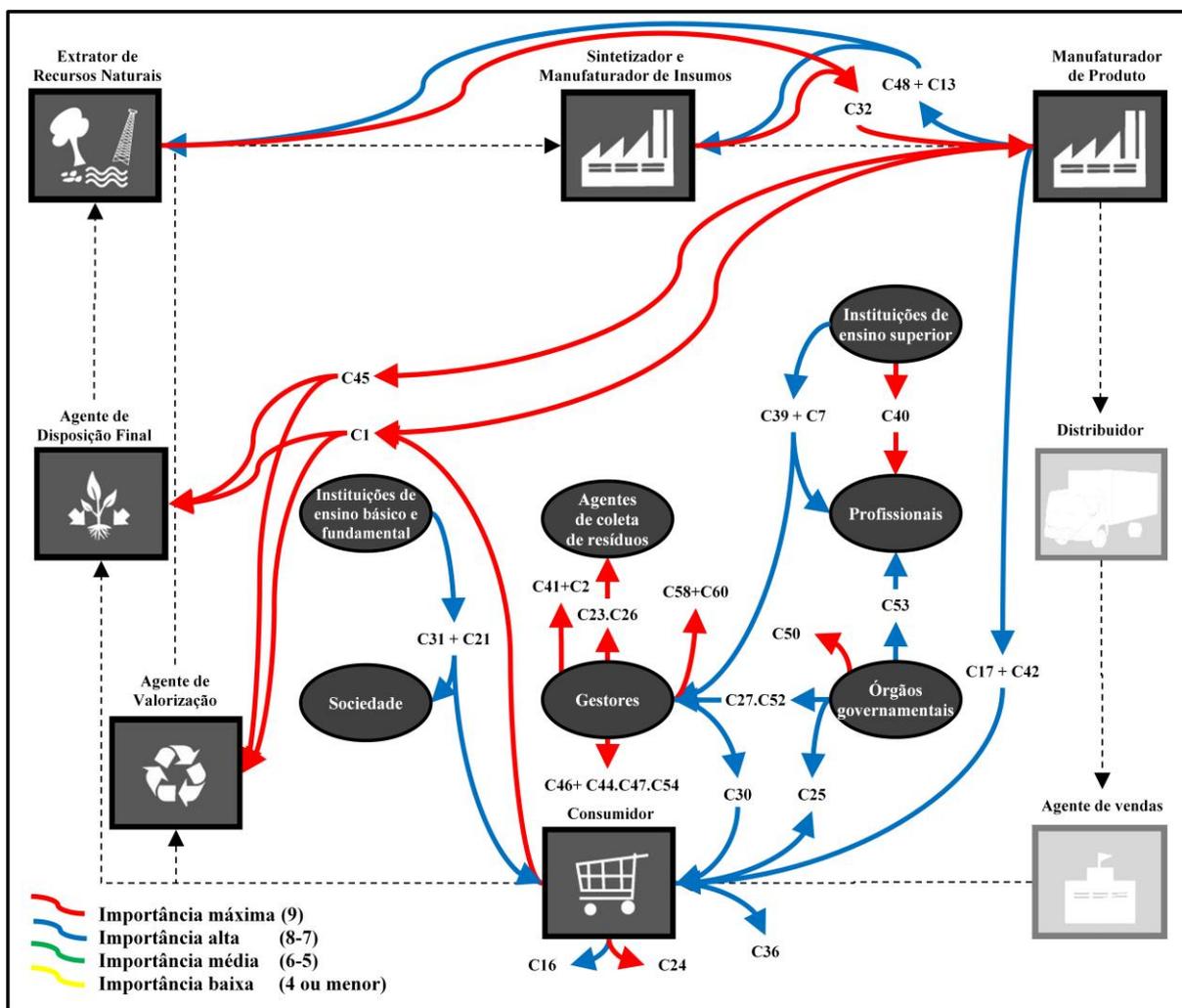


FIGURA 5 - Mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _ perspectiva do representante do fabricante de médio porte de produtos

Na Figura 5, observa-se que o fabricante de médio porte de produtos contemplou 8 partes envolvidas diretamente no ciclo de vida dos produtos, não mencionando somente os distribuidores e agentes de vendas (igual constatado pelo fabricante de pequeno porte de produtos), e abrangeu 7 partes envolvidas indiretamente (incluindo os agentes de coleta de resíduos, inusitados em relação as outras entrevistas). Observam-se as linhas que saem de distintas partes envolvidas em direção a um requisito (C32), sugerindo a necessidade de cooperação entre extratores de recursos e fabricantes de insumos para atender a demanda dos fabricantes de produto, configurando uma interface tripla entre partes envolvidas. Outro requisito (C1) sugere a necessidade de cooperação entre consumidores e

manufaturadores de produtos, configurando uma interface quádrupla. A maior quantidade de interfaces identificadas relaciona os consumidores com demais partes envolvidas.

O Quadro 12 apresenta a lista dos 20 requisitos de maior importância sob a perspectiva dos consumidores com orientação ecológica.

QUADRO 12 – Lista dos requisitos mais importantes dos consumidores eco-orientados (de MARX et al., 2010)

Código	Requisitos selecionados	Importância e partes envolvidas	
Bloco: Processos e Estratégias			
D1.4	Os agentes de vendas devem oferecer estabelecimentos (ou outro meio de comercialização) esteticamente agradáveis.	6	Agentes de Vendas, Consumidores*
D1.5	Os agentes de vendas devem oferecer benefícios (parcelamento, descontos, promoções, entrega domiciliar) para os consumidores.	7	Agentes de Vendas, Consumidores
D1.6	Os agentes de vendas devem ser confiáveis em relação à divulgação e venda dos produtos para os consumidores.	9	Agentes de Vendas, Consumidores
D1.7	Os agentes de vendas devem evidenciar a exposição dos produtos sustentáveis nos estabelecimentos (ou outro meio de comercialização) para os consumidores.	8	Agentes de Vendas, Consumidores
D1.14	Os agentes de vendas devem possibilitar que os consumidores adquiram distintos produtos sustentáveis (ou acessem distintos estabelecimentos/ou outro meio de comercialização) com comodidade e pouca necessidade de deslocamento.	7	Agentes de Vendas, Consumidores
D3.9	A sociedade e os consumidores devem ter ganhos econômicos com os resíduos destinados para agentes de valorização.	6	Sociedade, Consumidores, Agentes de valorização
Bloco: Tecnologias e Conhecimentos			
D1.10	Os manufaturadores devem oferecer produtos sustentáveis com bom preço de aquisição em relação aos produtos tradicionais para os consumidores.	7	Manufaturadores, Consumidores
D2.3	Os manufaturadores devem projetar produtos sustentáveis com adequada eficiência em relação aos produtos tradicionais.	8	Manufaturadores
Bloco: Insumos, Produtos e Resíduos			
D2.1	Os manufaturadores devem projetar produtos sustentáveis que ofereçam praticidade de uso aos consumidores.	8	Manufaturadores, Consumidores
D2.4	Os manufaturadores devem disponibilizar na embalagem uma adequada quantidade de informações sobre o produto sustentável.	8	Manufaturadores
D2.5	Os manufaturadores devem projetar produtos sustentáveis que promovam o ambiente e a saúde da sociedade.	9	Manufaturadores, Sociedade
D3.4	Os consumidores devem conseguir descartar adequadamente os produtos através de poucas operações.	7	Consumidores
Bloco: Sociedade e Conscientização			
D1.11	Os consumidores devem ter consciência e favorável opinião formada sobre a aquisição de produtos sustentáveis.	8	Consumidores
D1.12	Os consumidores devem sentir prazer e bem-estar pela aquisição de produtos sustentáveis.	8	Consumidores
D2.11	Os consumidores devem conhecer os benefícios do uso dos produtos sustentáveis para a sociedade.	6	Consumidores, Sociedade
D3.3	Os consumidores devem ter responsabilidade social e ambiental para o descarte de produtos.	9	Consumidores
D3.8	Os consumidores devem ter informações sobre o descarte correto dos produtos.	7	Consumidores
Bloco: Aspectos Políticos e Legais			
D3.5	Os órgãos governamentais devem promover sistemas de coleta seletiva de lixo residencial.	8	Órgãos governamentais
D3.6	Os órgãos governamentais devem disponibilizar postos de coleta seletiva de lixo facilmente acessáveis pela sociedade.	8	Órgãos governamentais, Sociedade
D3.10	Os órgãos governamentais devem promover o reuso e o correto descarte dos produtos.	7	Órgãos governamentais

Parte envolvida sinalizada com asterisco foi sugerida pelo autor da pesquisa - implicitamente relacionada com o requisito

A Figura 6 contempla o mapa do cenário do sistema-produto de higiene e limpeza com as interfaces entre as partes envolvidas sob a perspectiva dos representantes consumidores eco-orientados da UNIPAZ-SUL (obtido a partir do tratamento dos dados de Marx et al., 2010).

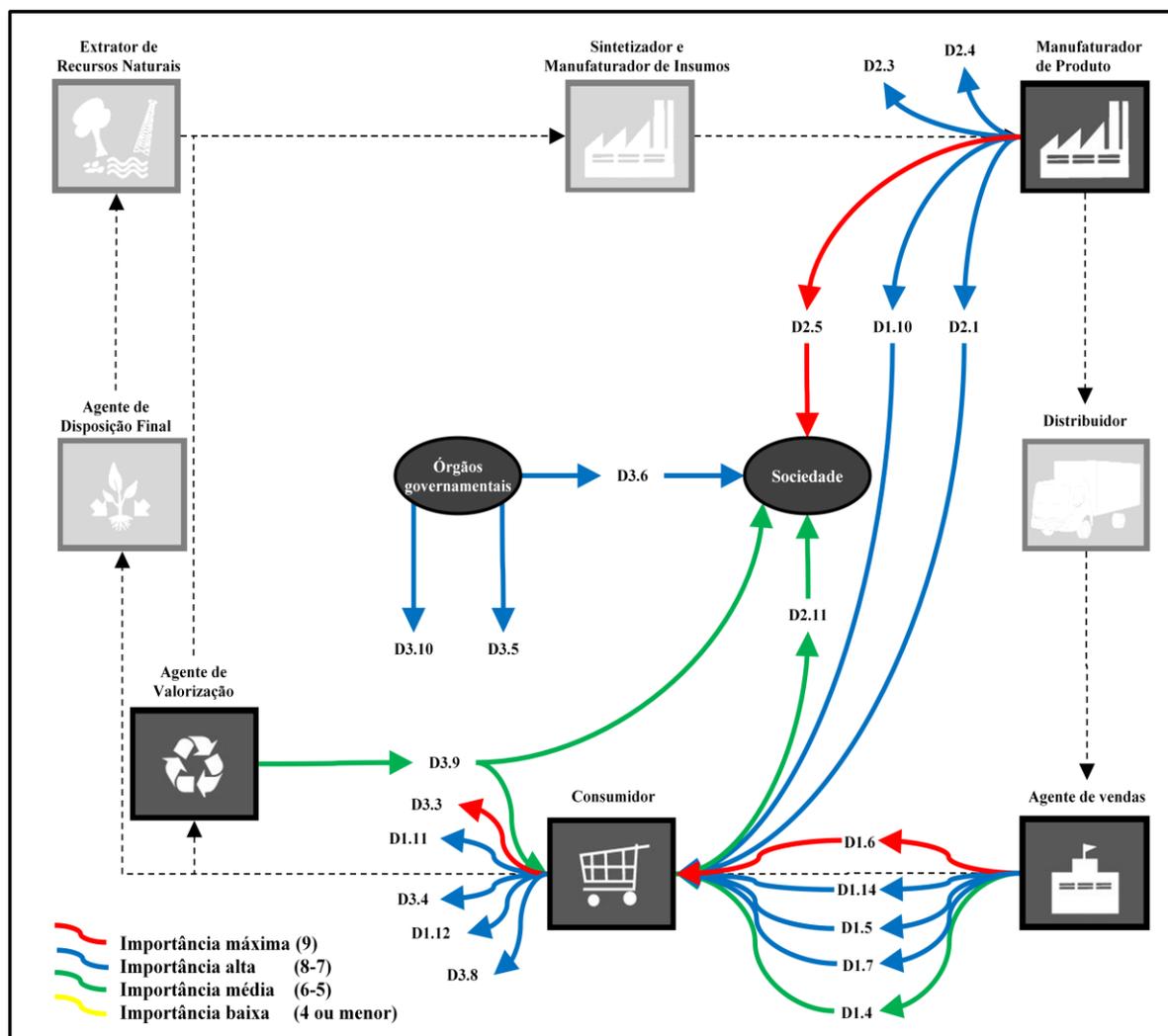


FIGURA 6 – Mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _perspectiva dos consumidores eco-orientados (obtido a partir dos dados de Marx et al., 2010)

Na Figura 6, observa-se que os consumidores eco-orientados contemplaram 4 partes envolvidas diretamente no ciclo de vida dos produtos, não mencionando os distribuidores, agentes de disposição final, extratores de recursos e manufaturadores de insumos. Apenas 2 partes envolvidas indiretamente foram abrangidas. A maior quantidade de interfaces identificadas relaciona os consumidores com demais partes envolvidas.

O Quadro 13 apresenta a lista dos 20 requisitos de maior importância sob a perspectiva do representante do órgão institucional (universidade).

QUADRO 13 – Lista dos requisitos mais importantes do órgão institucional (universidade)

Código	Requisitos selecionados	Importância e Partes Envolvidas	
Bloco: Processos e Estratégias			
E3.E52 + E5 + E12	As instituições de ensino superior devem ter a sustentabilidade como tema de debate central em todos os cursos e entre todos os professores, correlacionando esse assunto com as ementas.	9	Instituições de ensino superior, Professores
E18.E41 + E14 + E48 + E6	As soluções para sustentabilidade devem ser debatidas, equilibradas e consolidadas por comitês com distintas partes envolvidas, contemplando uma análise de todo ciclo de vida, considerando possíveis mudanças tecnológicas e de hábitos (necessidades) da sociedade no futuro.	8	Comitês de representantes de distintas partes envolvidas, Sociedade
E20	Os fabricantes devem projetar produtos e embalagens com menores quantidades de recursos materiais (desmaterializados).	8	Manufaturadores
E24	Os fabricantes devem projetar uma solução adequada para o fim do ciclo de vida dos produtos (valorização ou disposição final).	8	Manufaturadores
E29 + E7 + E31	As instituições de ensino superior devem ter uma adequada quantidade de professores, com adequada carga horária, engajados em pesquisas e diretamente relacionados com projetos para a sustentabilidade.	7	Instituições de ensino superior, Professores
E32 + E4.E51 + E8.E10	As instituições de ensino superior devem capacitar (cursos de reciclagem) e ter professores qualificados (doutores) capazes de desenvolver conhecimentos e acessar editais de pesquisas ligados a sustentabilidade.	7	Instituições de ensino superior, Professores
E45.E47	Os gestores devem de forma estratégica e consciente agir sustentavelmente previamente as legislações impostas pelos órgãos regulamentadores.	6	Gestores, Órgãos Regulamentadores
Bloco: Tecnologias e Conhecimentos			
E11	As instituições de ensino superior devem proporcionar conhecimentos e oportunidade de interação dos alunos e professores com os agentes externos que lidam rotineiramente com a sustentabilidade.	8	Instituições de ensino superior, Alunos, Professores, Agentes que lidam c/ sustentabilidade
E13 + E19 + E46 + E40	As instituições de ensino superior devem formar profissionais capacitados e desenvolver conhecimentos (metodologias de suporte) para a sociedade mensurar e lidar com os desafios da sustentabilidade.	9	Instituições de ensino superior, Profissionais, Sociedade
E36 + E49 + E42	As instituições de ensino superior e as instituições de pesquisa devem desenvolver tecnologias e soluções práticas para viabilizar a sustentabilidade e oferecer para os extratores de recursos e os fabricantes.	9	Instituições de ensino superior, Instituições de pesquisa, Extratores de Recursos, Manufaturadores
E39	As instituições de ensino superior devem proporcionar aos agentes de valorização conhecimentos e soluções práticas para o fim do ciclo de vida dos produtos.	8	Instituições de ensino superior, Agentes de valorização
Bloco: Insumos, Produtos e Resíduos			
E38	Os resíduos devem apenas ser destinados para agentes capazes de gerar soluções efetivas (valorização ou disposição final).	7	Agentes de valorização, Agentes de disposição final
Bloco: Sociedade e Conscientização			
E1 + E17 + E35	A sociedade (e os consumidores) deve desde cedo receber das instituições de ensino básico e fundamental uma educação sobre a sustentabilidade.	7	Sociedade, Consumidores, Instituições de ensino básico e fundamental
E26	Os consumidores devem ter consciência sobre as formas adequadas de utilização dos produtos sem que seja restringido o tempo de vida útil.	8	Consumidores
E37	As instituições de ensino superior devem interagir com instituições de ensino fundamental para haver trocas de conhecimentos e melhor educação da sociedade.	7	Instituições de ensino superior, Instituições de ensino fundamental, Sociedade
E44 + E43 + E21 + E23	Os consumidores devem ter maior interesse em fabricantes e agentes de vendas com preocupação ambiental e disposição econômica pela aquisição de produtos sustentáveis.	8	Consumidores, Manufaturadores, Agentes de vendas
E50	As instituições de ensino superior devem (através de campanhas/eventos) conscientizar a sociedade (consumidores) sobre a sustentabilidade.	7	Instituições de ensino superior, Sociedade, Consumidores
Bloco: Aspectos Políticos e Legais			
E15	Os órgãos governamentais devem promover sistemas de coleta de lixo urbano que permitam que os resíduos sejam adequadamente destinados.	7	Órgãos governamentais
E25	Os órgãos regulamentadores devem exigir que os fabricantes tenham sistemas de controle/rastreamento dos produtos durante todo ciclo de vida.	8	Órgãos regulamentadores, Manufaturadores
E28 + E30.E33	Os órgãos governamentais devem desenvolver políticas públicas para incentivar e financiar as instituições de pesquisa com projetos para sustentabilidade.	9	Órgãos governamentais, Instituições de pesquisa

A Figura 7 contempla o mapa do cenário do sistema-produto com as interfaces entre as partes envolvidas sob a perspectiva do representante do órgão institucional (universidade).

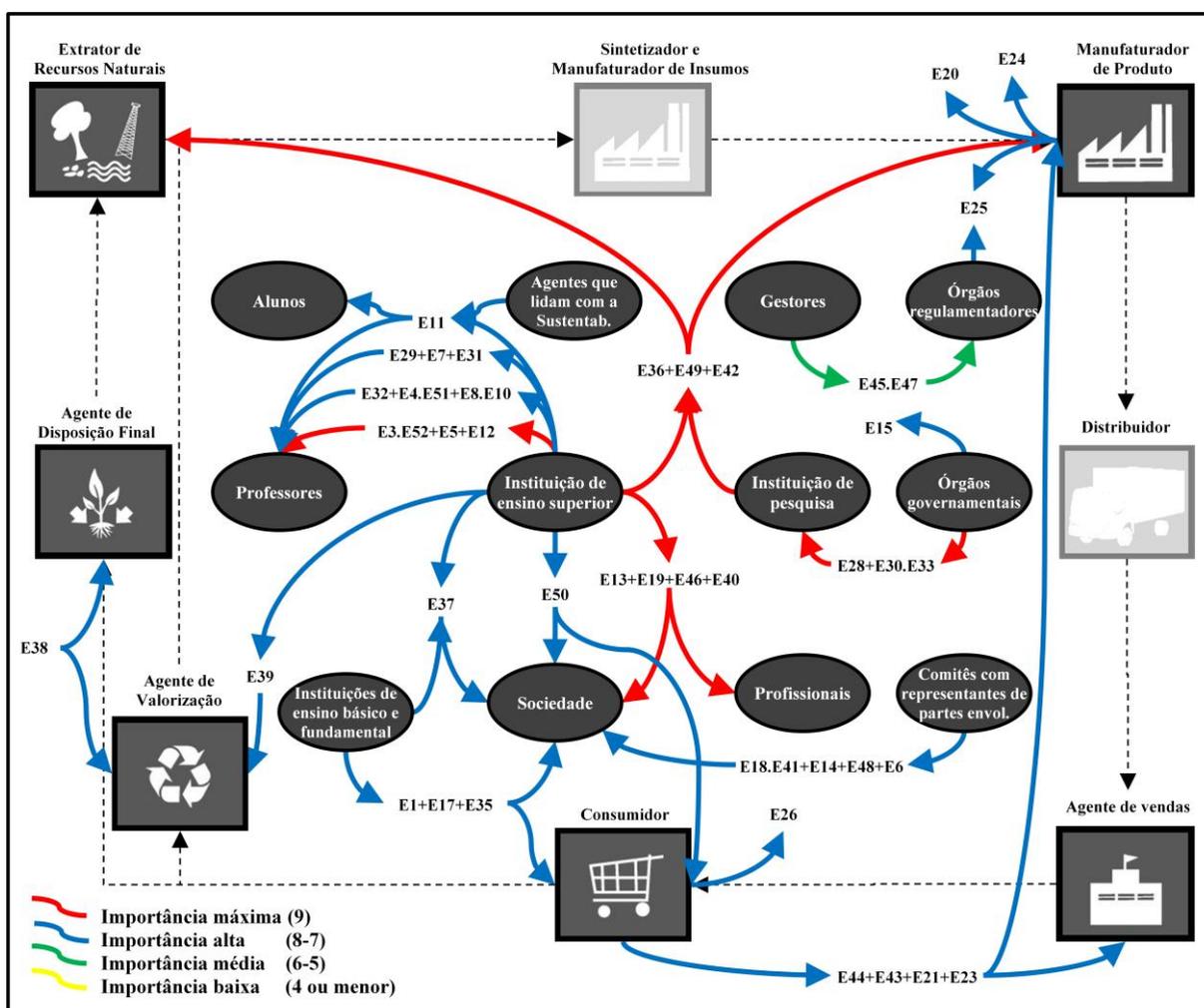


FIGURA 7 - Mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _ perspectiva do representante do órgão institucional (universidade)

Na Figura 7, observa-se que o representante da universidade contemplou 8 partes envolvidas diretamente no ciclo de vida dos produtos, não mencionando somente os manufaturadores de insumos e agentes de vendas, e abrangeu 12 partes envolvidas indiretamente (incluindo os alunos, professores, agentes que lidam com a sustentabilidade, inusitados em relação as outras entrevistas). Observam-se as linhas que saem de distintas partes envolvidas em direção a um requisito (E11), sugerindo a necessidade de cooperação entre instituições de ensino superior e agentes que lidam com a sustentabilidade para atender a demanda dos alunos e professores, configurando uma interface quádrupla entre partes envolvidas. Outro requisito (E36+E49+42) sugere a necessidade de cooperação entre instituições de ensino superior e instituições de

pesquisa, configurando outra interface quádrupla. A maior quantidade de interfaces identificadas relaciona as instituições de ensino superior com demais partes envolvidas.

O Quadro 14 apresenta a lista dos 20 requisitos de maior importância sob a perspectiva do representante do órgão governamental (prefeitura).

QUADRO 14 – Lista dos requisitos mais importantes do órgão governamental (prefeitura)

Código	Requisitos selecionados	Importância e Partes Envolvidas
Bloco: Processos e Estratégias		
F2.F26	Os fabricantes devem oferecer para os consumidores produtos sustentáveis com preços equivalentes aos produtos tradicionais.	9 Manufaturadores, Consumidores
F28	Os fabricantes no Rio Grande do Sul devem projetar produtos de alto valor agregado.	9 Manufaturadores
F31	As soluções para sustentabilidade devem ser debatidas e consolidadas em comitês com representantes de distintas partes envolvidas.	8 Comitês com representantes de distintas partes envolvidas.
Bloco: Tecnologias e Conhecimentos		
F5	As instituições de pesquisa devem desenvolver estudos que permitam a sociedade conhecer e confiar nos efeitos das tecnologias e procedimentos inovadores para a sustentabilidade.	5 Instituições de Pesquisa, Sociedade
F17 + F4	As instituições de pesquisa devem desenvolver tecnologias para os fabricantes serem capazes de fabricar produtos sustentáveis com preços e aspectos visuais equivalentes aos produtos tradicionais.	8 Instituições de Pesquisa, Manufaturadores
F29	Os profissionais devem sair das instituições de ensino superior preparados para lidar com os desafios da sustentabilidade.	8 Profissionais, Instituições de ensino superior
F30	Os gestores devem interagir com as instituições de ensino superior e instituições de pesquisa.	9 Gestores, Instituições de ensino superior, Instituições de pesquisa
Bloco: Insumos, Produtos e Resíduos		
F1.F3.F23	Os consumidores devem ter consciência e favorável opinião formada sobre a aquisição de produtos sustentáveis.	6 Consumidores
F7	Os consumidores devem desde cedo receber das instituições de ensino básico e fundamental uma educação para a sustentabilidade ser esclarecida.	8 Consumidores, Instituições de ensino básico e fundamental
F8	Os agentes de comunicação social devem conscientizar os consumidores sobre a sustentabilidade.	8 Agentes de comunicação social, Consumidores
F13	Os gestores devem promover ações para conscientizar os consumidores sobre a sustentabilidade.	7 Gestores, Consumidores
F22	Os consumidores devem ter responsabilidade ambiental para o descarte de produtos.	8 Consumidores
F25	Os órgãos não-governamentais devem mobilizar a sociedade para lutar por interesses relacionados com a sustentabilidade.	4 Órgãos não-governamentais, Sociedade
Bloco: Aspectos Políticos e Legais		
F6	Os órgãos governamentais devem promover políticas para motivar os consumidores sustentavelmente.	8 Órgãos governamentais, Consumidores
F9.F15.F18.F34 + F12	Os órgãos governamentais devem promover novas políticas públicas (como a redução de impostos) para incentivar os fabricantes na fabricação de produtos sustentáveis e adequação ecológica dos processos.	9 Órgãos governamentais, Manufaturadores
F11	Os empresários devem participar de entidades empresariais para lutar por interesses empresariais e pelo desenvolvimento sustentável.	4 Empresários, Entidades empresariais
F16	Os órgãos governamentais devem desenvolver políticas públicas para incentivar as instituições de pesquisa com a sustentabilidade.	9 Órgãos governamentais, Instituições de Pesquisa
F21	Os órgãos governamentais devem promover sistemas de coleta de lixo urbano que permitam que os resíduos sejam adequadamente destinados.	8 Órgãos governamentais
F24 + F10 + F14	Os empresários e gestores devem se mobilizar (lutar por interesses empresariais) e fazer com que os órgãos governamentais prioritariamente desenvolvam políticas para o desenvolvimento sustentável.	4 Empresários, Gestores, Órgãos governamentais
F32.F33	Os órgãos governamentais devem desenvolver soluções para os problemas logísticos do Rio Grande do Sul (em relação ao país) para os distribuidores.	8 Órgãos governamentais, Distribuidores

A Figura 8 contempla o mapa do cenário do sistema-produto com as interfaces entre as partes envolvidas sob a perspectiva do representante do órgão governamental (prefeitura).

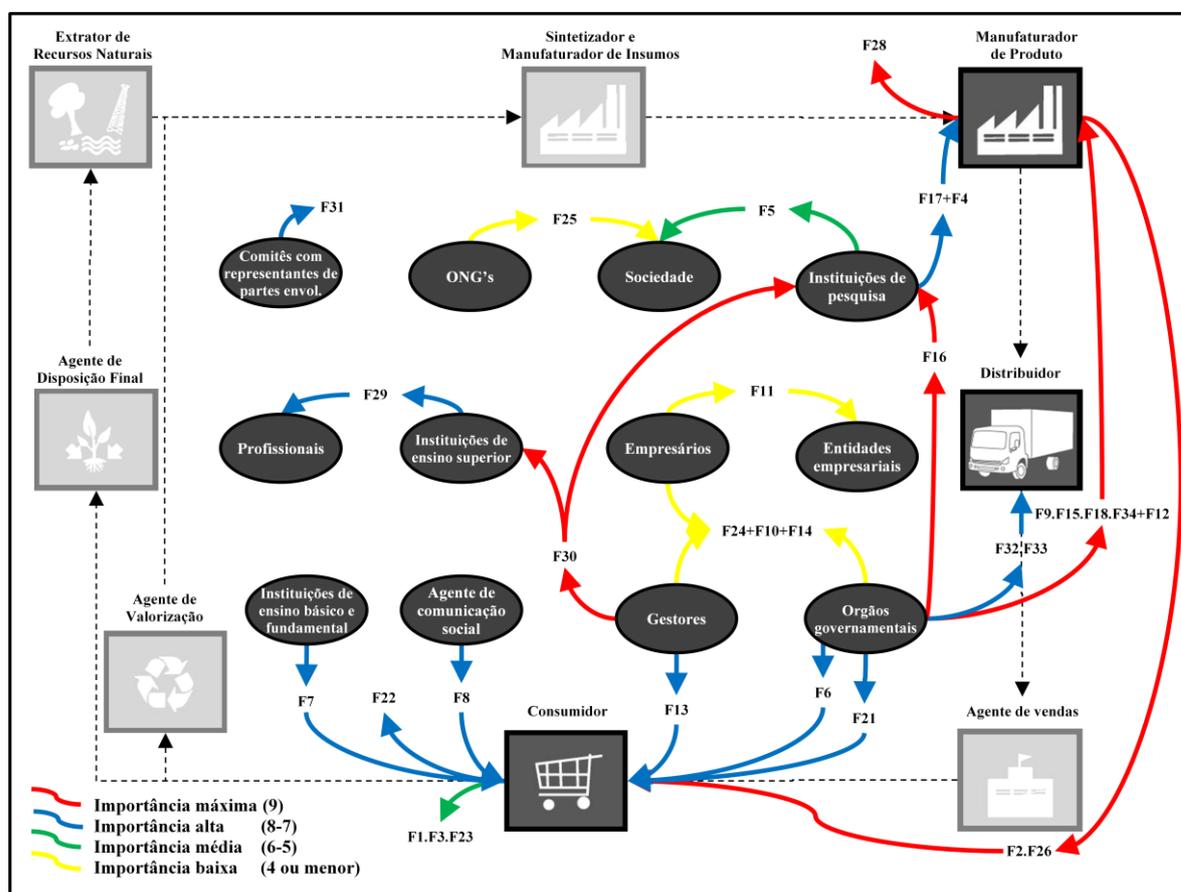


FIGURA 8 – Mapa das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza _ perspectiva do representante do órgão governamental (prefeitura)

Na Figura 8, observa-se que o representante da prefeitura contemplou 3 partes envolvidas diretamente no ciclo de vida dos produtos, mencionando somente os manufaturadores de produto, os distribuidores (esses últimos inusitados em relação as demais entrevistas) e os consumidores, e abrangeu 12 partes envolvidas indiretamente (incluindo as organizações não governamentais – ONG's, empresários, entidades empresariais e agentes de comunicação social, inusitados em relação as outras entrevistas). A proporção entre partes envolvidas diretamente e indiretamente mencionadas é inversa a percepção dos consumidores (figura 6). Observam-se as linhas que saem de distintas partes envolvidas em direção a um requisito (F24+F10+F14), sugerindo a necessidade de cooperação entre gestores, empresários e órgãos governamentais, configurando uma interface tripla entre partes envolvidas. A maior quantidade de interfaces identificadas relaciona os consumidores com demais partes envolvidas.

Por fim, foi elaborado um mapa geral do cenário do sistema-produto de higiene e limpeza com as interfaces críticas entre as partes envolvidas. Partindo-se do pressuposto que quando um respondente atribui a mais alta importância para um determinado requisito, isso significa que essa é a demanda mais fundamental para atingir os objetivos da sustentabilidade para aquela determinada parte envolvida. Assim, utilizou-se para a construção do mapa geral apenas os requisitos de importância 9, sob a perspectiva de cada representante entrevistado das partes envolvidas. A Figura 9 contempla o mapa geral do cenário do sistema-produto de higiene e limpeza com as interfaces críticas entre as partes envolvidas.

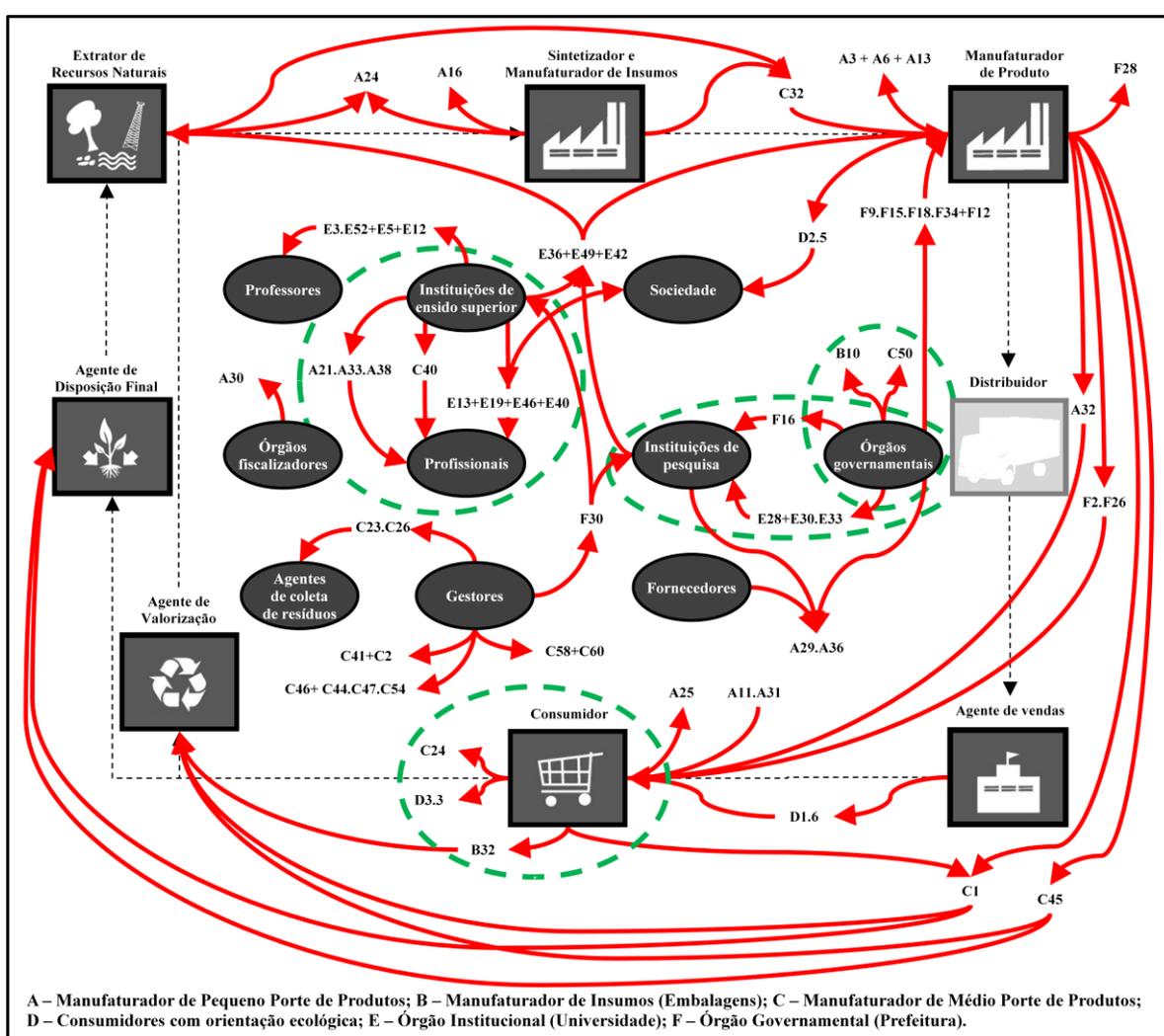


FIGURA 9 – Mapa das interfaces críticas entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza (Legenda: círculos tracejados são relações recorrentes - críticas por mais de um entrevistado)

Na Figura 9, os círculos tracejados representam relações recorrentes que não necessariamente devem receber maior ênfase que as demais inter-relações, todavia são constatações importantes que serão discutidas em detalhe na sequência do artigo. Além disso, os requisitos

críticos (de maior incidência e importância atribuída) que compõem o mapa geral não representam verdades absolutas, mas podem ser consideradas verdades relativas oriundas da percepção de cada entrevistado. Após a elaboração dos seis mapas contendo as interfaces, bem como o mapa geral, sendo a representação visual da cadeia global de valor das partes envolvidas, algumas considerações entre os mapas podem ser realizadas:

- Os mapas das interfaces entre partes envolvidas com o ciclo de vida de sistema-produto de higiene e limpeza (sob a perspectiva das seis partes envolvidas entrevistadas) são distintos. O número de partes envolvidas variou de mapa para mapa tanto em relação às fases do ciclo de vida quanto em relação às partes indiretamente envolvidas.
- O entrevistado que mais percebeu e mencionou os agentes envolvidos diretamente nas fases do ciclo de vida foi o representante do fabricante de insumos (embalagens).
- Os entrevistados da prefeitura e universidade foram os que mais perceberam e mencionaram partes envolvidas indiretamente com o ciclo de vida dos produtos.
- Os consumidores foram os que menos perceberam e mencionaram partes envolvidas indiretamente com o ciclo de vida dos produtos.
- No total, 21 agentes envolvidos indiretamente com o ciclo de vida dos produtos foram identificados. Explicitamente foram identificados os seguintes agentes: agentes de comunicação social; agentes envolvidos na coleta de resíduos; agentes que lidam rotineiramente com a sustentabilidade; alunos; comitês com representantes de partes envolvidas; distintas partes envolvidas; empresários; entidades empresariais; fornecedores; gestores; instituições de ensino básico e fundamental; instituições de ensino superior; instituições de pesquisa; órgãos fiscalizadores; órgãos governamentais; órgãos não-governamentais; órgãos regulamentadores; professores; profissionais; sociedade. Considerando todos, somente um foi implicitamente identificado e sugerido pelo autor, sendo os agentes de suporte técnico.
- Dentre todas as partes envolvidas diretamente nas fases do ciclo de vida do sistema-produto (que foram contempladas no *check-list* do roteiro da entrevista), os distribuidores somente foram contemplados na entrevista do representante da prefeitura. Nas demais entrevistas, essa parte envolvida não foi comentada.
- Dentre as partes envolvidas no sistema-produto que foram apontadas com interface críticas, algumas foram percebidas e comentadas por um único entrevistado, sendo: (1) agentes envolvidos na coleta de resíduos (catadores de lixo) somente foram contemplados pelo representante do fabricante de médio porte de produtos; (2) os professores somente foram apontados pelo representante da universidade; (3) os órgãos fiscalizadores somente foram comentados pelo representante do fabricante de pequeno porte de produtos.

A partir das observações anteriores, gera-se a hipótese: ‘As partes envolvidas não conseguem normalmente perceber todas as demais partes envolvidas e fases do ciclo de vida de um sistema-produto’, neste caso a equipe de projeto teria que estar atento para fazer uma análise que iria além das relações percebidas pelas próprias partes interessadas. Em outras palavras, essa hipótese indica a falta de visão sistêmica das partes envolvidas que participam do

processo, as quais normalmente só conhecem a parcela fundamental do sistema de produção e consumo pertinente aos seus interesses particulares.

- O fabricante de produtos foi a parte envolvida que teve a maior quantidade de interfaces críticas apontadas pelos entrevistados (10 no total). Os consumidores foram o segundo tipo de parte envolvida com maior número de interfaces críticas (9 no total). As instituições de ensino superior e os órgãos governamentais tiveram 6 interfaces críticas cada. As instituições de pesquisa e os gestores tiveram 5 interfaces críticas cada.

Gera-se a hipótese: ‘Entre todos os envolvidos no sistema de produção e consumo, os fabricantes de produtos e os consumidores são as partes mais críticas para atingir a sustentabilidade’, e neste caso específico os projetistas teriam que dar maior atenção aos requisitos destas partes envolvidas.

- Dentre todas as interfaces críticas, a maior quantidade está relacionada com os requisitos do bloco de ‘processos e estratégias’ (9 no total) e ‘tecnologias e conhecimentos’ (8 no total). Do bloco ‘aspectos políticos e legais’ foram apontadas 6 interfaces críticas, e por fim, dos blocos ‘insumos, produtos e resíduos’ e ‘sociedade e conscientização’ foram apontadas 5 interfaces de cada.

Gera-se a hipótese: ‘A maior quantidade de fatores críticos para atingir a sustentabilidade é relacionada com processos e estratégias ou com conhecimentos e tecnologias, enquanto a menor quantidade de fatores críticos é relacionada com a sociedade e a conscientização ou com aspectos políticos e legais’. Neste caso, a análise sugere que os aspectos técnicos ainda são considerados mais críticos, no caso dos produtos de higiene e limpeza, provavelmente porque se tratam de produtos químicos. Os processos extrativos das matérias primas são bastante agressivos para o meio ambiente, bem como os resíduos deixados pelo uso dos mesmos.

- Analisando todas as interfaces críticas, cinco requisitos sugerem a necessidade de cooperação entre partes envolvidas, sendo entre:
 - (I) fabricantes de insumos e extratores de recursos para atender o requisito A24 em uma interface dupla;
 - (II) fornecedores, órgãos governamentais e instituições de pesquisa para atender o requisito A29.A36 em uma interface tripla;
 - (III) consumidores e fabricantes de produtos para atender o requisito C1 relacionado aos agentes de disposição final e agentes de valorização em uma interface quádrupla;
 - (IV) extratores de recursos e fabricantes de insumos para atender o requisito C32 relacionado aos fabricantes de produto em uma interface tripla;

(V) instituições de ensino superior e instituições de pesquisa para atender o requisito E36+E49+42 relacionado aos extratores de recursos e fabricantes de produtos em uma interface quádrupla.

- Os representantes dos fabricantes de pequeno e médio porte concordaram que a sustentabilidade depende de profissionais preparados para lidar com os desafios da sustentabilidade (máxima importância nos requisitos A21.A33.A38 e C40). O entrevistado da universidade concorda (atribuindo máxima importância ao requisito E13+E19+E46+E40), mas argumenta que as instituições de ensino superior têm dificuldade para capacitar os profissionais e disponibilizar conhecimentos suficientes para a sociedade. Observa-se nesta lacuna uma oportunidade e ao mesmo tempo um risco a ser trabalhado no projeto do sistema-produto, sendo gerada a hipótese:

‘A capacitação dos profissionais formados pelas instituições de ensino superior é normalmente insuficiente para a sustentabilidade ser atingida. As empresas devem utilizar equipes multidisciplinares com profissionais com capacitações complementares, como Engenheiro Químico, Ambiental, de Produção, Biólogo, Sociólogo, Economista, Tecnólogos, entre outros, para solucionar os problemas relacionados com o desenvolvimento sustentável’.

- Os representantes da universidade e prefeitura concordam que os atuais incentivos e financiamentos em pesquisas são insuficientes para atingir os objetivos da sustentabilidade (máxima importância nos requisitos E28+E30.E33 e F16). Observa-se nesta lacuna uma oportunidade e ao mesmo tempo um risco a ser trabalhado no projeto do sistema-produto, sendo gerada a hipótese:

‘O fomento dos órgãos governamentais para as instituições de pesquisa na busca de soluções para o desenvolvimento sustentável é normalmente insuficiente’.

- Os representantes do fabricante de insumos e do fabricante de médio porte de produtos, ambos envolvidos no projeto e fabricação de embalagens plásticas, concordam que o atual sistema de coleta de lixo é inadequado para a sustentabilidade (máxima importância nos requisitos B10 e C50). Observa-se nesta lacuna uma oportunidade e ao mesmo tempo um risco a ser trabalhado no projeto do sistema-produto, sendo gerada a hipótese:

‘O sistema de coleta de lixo oferecido pelos órgãos governamentais é normalmente inadequado para a sustentabilidade ser atingida’.

- Os representantes do fabricante de médio porte de produtos e dos consumidores concordam que atualmente os consumidores descartam os produtos inadequadamente (máxima importância nos requisitos C24 e D3.3). O entrevistado representante do fabricante de insumos concorda (atribuindo máxima importância ao requisito B32), e complementa a ideia afirmando que o descarte deve ser realizado de modo a facilitar os processos dos agentes de valorização. Observa-se nesta lacuna uma oportunidade e ao mesmo tempo um risco a ser trabalhado no projeto do sistema-produto, sendo gerada a hipótese:

‘A maneira dos consumidores descartarem produtos é normalmente inadequada para a sustentabilidade ser atingida’.

As hipóteses sugeridas anteriormente estão relacionadas com o sistema de produção e consumo de produtos de higiene e limpeza do Rio Grande do Sul, e devem ser testadas em futuras pesquisas. Após testar as hipóteses, as informações poderiam ser introduzidas em projetos de melhoria do sistema-produto ou em projetos de desenvolvimento de novos sistemas-produto.

5. Conclusões

O debate sobre o tema projeto de produto pode ser frequentemente percebido nas academias e meio empresarial, visto que ainda existem muitas incertezas sobre as formas mais adequadas para resolução dos problemas do desenvolvimento sustentável. O desafio depende de um mecanismo que concilie o desenvolvimento sustentável com as atividades projetuais, a produção, o consumo, e o atendimento dos requisitos das distintas partes envolvidas nas fases do ciclo de vida dos produtos, que por vezes são conflitantes.

Por meio do objetivo principal desse trabalho, de aplicar um procedimento sistemático de identificação das interfaces críticas entre partes envolvidas com as fases do ciclo de vida de um sistema-produto, foi possível obter informações interessantes sobre os requisitos e as partes envolvidas inter-relacionadas em um sistema de produção e consumo de produtos de higiene e limpeza do Rio Grande do Sul. As informações obtidas com a aplicação do procedimento em um estudo de caso permitiram a identificação de interfaces críticas entre partes envolvidas diretamente e indiretamente com as fases do ciclo de vida sob a percepção de seis representantes de distintos grupos, possibilitando a geração de hipóteses (que futuramente podem ser confirmadas) a respeito de todo o sistema-produto. Em relação à sustentabilidade, os resultados obtidos apontam lacunas do sistema-produto, permitindo oportunidades e constatações de riscos, sendo essas informações oportunas que devem ser incorporadas nas fases iniciais de projetos de sistema-produto e/ou na melhoria contínua dos mesmos.

A aplicação do procedimento também permitiu atingir o objetivo específico, de levantar os fatores que favorecem e desfavorecem as partes envolvidas de um dado sistema a agirem de forma a atingir os objetivos da sustentabilidade. Dentre os resultados da aplicação do procedimento, alguns fatores levantados podem ser apontados, como por exemplo, os problemas relacionados com: (I) a capacitação dos profissionais, sendo uma interface desses com as instituições de ensino superior (ou a não utilização de equipes multidisciplinares com profissionais com capacitações complementares); (II) o fomento na busca de soluções para o desenvolvimento sustentável, sendo uma interface entre órgãos governamentais e instituições de pesquisa; (III) o sistema de coleta de lixo, sendo uma interface dos órgãos governamentais e a sociedade; (IV) e a maneira de descartar produtos, sendo uma interface do sistema-produto com os consumidores. Esses fatores foram contemplados em diversas entrevistas e foram considerados críticos por mais de uma parte envolvida.

O procedimento permite a visualização gráfica dos resultados em mapas individuais ou geral, compostos por requisitos e interfaces entre partes envolvidas. Através da análise dos mapas é possível perceber particularidades e semelhanças, como por exemplo, a necessidade de cooperação entre distintas partes envolvidas para o atendimento de um requisito, ou ainda a concordância sobre fatores que favorecem ou desfavorecem as partes envolvidas para atingirem os objetivos da sustentabilidade. Outro exemplo de constatação a partir dos mapas, é que ambos os fabricantes de produtos não contemplaram em suas entrevistas nenhum fator inter-relacionado com os agentes de venda. Todavia, é através desses agentes que os produtos chegam até os consumidores, alavancando o desenvolvimento econômico. É através da interface entre fabricantes e agentes de vendas, que os primeiros poderão ter o *feedback* sobre as demandas e necessidades dos consumidores, e assim, promover melhorias nos aspectos ambiental, social e econômico. Essas análises permitem novamente oportunidades e/ou constatações de riscos, que em última análise, são informações de entrada para projetos de sistema-produto.

Os resultados do trabalho também permitiram criar a hipótese que as partes envolvidas não conseguem normalmente perceber todas as demais partes envolvidas e fases do ciclo de vida de um sistema-produto, o que pode ser considerado como um problema de visão sistêmica. De uma forma geral, os entrevistados apontaram principalmente fatores que impactam as fases do ciclo de vida em que respectivamente possuem atividades principais ou secundárias

diretamente relacionadas. Os fabricantes de produtos e os consumidores foram as partes envolvidas com maior incidência de interfaces críticas apontadas para atingir a sustentabilidade.

Verificadas as limitações dessa pesquisa, os resultados não podem ser generalizados, mesmo porque, os resultados possivelmente poderiam ser diferentes, caso as partes envolvidas com atividades relacionadas diretamente com as fases de extração de recursos, sintetização de insumos e disposição final tivessem sido entrevistadas. Contudo, definidas essas limitações e escolhidos os entrevistados com percepções abrangentes do ciclo de vida do sistema-produto investigado, o procedimento se mostrou adequado para o levantamento de informações gerais do sistema em uma lógica da cadeia global de valor do produto. Dessa maneira, é possível concluir que os requisitos e interfaces críticas obtidas por meio do procedimento são informações úteis sobre o sistema, indicando o que um projetista deveria enfatizar no projeto do sistema-produto, caso aquele cenário fosse considerado verdadeiro.

Com os resultados obtidos e analisados, e verificadas as limitações da pesquisa, algumas sugestões de pesquisas futuras podem ser sugeridas, sendo elas: (I) Aplicar o procedimento proposto, levantando as informações de todas as partes envolvidas para verificar o efeito sobre os mapas, e verificar se aparecem elementos críticos distintos daqueles observados com estes entrevistados; (II) Desenvolver pesquisas para testar as hipóteses criadas como resultados desse procedimento; (III) Aplicar esse procedimento em outros sistemas-produto para confrontar resultados e validar o procedimento; (IV) Aplicar esse procedimento utilizando amostragem probabilística na coleta de dados para generalização de resultados; (V) Criar indicadores de criticidade para a sustentabilidade do sistema-produto. A realização de pesquisas futuras alinhadas as sugestões propostas permitirá o avanço científico do tema projeto de produto, contribuindo com a viabilização de formas de projetar, produzir e consumir produtos em sistemas sustentáveis.

Agradecimentos

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio que foi disponibilizado, viabilizando essa pesquisa.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE PRODUTOS DE LIMPEZA E AFINS. **Anuário**. 2009. Disponível em: <www.abipla.org.br>. Acesso em: 27 dez 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **A indústria química**: apresentação sobre o setor. 2009. Disponível em: <www.abiquim.org.br>. Acesso em: 27 dez 2010.
- INSTITUTO AKATU PELO CONSUMO CONSCIENTE. **Consumo consciente**: o que é? 2009. Disponível em: <www.akatu.org.br>. Acesso em: 27 dez 2010.
- ALMEIDA, Anne M. G. de et al. Influência de argumentos ecológicos e de responsabilidade sócio-ambiental no comportamento de compra de jovens. In: CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO, 6., 2009. Disponível em: <www.convibra.com.br/2009/artigos/180_0.pdf>. Acesso em: 21 set 2010.
- AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. M. **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Paulo: Rima, 2004.
- BAXTER, Mike. **Projeto de produto**: guia prático para o design de novos produtos. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
- BONSIEPE, Guy. **Metodologia experimental: desenho industrial**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1984.
- BRUNDTLAND COMMISSION. **Brundtland report**: our common future. World commission on environment and development. ONU, 1987. Disponível em: <www.un-documents.net/ocf-02.htm#I>. Acesso em: 29 set 2009.
- DONALDSON, Krista M.; ISHII, Kosuke; SHEPPARD, Sheri D. **Customer value chain analysis. Research in Engineering Design**, London, v. 16, p. 174–183, 2006.
- DORMER, P. **Os significados do design**: a caminho do século XXI. Porto Alegre: Bloco Gráfico, 1995.
- FORTY, Adrian. **Objetos de desejo**: design e sociedade desde 1750. São Paulo: Cosac Naify, 2007.
- FUAD-LUKE, Alastair. **Manual de Diseño Ecológico**. Palma de Mallorca: Ed. Cartago S.L., 2002.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.
- GOMES, L. F. A. M.; DAMÁZIO, H. N.. **Minimização Heurística da Interdependência entre Critérios no Auxílio à Decisão. Uma Aplicação à Decisão sobre Seguro Ambiental para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos**. Working paper, Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio, Rio de Janeiro, outubro.
- HANSEN, C. T.; ANDREASEN, M. M. On the content and nature of design objects in designing. In: INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE, 11., 2010, Cavtat-Dubrovnik. **Proceedings of XXI IDC**. Cavtat-Dubrovnik: Design Society, 2010. p. 761-770.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE**. 2010. Disponível em: <www.cnae.ibge.gov.br>. Acesso em: 27 dez 2010.
- KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade das coisas leves**: design e desenvolvimento sustentável. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005.
- KOTA, Srinivas; CHAKRABARTI, Amaresh. Use of DfE methodologies and tools – major barriers and challenges. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 16., 2007, Paris. **Proceedings of XVI ICED**. Paris: Indian Institute of Science, 2007. (cd-rom)
- MARX, Ângela Maria. **Proposta de método de engenharia de requisitos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. 2009. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- MARX, Ângela Maria; PAULA, Istefani Carísio de; SUM; Fabiane. Sustainable Consumption in Brazil: identification of preliminary requirements to guide product development and the definition of public policies. **Natural Resources Forum**, United Nations, v. 34, n. 1 p. 51-62, 2010.
- McDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Remaking the way we make things**: cradle to cradle. New York: North Point Press, 2002.

- MIZUNO, S.; AKAO, Y. **QFD: the customer-driven approach to quality planning and development**. Tokyo: Asian Productivity Association, 1994. 365p.
- MOURÃO, Yuri B. **Priorização de projetos de pesquisa e desenvolvimento na indústria do petróleo: uma aplicação da teoria dos prospectos**. Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc, 2006.
- NORO, Greice de Bem et al. Sustentabilidade: uma visão baseada em stakeholders. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6., 2010, Rio de Janeiro. **Anais do VI CNEG**. Rio de Janeiro: UNIFRA, 2010.
- PASSOS, Aderson Campos; SANTOS, Felipe Silva Plácido dos; MELLO, Fábio Pinhão. **O método de minimização heurística da interdependência entre critérios no auxílio à tomada de decisão aplicado à seleção de escolas**. Rio de Janeiro: SPOLM, 2008.
- RIBEIRO, J. L.; ECHEVESTE, M. E.; DANILEVICZ, A. M. **A utilização do QFD na otimização de produtos, processos e serviços**. Porto Alegre: PPGEP/UFRGS, 2000. Série Monográfica.
- RIBEIRO, José Luis Duarte; MILAN, Gabriel Sperandio. **Entrevistas individuais: teoria e aplicações**. Porto Alegre: FEEng/UFRGS, 2004.
- ROBERTS, J.A. Green consumers in the 1990s: profile and implications for advertising. **Journal of Business Research**, New York, v. 36, n. 3, p. 217–231, July, 1996.
- SANTOS, Aguinaldo dos; ROSA, Ivana M. da; GIACOMINI, Jucelia. Proposição de um conceito de PSS (sistema produto + serviço) para o setor de produtos de limpeza multiuso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESIGN SUSTENTÁVEL, 2., 2009, São Paulo. **Anais do II SBDS**. Disponível em: <<http://portal.anhembibras.com.br/sbds/anais/SBDS2009-039.pdf>>. Acesso em: 28 jan 2010.
- SCHENDEL, Christoph; BIRKHOFER, Herbert. Implementation of design for environment principles and methods in a company – practical recommendations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 16., 2007, Paris. **Proceedings of XVI ICED**. Paris: Indian Institute of Science, 2007. (cd-rom)
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Critérios e conceitos para classificação de empresas**. 2010. Disponível em: <www.cnae.ibge.gov.br>. Acesso em: 27 dez 2010.
- SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.
- SILVEIRA, Manoel Mendonça. **Estratégias de aplicação de análise estatística multivariada no desenvolvimento de novos produtos**. 2010. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- STRUJAK, Danieli; VIDAL, Carlos. M. de S. Poluição das águas: revisão da literatura. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, Guarapuava, ano 2, n. 1, p.11-26, julho, 2007.
- TEIXEIRA, Sheylla M. L.; CARTONILHO, Miriam de M. Avaliação do nível de substâncias tensoativas nas águas do Igarapé do Mindu como indicador de poluição para monitoramento ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. **Anais do XXIV CBESA**. Belo Horizonte: ABES, 2007.
- THACKARA, John. **Plabo B: o design e as alternativas viáveis em um mundo complexo**. São Paulo: Saraiva, 2008.
- VAN HALEN, C.; VEZZOLI, C.; WIMMER, R. **Methodology for product service system innovation**. Assen, the Netherlands: Koninklijke Van Gorcum, 2005.
- VEZZOLLI, Carlo; MANZINI, Ezio. **Design for environmental sustainability**. London: Springer, 2008.

CAPÍTULO 5

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Remete as seguintes partes do protocolo:

(D) RELATÓRIO DO ESTUDO DE CASO

- Relato final

Este é o capítulo final da dissertação, que apresenta as conclusões da dissertação, e na sequência, sugestões de pesquisas futuras.

5.1 Conclusões

Nesta dissertação, a partir da verificação da necessidade de ser estabelecida uma nova postura de produção e consumo de recursos naturais de modo sustentável, foi discutida a importância de considerar os produtos como sistemas complexos nas atividades projetuais. Constatou-se que os sistemas-produto são constituídos por diversas partes envolvidas com distintas demandas e necessidades inter-relacionadas nas fases do ciclo de vida. Além disso, gerenciar as interfaces existentes nesse sistema é uma tarefa que depende de procedimentos metodológicos mais adequados para prestar suporte aos projetistas. Dessa maneira, por meio dessa dissertação, que possuía o objetivo geral de propor um procedimento de identificação das interfaces críticas entre partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto sustentável, foi possível contribuir para o avanço do tema projeto de produto, delimitando-se em procedimentos aplicáveis à fase de definição de um sistema-produto sustentável. No entanto, para que o objetivo geral e os objetivos específicos da presente dissertação fossem atingidos, foram elaborados três artigos.

O primeiro artigo por meio de levantamento bibliográfico contemplou a análise de práticas e/ou procedimentos de projeto que permitam identificar as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, levantar e tratar as informações provenientes dessas partes, de tal forma a reduzir a complexidade da informação e identificar o que é crítico para atingir os objetivos da sustentabilidade. Os principais resultados foram sintetizados em 26 práticas identificadas. Dentre as obras pesquisadas nas bases de dados, não foi identificado um método completo que, sozinho, fosse capaz de prestar suporte às necessidades de projeto apontadas. Todavia, verificaram-se práticas/procedimentos que suprem partes dessas necessidades de projeto e que devem ser combinadas no intuito de facilitar os desafios relacionados com o projeto de sistemas-produto sustentáveis.

As principais contribuições consideradas e respectivas referências para atender às necessidades de projeto alinhado ao objetivo de pesquisa são: aumentar o escopo de projeto, enfatizando a totalidade do sistema-produto (HANSEN, ANDREANSEN, 2010); identificar

as partes envolvidas nas fases de (I) extração de recursos, (II) manufatura, (III) embalagem, (IV) distribuição, (V) disposição para comercialização, (VI) aquisição, (VII) utilização e (VIII) descarte, valorização ou disposição final - consolidado a partir de Bonsiepe (1984), Baxter (1998), Fuad-luke (2002), McDonough e Braungart (2002), Kazazian (2005), Kota e Chakrabarti (2007), Schendel e Birkhofer (2007), Vezzolli e Manzini (2008), Marx et al. (2010); levantar informações, necessidades, requisitos e barreiras para atingir os objetivos da sustentabilidade a partir de pesquisas e entrevistas (MARX et al., 2010); gerenciar os requisitos das partes envolvidas globalmente, analisando conflitos/interdependências entre as partes (PEROBA, 2008; MARX, 2009); para por fim, definir o sistema-produto após a identificação do que é crítico para atingir os objetivos estabelecidos (DONALDSON et al., 2006).

Em continuação ao atendimento do objetivo principal desta dissertação, o segundo artigo apresentou uma proposta de um procedimento sistemático de identificação das interfaces críticas entre as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, a partir da análise dos fatores que favorecem e desfavorecem o alcance dos objetivos da sustentabilidade. Por meio do planejamento do procedimento oito etapas puderam ser definidas, sendo: (I) definir os pressupostos das entrevistas; (II) selecionar entrevistados; (III) elaborar instrumento para coleta de dados; (IV) registrar dados; (V) tratar dados; (VI) reduzir quantidade de requisitos; (VII) ponderar os dados; (VIII) analisar as interfaces críticas.

O procedimento proposto foi desenvolvido e apoiado a partir de adaptações de métodos importantes para o projeto de sistema-produto, como: o método de levantamento de fatores que favorecem e desfavorecem os consumidores a agirem sustentavelmente de Marx et al. (2010); o método da análise da cadeia de valor das partes envolvidas de Donaldson et al. (2006); o método de gestão de requisitos de Marx (2009); o método da minimização heurística da interdependência de critérios de Gomes e Damázio (1992), Mourão (2006) e Passos et al. (2008); entre outros. Dessa maneira, o procedimento pode ser considerado abrangente por contemplar desde o levantamento de informações até a geração de hipóteses a serem futuramente testadas em outras pesquisas, e incorporadas ao projeto dos sistemas-produto.

No terceiro artigo, através da aplicação do procedimento sistemático de identificação das interfaces críticas entre partes envolvidas com as fases do ciclo de vida de um sistema-

produto, foi possível obter informações interessantes sobre os requisitos e as partes envolvidas inter-relacionadas em um sistema de produção e consumo de produtos de higiene e limpeza do Rio Grande do Sul. As informações obtidas com a aplicação do procedimento em um estudo de caso permitiram a identificação de interfaces críticas entre partes envolvidas diretamente e indiretamente com as fases do ciclo de vida sob a percepção de seis representantes de distintos grupos (amostra probabilística, dividida em estratos, não estatisticamente representativa), possibilitando a geração de hipóteses (que futuramente podem ser testadas) a respeito de todo o sistema-produto. Em relação à sustentabilidade, os resultados obtidos apontam lacunas do sistema-produto, permitindo oportunidades e constatações de riscos, sendo essas informações oportunas que devem ser incorporadas nas fases iniciais de projetos de sistema-produto e/ou na melhoria contínua dos mesmos.

A aplicação do procedimento também permitiu levantar fatores que favorecem e desfavorecem as partes envolvidas do sistema investigado a agirem de forma a atingir os objetivos da sustentabilidade. Alguns fatores levantados foram contemplados em diversas entrevistas e foram considerados críticos por mais de uma parte envolvida, como os problemas relacionados com: (I) a capacitação dos profissionais, sendo uma interface desses com as instituições de ensino superior (ou a não utilização de equipes multidisciplinares com profissionais com capacitações complementares); (II) o fomento na busca de soluções para o desenvolvimento sustentável, sendo uma interface entre órgãos governamentais e instituições de pesquisa; (III) o sistema de coleta de lixo, sendo uma interface dos órgãos governamentais e a sociedade; (IV) e a maneira de descartar produtos, sendo uma interface do sistema-produto com os consumidores. Além disso, os fabricantes de produtos e os consumidores foram as partes envolvidas com maior incidência de interfaces críticas apontadas para atingir a sustentabilidade. É possível concluir que os fatores, requisitos e interfaces críticas obtidas por meio do procedimento são informações úteis sobre o sistema, indicando o que um projetista deveria enfatizar no projeto do sistema-produto, caso aquele cenário fosse considerado verdadeiro.

Com o conjunto dos três artigos, considera-se que os objetivos da dissertação foram atingidos: (I) foram analisadas práticas e/ou procedimentos de projeto que permitam identificar as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, levantar e tratar as informações provenientes dessas partes, de tal forma a reduzir a complexidade da informação e identificar

o que é crítico para atingir os objetivos da sustentabilidade; (II) foi planejado e proposto um procedimento sistemático de identificação das interfaces críticas entre as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto, a partir da análise dos fatores que favorecem e desfavorecem a atingir os objetivos da sustentabilidade; (III) foi aplicado o procedimento proposto e analisado os resultados.

5.2 Sugestões de pesquisas futuros

O desenvolvimento dessa dissertação na forma de artigos permitiu a identificação de oportunidades de pesquisas futuras, quais sejam:

(I) Desenvolver e/ou combinar outras práticas/procedimentos para identificação das interfaces críticas entre as partes envolvidas com o ciclo de vida de um sistema-produto sustentável;

(II) Aplicar o procedimento proposto, com outras formas de coleta de dados para verificar o efeito sobre os mapas, e verificar se aparecem elementos críticos distintos daqueles observados com estes entrevistados. As sugestões para a coleta de dados são levantar informações: (II.A) a partir de grupos focados; (II.B) de todas as partes envolvidas, incluindo extratores de recursos, sintetizadores de insumos e agentes de disposição final; (II.C) a partir de amostragem estatisticamente representativa; (II.D) em outros sistemas-produto.

(III) Desenvolvimento de pesquisas para testar as hipóteses criadas como resultados desse procedimento;

(IV) Desenvolvimento de software para automatizar a geração dos mapas do cenário a partir de planilhas de texto.

(V) Criação de indicadores de criticidade para a sustentabilidade do sistema-produto.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. M. **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Paulo: Rima, 2004.

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

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BHAMRA, T. A. et al. **Integrating environmental decisions into the product development process; Part 1: the early stage**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 1., 1999, Tokyo, Japan. Proceedings of the First ISECDIM. Tokyo: editor, 1999, p. 329-337.

BONSIEPE, Guy. **Metodologia experimental: desenho industrial**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1984.

BRUNDTLAND COMMISSION. **Brundtland report: our common future**. World commission on environment and development. ONU, 1987. Disponível em: <www.un-documents.net/ocf-02.htm#I>. Acesso em: 29 set 2009.

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 2006.

CROSS, Nigel. **Engineering design methods: strategies for product design**. 4th ed. England: John Wiley & Sons, 2008.

DAVIS, M.; CHASE, R.B.; AQUILANO, N.J.. **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Nova York: McGraw-Hill, 1999.

DONALDSON, Krista M.; ISHII, Kosuke; SHEPPARD, Sheri D. **Customer value chain analysis**. **Research in Engineering Design**, London, v. 16, p. 174–183, 2006.

FUAD-LUKE, Alastair. **Manual de Diseño Ecológico**. Palma de Mallorca: Ed. Cartago S.L., 2002.

GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B.; BONILLA, S. H. Implementação de ecotecnologias rumo à ecologia industrial. **RAE-eletrônica**, São Paulo, v. 2, n. 1, [s.p], 2003. Disponível em: <www.rae.com.br>. Acesso em: 18 set 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, L. F. A. M.; DAMÁZIO, H. N.. **Minimização Heurística da Interdependência entre Critérios no Auxílio à Decisão. Uma Aplicação à Decisão sobre Seguro Ambiental para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos**. Working paper, Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio, Rio de Janeiro, outubro.

HANSEN, C. T.; ANDREASEN, M. M. On the content and nature of design objects in designing. In: INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE, 11., 2010, Cavtat-Dubrovnik. **Proceedings of XXI IDC**. Cavtat-Dubrovnik: Design Society, 2010. p. 761-770.

HARDI, P.; ZDAN, T. **Assessing sustainable development: principles in practice**. Winnipeg: IISD, 1997.

HERRMANN, Thomas. Systems design with the socio-technical walkthrough. In: WHITWORTH, B.; DE MOORE, A. **Handbook of research on socio-technical design and social networking systems**. Hershey: Idea Group Publishing, 2009. p. 336-351. Disponível em: <<https://web-imtm.iaw.ruhr-uni-bochum.de/sociotech-lit/Herr09-SDw.pdf>> Acesso em: 06 out 2009.

KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005.

KARA, S.; HONKE, I.; KAEBERNICK, H. An integrated framework for implementing sustainable product development. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 4., 2005, Tokyo, Japan. **Proceedings of the Fourth ISECDIM**. Tokyo: editor, 2005, p. 684-691.

KOTA, Srinivas; CHAKRABARTI, Amaresh. Use of DfE methodologies and tools – major barriers and challenges. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 16., 2007, Paris. **Proceedings of XVI ICED**. Paris: Indian Institute of Science, 2007. (cd-rom)

KRUCKEN, Lia. **Design e território**: valorização de identidades e produtos locais. São Paulo: Studio Nobel, 2009.

LAGES, N. S.; NETO, A. V. Mensurando a consciência ecológica do consumidor: um estudo realizado na cidade de Porto Alegre. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPAD, 26., 2002, Salvador. **Anais do 26. ENANPAD**. Salvador: ANPAD, 2002. (cd-rom).

LUTTROP, C.; KARLSSON, R.. The conflict of contradictory environmental targets. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 2., 2001, Tokyo, Japan. **Proceedings of the Second ISECDIM**. Tokyo: editor, 2001, p. 43-48.

MARGOLIN, Victor. **O design e a situação mundial**. Rio de Janeiro: UERJ/ESDI, 1998. Arcos – design, cultura, material e visualidade, v. 1.

MARX, Ângela Maria. **Proposta de método de engenharia de requisitos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. 2009. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MARX, Ângela Maria; PAULA, Istefani Carísio de; SUM; Fabiane. Sustainable Consumption in Brazil: identification of preliminary requirements to guide product development and the definition of public policies. **Natural Resources Forum**, United Nations, v. 34, n. 1 p. 51-62, 2010.

McDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Remaking the way we make things**: cradle to cradle. New York: North Point Press, 2002.

MENDONÇA, Fernando de et al. **Engenharia de sistemas**: planejamento e controle de projetos. Petrópolis, RJ: Vozes, 1972.

MOISANDER, J. Motivational complexity of green consumerism. **International Journal of Consumer Studies**, Boston, v. 31, n. 4, p. 404–409, july, 2007.

MOURÃO, Yuri B. **Priorização de projetos de pesquisa e desenvolvimento na indústria do petróleo: uma aplicação da teoria dos prospectos**. Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc, 2006.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Towards sustainable household consumption? Trends and policies in OECD countries**. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development, 2002.

PASSOS, Aderson Campos; SANTOS, Felipe Silva Plácido dos; MELLO, Fábio Pinhão. **O método de minimização heurística da interdependência entre critérios no auxílio à tomada de decisão aplicado à seleção de escolas**. Rio de Janeiro: SPOLM, 2008.

PAULI, Gunter. **Emissão zero: a busca de novos paradigmas: o que os negócios podem oferecer à sociedade**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.

PEROBA, Ana Rita Valverde. **Design social: um caminho para o designer de moda?** 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2008.

PESSOA JR., Osvaldo. **Auto-organização e complexidade: uma introdução histórica e crítica**. 2001. 52 p. Pesquisa para Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001. Disponível em: <www.fflch.usp.br/df/opessoa/AO&C-tex.pdf>. Acesso em: 15 abr 2010.

RIBEIRO, Adagenor Lobato. **Sistemas, indicadores e desenvolvimento sustentável**. Belém: UFPA, 2004. 25 p. Disponível em: <www2.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/indBrasOpoDesafios/saber/adagenor.pdf> Acesso em: 15 out 2009.

RIBEIRO, José Luis Duarte; MILAN, Gabriel Sperandio. **Entrevistas individuais: teoria e aplicações**. Porto Alegre: FEEng/UFRGS, 2004.

ROBERTS, J.A. Green consumers in the 1990s: profile and implications for advertising. **Journal of Business Research**, New York, v. 36, n. 3, p. 217–231, july, 1996.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágios e de pesquisa em administração**: guias de estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudo de casos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTOS, Aguinaldo dos; ROSA, Ivana M. da; GIACOMINI, Jucelia. Proposição de um conceito de PSS (sistema produto + serviço) para o setor de produtos de limpeza multiuso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESIGN SUSTENTÁVEL, 2., 2009, São Paulo. **Anais do II SBDS**. Disponível em: <<http://portal.anhembibr/sbds/anais/SBDS2009-039.pdf>>. Acesso em: 28 jan 2010.

SCHENDEL, Christoph; BIRKHOFER, Herbert. Implementation of design for environment principles and methods in a company – practical recommendations. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 16., 2007, Paris. **Proceedings of XVI ICED**. Paris: Indian Institute of Science, 2007. (cd-rom)

SELIGER, G.; MERTINS, K. Sustainability in production engineering. In: BMBF FORUM FOR SUSTAINABILITY, 4. 2007, Leipzig. **Proceedings of IV BMBF**. Leipzig: BMBF, 2007. [s.p.].

SENGE, P. M.. **A quinta disciplina**: arte e prática da organização que aprende. São Paulo: Nova Cultural, 2002.

SHRUM, L. J.; McCARTY, J. A.; LOWREY, T. M. Buyer characteristics of the green consumer and their implications for advertising strategy. **Journal of Advertising**, Memphis, v. 24, p. 71–82, summer 1995.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

STRUJAK, Danieli; VIDAL, Carlos. M. de S. Poluição das águas: revisão da literatura. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, Guarapuava, ano 2, n. 1, p.11-26, julho, 2007.

TEIXEIRA, Sheylla M. L.; CARTONILHO, Miriam de M. Avaliação do nível de substâncias tensoativas nas águas do igarapé do Mindu como indicador de poluição para monitoramento ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E

AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. **Anais do XXIV CBESA**. Belo Horizonte: ABES, 2007.

THACKARA, John. **Plabo B**: o design e as alternativas viáveis em um mundo complexo. São Paulo: Saraiva, 2008.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Design for sustainability a practical approach for developing economies**. Paris: UNEP, 2006.

VERMIER, I.; VERBEKE, W. Sustainable food consumption: exploring the consumer “attitude-behavioral intention” gap. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, Florida, v. 19, n. 2, p. 169–194, april, 2006.

VEZZOLLI, Carlo; MANZINI, Ezio. **Design for environmental sustainability**. London: Springer, 2008.

WILSON, E. Maximizing designers' impact on market success through product definition. **Design Manage Journal**, California, v. 4, n.4 p. 62–68, fall 1993.

YIN, Robert K.. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICE 1

Pesquisa para desenvolvimento de produto sustentável		Elaborado em 31/08/10	Versão
MANUFATURADOR	Sistema de produto de limpeza e higiene	PPGEP-UFRGS	03

- Agradecemos desde já pela sua disponibilidade. Sua contribuição é valiosa para uma pesquisa científica que visa dar suporte para os projetistas de produtos e a sustentabilidade.

1. OBJETIVO DO QUESTIONÁRIO:

Identificar os fatores que favorecem (facilitam, encorajam, motivam) e desfavorecem (dificultam, desencorajam, desmotivam) para que os produtos (de limpeza e higiene doméstica) sejam sustentáveis em seus sistemas.

As fases do ciclo de vida de um produto são representadas genericamente pelo seguinte sistema:



Cada fase normalmente tem mais de um agente envolvido. Ex.: Na fase de manufatura pode haver uma empresa que sintetiza matérias primas, outra que faz produtos primários, e outra que os mistura, finalizando o produto. Além de haver agentes indiretos como órgãos e instituições.

1.1 Aponte as fases relacionadas com a sua empresa.



Você percebe as interfaces com os demais agentes?

2. CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA/GRUPO DE PESSOAS:

2.1 Nome: _____

2.2 Tempo de existência: _____

2.3 Categoria de produtos manufaturados/consumidos: _____

2.4 Porte / Quantidade de funcionários: _____

2.5 Capacidade produtiva atual/consumo atual: _____

2.6 Necessidade de expansão em função da demanda: _____

3. CARACTERÍSTICAS DO ENTREVISTADO:

3.1 Nome: _____

3.2 Tempo na empresa: _____

3.3 Cargo exercido: _____

3.4 Formação: _____

Pesquisa para desenvolvimento de produto sustentável		Elaborado em 31/08/10	Versão
MANUFATURADOR	Sistema de produto de limpeza e higiene	PPGEP-UFRGS	03

4. ESTRATÉGIA EMPRESARIAL E SUSTENTABILIDADE:

4.1 Você tem uma visão global do grupo que você representa, dos produtos e dos fatores que levam à tomada de decisão sobre as atividades desse grupo?

Ex.: se você é um fabricante, quais os fatores que influenciam para fabricar ou não produtos sustentáveis na sua empresa? Se você é um consumidor, quais os fatores que influenciam para você agir sustentavelmente, adquirindo e consumindo produtos sustentáveis? Quais os fatores que influenciam as suas atividades principais para consolidar ou não um sistema de produção e consumo sustentável?

(Se não, quem seria(m) essa(s) pessoa(s)?)

4.2 O que você entende por um produto sustentável?

5. EM RELAÇÃO AOS FATORES EXTERNOS:

Na sua opinião, e na sua posição no sistema dos produtos de higiene e limpeza, quais os fatores que influenciam as suas atividades principais para que os produtos sejam sustentáveis? Cite fatores relacionados com:

	CONJUNTO DE FATORES	DESAVORECEM	FAVORECEM
	Políticas governamentais (impostos; incentivos)		
	Economia (cenário econômico global; aspectos financeiros; concorrentes)		
	Aspecto social (cultura; conscientização; padrões de consumo; educação; etc)		
	Tecnologias (existentes; necessidade de aquisição; desenvolvimento)		
	Meio Ambiente (impactos das matérias primas e tecnologias)		
	Aspectos legais (normatizações; regulamentações; leis; certificações)		
	Mercado consumidor (interesse; nichos; oportunidades; público alvo)		

Na primeira coluna do quadro anterior, numere os conjuntos de fatores em uma sequência de 1 a 7, sendo 1 o conjunto crítico de fatores que normalmente mais desfavorece para que os produtos sejam sustentáveis em seu sistema, e 7 o conjunto que menos desfavorece.

6. EM RELAÇÃO AOS FATORES INTERNOS:

Na sua opinião, e na sua posição no sistema dos produtos de higiene e limpeza, quais os fatores que influenciam as suas atividades principais para que os produtos sejam sustentáveis? Cite fatores relacionados com:

Pesquisa para desenvolvimento de produto sustentável		Elaborado em 31/08/10	Versão
MANUFATURADOR	Sistema de produto de limpeza e higiene	PPGEP-UFRGS	03

	CONJUNTO DE FATORES	DESAVORECEM	FAVORECEM
	Pessoas (recursos humanos; mão de obra de projeto; mão de obra de manufatura; pessoal de apoio; direção)		
	Estratégias (planejamento; visão; missão; valores; ética; oportunidades)		
	Estrutura (física; tecnologias disponíveis internamente; capital)		
	Processos (projeto; manufatura; processos de apoio; gerenciamento)		

Na primeira coluna do quadro anterior, numere os conjuntos de fatores em uma sequência de 1 a 4, sendo 1 o conjunto crítico de fatores que normalmente mais desfavorece para que os produtos sejam sustentáveis em seu sistema, e 4 o conjunto que menos desfavorece.

7. EM RELAÇÃO AS FASES DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO:

Em sua opinião, e na sua posição no sistema dos produtos de higiene e limpeza, quais os fatores que influenciam as suas atividades principais para que os produtos sejam sustentáveis? Cite fatores relacionados com as fases do sistema:

	FASES DO CICLO DE VIDA	DESAVORECEM	FAVORECEM
	Extração de Recursos (fase na qual são extraídos recursos do meio ambiente para manufatura, como extração de petróleo, mineração, corte de árvores, etc)		
	Manufatura de Insumos e Produtos (fase na qual são processados recursos – matérias primas, energias, insumos, embalagens, produtos primários – até a concepção do produto final. Inclui os processos de diferentes níveis de fornecedores, bem como atividades de projeto e fabricação)		
	Envase, Embalagem e Armazenagem (fase na qual os produtos finais são envasados, embalados. Após essa fase, os produtos estão armazenados e prontos para serem distribuídos)		
	Distribuição (fase na qual os produtos finais e embalados são transportados até os locais onde serão comercializados)		
	Disposição para comercialização (fase na qual os agentes e estabelecimentos de vendas dispõem os produtos para a comercialização através de algum canal)		
	Aquisição do produto (fase na qual o comprador adquire o produto disposto para venda)		

Pesquisa para desenvolvimento de produto sustentável		Elaborado em 31/08/10	Versão
MANUFATURADOR	Sistema de produto de limpeza e higiene	PPGEP-UFRGS	03

	Utilização do produto (fase na qual o consumidor utiliza o produto adquirido, incluído o período após a aquisição até o descarte)		
	Descarte, valorização e disposição final do produto (fase na qual o consumidor descarta o produto após a sua utilização, tendo uma valorização – reciclagem, compostagem, reuso, remanufatura – ou tendo uma disposição final do resíduo no meio ambiente – aterro, decomposição)		

Na primeira coluna do quadro anterior, numere os conjuntos de fatores em uma sequência de 1 a 8, sendo 1 o conjunto crítico de fatores que normalmente mais desfavorece para que os produtos sejam sustentáveis em seu sistema, e 8 o conjunto que menos desfavorece.

8. COMPARAÇÃO ENTRE CONJUNTOS DE FATORES

Numere os conjuntos de fatores em uma sequência de 1 a 3, sendo 1 o conjunto crítico de fatores que normalmente mais desfavorece para que os produtos sejam sustentáveis em seu sistema, e 3 o conjunto que menos desfavorece.

	Fatores Externos
	Fatores Internos
	Fatores relacionados com as fases do sistema

9. AGENTES QUE VOCÊ POSSA APONTAR:

Cite os principais agentes relacionados com os sistemas dos seus produtos que você acredita estarem dispostos a contribuir com essa pesquisa, para que possamos levantar as informações dos demais envolvidos no ciclo de vida dos produtos.

Clientes	
Fornecedores	
Parceiros	
Concorrentes	
Demais agentes	

10. Há outros aspectos pertinentes que você considera importante e que não foram mencionados?

11. As respostas foram influenciadas por uma categoria específica de produtos ou valem para todas?