

Diretrizes para o
***Design* de embalagens**
em papelão ondulado
movimentadas
entre empresas
com base em
sistemas produto-serviço

Dissertação de Mestrado
Universidade Federal do Paraná
Curso de Pós-Graduação em Design
Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes

Orientador: Prof. Aguinaldo dos Santos, PhD

2008

CLÁUDIO PEREIRA DE SAMPAIO

**DIRETRIZES PARA O *DESIGN* DE EMBALAGENS EM PAPELÃO ONDULADO
MOVIMENTADAS ENTRE EMPRESAS COM BASE EM SISTEMAS PRODUTO-
SERVIÇO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em *Design*, Programa de Pós-Graduação em *Design*, Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos

CURITIBA

2008

TERMO DE APROVAÇÃO

CLÁUDIO PEREIRA DE SAMPAIO

DIRETRIZES PARA O *DESIGN* DE EMBALAGENS EM PAPELÃO ONDULADO MOVIMENTADAS ENTRE EMPRESAS COM BASE EM SISTEMAS PRODUTO- SERVIÇO

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em *Design*, Curso de Pós-Graduação em *Design*, Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos, PhD
Programa de Pós-Graduação em *Design*, UFPR

Professora convidada:

Profª Dra. Maristela Mitsuko Ono
Programa de Pós-Graduação em *Design*, UFPR

Professor convidado:

Prof. Dr. Eugênio Merino
Programa de Pós-Graduação em *Design*, UFSC

CURITIBA

2008

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a meu avô Brandísio Pereira, por me incentivar a fazer o que mais gosto desde criança - *Design* - mesmo sem saber o que isso significa, e a Toshiyuki Sawada, pela amizade e exemplo, e por me incentivar a tornar-me professor e pesquisador quando eu ainda era graduando.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsa de pesquisa para o Projeto CFG, que deu origem a esta dissertação.

Às professoras Dras. Líbia Patrícia Peralta Agudelo e Maristela Mitsuko Ono, pelas valiosas contribuições na Banca de Qualificação desta dissertação, e ao professor Dr. Eugênio Merino por aceitar o convite para a Banca de Defesa.

À Volkswagen do Brasil, pela oportunidade de realização do estudo de caso, e especialmente a Devani Moraes, pelo apoio dado.

À Embrart por todo o apoio dado não só à realização desta dissertação, mas também à realização de pesquisas no NDS, desde 2003, especialmente a Samuel e Daniel Leiner, e a Sérgio Wosch, pela disponibilidade e generosidade.

Aos professores Carlo Vezzoli (Instituto Politécnico de Milão) e Arnold Tukker (TNO), pelas preciosas considerações sobre o conteúdo desta dissertação.

A todos os professores do Mestrado em *Design* da UFPR, e especialmente a Antônio Martiniano Fontoura, por me ajudar a melhorar como professor; Maristela Mitsuko Ono, por me mostrar que não pode haver sustentabilidade sem respeito à cultura; e Stephania Padovani, por me mostrar a importância de se ter serenidade no que se faz.

A todos os pesquisadores do Núcleo que tem trabalhado comigo desde 2003, e especialmente a Rosana Aparecida Vasques, Viviane da Costa Rocha, Gustavo Tonietto e Diego Silvério, Letícia Seleme Corrêa, Kelli C. A. S. Smythe, Nelson Luis Smythe Jr., e Tatiana Baumgrotz, meus companheiros e companheiras do Projeto *Design* em Papelão Ondulado e Projeto CFG, que muito me auxiliaram na coleta e análise dos dados presentes nesta dissertação.

Ao curso de *Design* da Universidade Positivo, pela oportunidade de aplicar na prática os conhecimentos adquiridos durante o mestrado, e aos alunos Valdir Oliveira, Rosângela Vieira, Iuri Alencar Coutinho, Cristiane Ferreira, Gabriela Muraro e Angelita Zanini, por acreditarem no potencial do *Design* sustentável como tema de Trabalho de Conclusão de Curso, e em mim como orientador neste tema.

Ao meu orientador, Professor Dr. Aguinaldo dos Santos, pelo apoio, incentivo e confiança permanentes, desde quando iniciei como pesquisador, mas principalmente, pela sólida amizade conquistada, baseada em valores que nunca ficam ultrapassados.

Finalmente, agradeço de coração a Andréa, minha mulher, pelo amor, compreensão e dedicação incondicionais durante a realização do mestrado.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	9
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE QUADROS.....	14
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE SIGLAS	17
RESUMO	19
ABSTRACT	21
1. INTRODUÇÃO.....	23
1.1. CONTEXTO DA PESQUISA	23
1.2. PROBLEMA.....	23
1.3. OBJETIVO.....	23
1.4. PROBLEMÁTICA	23
1.4.1. <i>Design</i>	24
1.4.2. <i>Sistemas Produto-Serviço (PSS)</i>	24
1.4.3. <i>Justificativa ambiental</i>	25
1.4.4. <i>Justificativa econômica</i>	29
1.4.5. <i>Justificativa social</i>	32
1.5. DELIMITAÇÃO	34
1.6. DESCRIÇÃO GERAL DO MÉTODO	35
1.7. ESTRUTURA GERAL DA DISSERTAÇÃO.....	36
2. SUSTENTABILIDADE POR MEIO DO DESIGN.....	39
2.1. CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE	39
2.2. UM BREVE HISTÓRICO DO PERCURSO DA SUSTENTABILIDADE E DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	39
2.3. CONTEXTO FILOSÓFICO DA DISSERTAÇÃO: AS CORRENTES DE PENSAMENTO SÓCIO-AMBIENTALISTA E O DESIGN SUSTENTÁVEL.....	45
2.3.1. <i>Desenvolvimento x crescimento</i>	45
2.3.2. <i>Cornucopianismo</i>	45
2.3.3. <i>Adaptativismo ou ambientalismo</i>	46
2.3.4. <i>Comunalistas: ecomarxistas, ecofeministas e ecologistas sociais</i>	47
2.3.5. <i>Ecologia profunda</i>	48
2.3.6. <i>Discussão</i>	48
2.4. SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO E CONSUMO DE BENS E SERVIÇOS	50
2.4.1. <i>Produção sustentável</i>	51
2.4.1.1. <i>Ecologia industrial: definição e objetivos</i>	51
2.4.1.2. <i>Sistemas fim-de-tubo (end-of-pipe) e de Prevenção da Poluição (PP ou P2)</i>	51
2.4.1.3. <i>Produção Mais Limpa (cleaner production)</i>	52
2.4.2. <i>Consumo sustentável</i>	53
2.4.3. <i>Discussão</i>	54
2.5. ABORDAGENS PARA O DESIGN SUSTENTÁVEL.....	54
2.5.1. <i>Níveis de atuação do Design para a sustentabilidade</i>	54
2.5.2. <i>Foco no produto: o Ecodesign</i>	56
2.5.2.1. <i>O Design para o ciclo de vida (life cycle Design)</i>	56
2.5.3. <i>Foco no sistema: PSS – Sistemas Produto-Serviço</i>	59
2.5.3.1. <i>O conceito de PSS</i>	59
2.5.3.2. <i>Tipos de sistema produto-serviço (PSS)</i>	60

2.5.3.3.	As barreiras e vantagens para a implementação de sistemas PSS.....	66
2.5.3.4.	Estratégias de comunicação para superar barreiras aos PSS.....	68
2.5.3.5.	Métodos para Design de Sistemas Produto-Serviço (PSS)	69
2.5.3.6.	Outras ferramentas	73
2.5.4.	DISCUSSÃO	73
3.	EMBALAGEM E SUSTENTABILIDADE	75
3.1.	EMBALAGEM: CONCEITOS, DEFINIÇÕES E FUNÇÕES.....	75
3.1.1.	Funções da embalagem.....	75
3.1.2.	Sistema de embalagem	76
3.1.3.	Finalidade e utilidade	77
3.2.	TAXONOMIA DE USO DAS EMBALAGENS.....	77
3.2.1.	Classes de embalagens	77
3.2.2.	Embalagens business-to-business (B2B).....	78
3.3.	A VISÃO ORTODOXA DO PROJETO DE EMBALAGENS.....	79
3.4.	REDUÇÃO DE RESÍDUOS EM EMBALAGENS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	80
3.4.1.	Exemplos de redução de resíduos em embalagens B2B	82
3.5.	VISÃO SISTÊMICA DA GERAÇÃO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA A LOGÍSTICA E EMBALAGEM83	
3.5.1.	Embalagem e logística.....	83
3.5.2.	Redução de resíduos em embalagens e os Sistemas de Gestão Ambiental.....	85
3.5.3.	Sustentabilidade da embalagem na cadeia logística	86
3.5.3.1.	Sustentabilidade na compra de matéria-prima	86
3.5.3.2.	Sustentabilidade na logística interna.....	87
3.5.3.3.	Sustentabilidade na transformação	88
3.5.3.4.	Sustentabilidade na logística externa	90
3.5.3.5.	Sustentabilidade no marketing.....	90
3.5.3.6.	Sustentabilidade nos serviços pós-venda	91
3.5.3.7.	Sustentabilidade na logística reversa	91
3.5.3.8.	Sustentabilidade e o transporte	92
3.5.4.	Sustentabilidade a partir do projeto integrado produto-embalagem.....	93
3.6.	PAPELÃO ONDULADO E EMBALAGENS	94
3.6.1.	Contexto tecnológico das Embalagens.....	94
3.6.2.	Papelão ondulado: definição e classificação	95
3.6.3.	Breve histórico do papelão ondulado	97
3.6.4.	Ciclo de vida típico do papelão ondulado	97
3.6.5.	Impressão no papelão ondulado	100
3.6.6.	Abordagens contemporâneas para aplicação em embalagens em papelão ondulado	100
3.6.6.1.	A técnica de produção CFG para o papelão ondulado.....	101
3.6.7.	Discussão	103
4.	MÉTODO DE PESQUISA.....	107
4.1.	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	107
4.2.	SELEÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA	109
4.3.	ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO	109
4.4.	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DO ESTUDO DE CASO	111
5.	PROTOCOLO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS DO ESTUDO DE CASO 01 E DO META-ESTUDO DE CASO.....	113
5.1.	VISÃO GERAL	113
5.1.1.	Etapas da pesquisa de campo	114
5.1.1.1.	Etapa 01: Diagnóstico	114
5.1.1.2.	Etapa 02: Avaliação da situação inicial	115
5.1.1.3.	Etapa 03: Geração de Novos conceitos.....	117
5.1.1.4.	Etapa 04: Avaliação da nova proposta.....	119
5.1.1.5.	Meta-Estudo de caso: Validação Externa do Estudo	119
6.	RESULTADOS E ANÁLISE.....	121

6.1.	SELEÇÃO DA EMPRESA	121
6.2.	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	121
6.3.	SELEÇÃO DO PROCESSO E OBJETO DE PESQUISA	122
6.4.	RESULTADOS DA COLETA E ANÁLISE DE DADOS	123
6.4.1.	<i>Relação entre os stakeholders</i>	123
6.4.1.1.	Descrição do sistema atual (System Map)	123
6.4.1.2.	Análise do Sistema	125
6.4.2.	<i>Mapeamento do processo (fluxo de materiais e informação)</i>	125
6.4.3.	<i>Descrição das operações (observação direta com registro fotográfico)</i>	127
6.4.4.	<i>Dados documentais</i>	130
6.4.5.	<i>Análise do mapeamento do processo e dos dados documentais</i>	131
6.4.6.	<i>Descrição das embalagens: caixas de papelão ondulado</i>	132
6.4.7.	<i>Entrevistas para complementação da coleta de dados e validação interna dos dados coletados na observação direta e nos documentos</i>	133
6.4.8.	<i>Análise qualitativa ambiental-econômica do sistema (SDO-MEPSS)</i>	134
6.4.8.1.	Problemas encontrados no sistema e possíveis soluções à luz das estratégias de PSS	134
6.4.8.2.	Problemas encontrados na embalagem e possíveis soluções à luz das estratégias de ecodesign no contexto de PSS	136
6.4.9.	<i>Análise quantitativa ambiental do sistema (ACV com Simapro)</i>	137
6.4.10.	<i>Requisitos para o novo conceito</i>	141
6.4.10.1.	Requisitos do sistema	141
6.4.10.2.	Requisitos da embalagem	142
6.4.11.	<i>Outros aspectos relevantes para o novo conceito</i>	143
6.4.11.1.	Sugestões dadas pelos especialistas da Volkswagen	144
6.4.12.	<i>Discussão</i>	145
6.5.	PROPOSIÇÃO DE NOVOS CONCEITOS	146
6.5.1.	<i>Cenários para 2016 considerando o não-uso das “chapelonas” (eliminação das embalagens e do PSS)</i>	146
6.5.1.1.	Cenário 01: Impermeabilização eletrostática	146
6.5.1.2.	Cenário 02: robôs inteligentes	147
6.5.1.3.	Cenário 03: Sistema de cabos flexíveis	149
6.5.2.	<i>Cenários para 2016 considerando o uso das “chapelonas” (PSS agregando valor ao ciclo de vida da embalagem)</i>	150
6.5.2.1.	Cenário 04: Redução do número de chapelonas no desenvolvimento do automóvel	150
6.5.2.2.	Cenário 05: Máscara reutilizável (PSS agregando valor ao ciclo de vida da embalagem)	151
6.5.2.3.	Cenário 06: Alimentação por tubos (PSS com foco em resultados finais)	152
6.5.3.	<i>Cenários para 2006 considerando o uso das “chapelonas” (PSS com valor agregado ao ciclo de vida do produto)</i>	153
6.5.3.1.	Cenário 07: Caixa retornável individual	153
6.5.3.2.	Cenário 08: kit integrado por modelo de automóvel	156
6.6.	ANÁLISE DOS CONCEITOS PROPOSTOS	158
6.6.1.	<i>Análise Comparativa dos Cenários à Luz do PSS</i>	158
6.6.2.	<i>Resultados do workshop</i>	159
6.6.3.	<i>Análise do conceito de PSS escolhido, atores e interações</i>	160
6.6.4.	<i>Análise quantitativa ambiental do conceito de sistema escolhido (ACV com Simapro)</i>	161
6.7.	RESULTADOS DO META-ESTUDO DE CASO	165
6.7.1.	<i>Estudo de caso na empresa 2 (Fiat)</i>	165
6.7.1.1.	Caracterização	165
6.7.1.2.	Descrição e análise do sistema, atores e interações (System Map)	166
6.7.1.3.	Análise dos problemas encontrados no sistema à luz das estratégias de PSS	167
6.7.1.4.	Análise dos problemas encontrados na embalagem à luz das estratégias de PSS	168
6.7.2.	<i>Estudo de caso na empresa 3 (Correios)</i>	168
6.7.2.1.	Caracterização	168
6.7.2.2.	Análise do sistema, atores e interações (System Map)	170
6.7.2.3.	Análise dos problemas encontrados no sistema à luz das estratégias de PSS	170
6.7.2.4.	Problemas encontrados na embalagem	171

6.7.3.	<i>Estudo de caso na empresa 4 (indústria de cabeçotes)</i>	171
6.7.3.1.	Caracterização	171
6.7.3.2.	Análise do sistema, atores e interações (System Map)	173
6.7.3.3.	Análise dos problemas encontrados no sistema à luz das estratégias de PSS.....	174
6.7.3.4.	Análise dos problemas encontrados na embalagem à luz das estratégias de PSS.....	175
6.7.4.	<i>Análise do Meta-Caso x Estudo de Caso</i>	175
6.7.5.	<i>Comparação entre o conceito proposto e o meta-estudo</i>	175
6.8.	PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES PARA PSS EM EMBALAGENS RETORNÁVEIS.....	177
6.8.1.	<i>Diretrizes para PSS com foco no sistema</i>	177
6.8.2.	<i>Diretrizes para PSS com foco na embalagem</i>	178
6.8.2.1.	Etapas de Pré-produção e produção:	178
6.8.2.2.	Etapas de transporte/uso:.....	179
6.8.2.3.	Etapas de fim de vida	180
7.	CONCLUSÃO	183
7.1.	CONCLUSÃO GERAL	183
7.2.	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO	184
7.3.	CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE CASO.....	184
7.4.	CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA DE CAMPO	185
7.5.	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	186
8.	REFERÊNCIAS.....	189
8.1.	APÊNDICE 1	193
8.2.	APÊNDICE 2	195
8.3.	APÊNDICE 3	197
8.4.	APÊNDICE 4	199
8.5.	APÊNDICE 5	204
8.6.	APÊNDICE 6	206
8.7.	APÊNDICE 7	210
8.8.	APÊNDICE 8	212
8.9.	APÊNDICE 9	214
8.10.	APÊNDICE 10	216

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. PRODUÇÃO DE PAPELÃO ONDULADO EM MILHÕES DE METROS QUADRADOS POR CONTINENTE	29
TABELA 2. EXPEDIÇÃO ANUAL DE CAIXAS, ACESSÓRIOS E CHAPAS DE PAPELÃO ONDULADO NO BRASIL	30

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2-1. AS TRÊS DIFERENTES ABORDAGENS DE PSS EM COMPARAÇÃO COM PRODUTOS TRADICIONAIS DE ALGUMAS INDÚSTRIAS.....	60
QUADRO 2-2. ESTRATÉGIAS DE COMUNICAÇÃO PARA SUPERAR BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DE PSS	68
QUADRO 3-1. NÚMEROS DO MERCADO GLOBAL DE EMBALAGEM.....	94
QUADRO 4-1. FREQUÊNCIA DE PUBLICAÇÕES SOBRE PSS DE 1996 A 2007	108

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-1. DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO POR SETOR EM % SOBRE TONELADAS EM MAIO/2005	30
FIGURA 2-1. LINHA DO TEMPO CONTENDO ALGUNS DOS FATOS MAIS MARCANTES RELATIVOS À SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E SOCIAL	40
FIGURA 2-2. OS QUATRO NÍVEIS DE ATUAÇÃO DO <i>DESIGN</i> PARA A SUSTENTABILIDADE	55
FIGURA 2-3. FASES DO CICLO DE VIDA E ESTRATÉGIAS DE MINIMIZAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	57
FIGURA 2-4. FURGÃO DE RECARGA DE PRODUTOS DE LIMPEZA DA ALLEGRIINI	62
FIGURA 2-5. ESTOJO DE EMBALAGENS RETORNÁVEIS PARA PRODUTOS DE LIMPEZA ALLEGRIINI	62
FIGURA 2-6. PAINÉIS DE AQUECIMENTO SOLAR AMG INSTALADOS NO TETO DE UMA RESIDÊNCIA	64
FIGURA 2-7. PISCINA AQUECIDA COM OS PAINÉIS SOLARES AMG	64
FIGURA 2-8. POSSIBILIDADES DE USO DO MÓDULO ALIMENTADO POR ENERGIA SOLAR	65
FIGURA 2-9. MÓDULO GREENSTAR INSTALADO EM REGIÃO RURAL	65
FIGURA 3-1. FUNÇÕES DA EMBALAGEM	75
FIGURA 3-2. FLUXO TÍPICO DE EMBALAGEM B2B	79
FIGURA 3-3. DECISÕES LOGÍSTICAS QUE AFETAM O AMBIENTE	86
FIGURA 3-4. ESTRUTURA DO PAPELÃO ONDULADO	95
FIGURA 3-5. ILUSTRAÇÃO DE ONDULADEIRA ANTIGA	97
FIGURA 3-6. CICLO DE VIDA TÍPICO DO PAPELÃO ONDULADO EM EMBALAGENS	98
FIGURA 3-7. PROCESSO KRAFT DE PRODUÇÃO DE PAPEL	99
FIGURA 3-8. DETALHE DAS DOBRADIÇAS EM EMBALAGEM COM USO DO CFG	101
FIGURA 3-9. MÁQUINA AUTOMATIZADA DE PRODUÇÃO DE EMBALAGENS EM PAPELÃO ONDULADO COM A TÉCNICA CFG	101
FIGURA 3-10. EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA CFG EM EMBALAGENS	102
FIGURA 3-11. EMBALAGEM EM CFG PARA EQUIPAMENTO, PRODUZIDA PELA SHIZUOKA	102
FIGURA 4-1. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO MÉTODO DE PESQUISA UTILIZADO	110
FIGURA 4-2. RELAÇÃO ENTRE AS FASES DA PESQUISA DE CAMPO E AS FASES DO MEPSS	113
FIGURA 5-1. “CHAPELONAS” TRANSPORTADAS NAS CAIXAS DE PAPELÃO	123
FIGURA 5-2. <i>SYSTEM MAP</i> DO SISTEMA ATUAL	124
FIGURA 5-3. MAPEAMENTO DO PROCESSO NO SISTEMA ATUAL	126
FIGURA 5-4. DESCARREGAMENTO DAS EMBALAGENS A PARTIR DE CAMINHÃO TIPO <i>SIDER</i>	128
FIGURA 5-5. DESCARREGAMENTO DE EMBALAGENS COM EMPILHADEIRA ELÉTRICA	128
FIGURA 5-6. EMBALAGENS COM FILME PLÁSTICO E PALETE DE MADEIRA	128
FIGURA 5-7. ESTOQUE DE MATERIAL NÃO-PRODUTIVO COM EMBALAGENS (NPM)	128
FIGURA 5-8. CARRINHO ELÉTRICO USADO NA LOGÍSTICA INTERNA	128
FIGURA 5-9. EMBALAGENS ESTOCADAS NO ALMOXARIFADO INTERNO	128
FIGURA 5-10. EMBALAGENS PLÁSTICAS EM BUFFER METÁLICO PARA ALIMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO COM “CHAPELONAS” (UBS)	129
FIGURA 5-11. MESA COM EMBALAGENS PLÁSTICAS COLOCADA SOB O VEÍCULO, PARA APLICAÇÃO DAS “CHAPELONAS” (UBS)	129
FIGURA 5-12. APLICAÇÃO DAS “CHAPELONAS” NOS VEÍCULOS (UBS)	129
FIGURA 5-13. RESÍDUOS SÓLIDOS ORIUNDOS DA ETAPA DE IMPERMEABILIZAÇÃO	130
FIGURA 5-14. RESÍDUOS DE EMBALAGENS E OUTROS MATERIAIS EM CAÇAMBA FONTE: VOLKSWAGEN	130
FIGURA 5-15. CAÇAMBA UTILIZADA PARA RESÍDUOS SÓLIDOS	130
FIGURA 5-16. EMBALAGENS EM PAPELÃO ONDULADO UTILIZADAS PARA O TRANSPORTE DE “CHAPELONAS”	133
FIGURA 5-17. EMBALAGENS EM PAPELÃO ONDULADO UTILIZADAS PARA O TRANSPORTE DE “CHAPELONAS”	133
FIGURA 5-18. ÁRVORE DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA EMBALAGEM DE PAPELÃO ONDULADO NA SITUAÇÃO EXISTENTE	139
FIGURA 5-19. NÍVEL DE IMPACTO AMBIENTAL DA EMBALAGEM DE PAPELÃO ONDULADO NA SITUAÇÃO EXISTENTE, POR CATEGORIA DE IMPACTO	139
FIGURA 5-20. CONFIGURAÇÕES DAS “CHAPELONAS” NECESSÁRIAS PARA OS TRÊS TIPOS DE VEÍCULOS PRODUZIDOS PELA VOLKSWAGEN	144

FIGURA 5-21. <i>STORYBOARD</i> DO CENÁRIO 01	147
FIGURA 5-22. <i>SYSTEM MAP</i> DO CENÁRIO 01	147
FIGURA 5-23. <i>STORYBOARD</i> DO CENÁRIO 02	148
FIGURA 5-24. <i>SYSTEM MAP</i> DO CENÁRIO 02	148
FIGURA 5-25. <i>STORYBOARD</i> DO CENÁRIO 03	149
FIGURA 5-26. <i>SYSTEM MAP</i> DO CENÁRIO 03	149
FIGURA 5-27. <i>STORYBOARD</i> DO CENÁRIO 04	150
FIGURA 5-28. <i>STORYBOARD</i> DO CENÁRIO 05	151
FIGURA 5-29. <i>SYSTEM MAP</i> DO CENÁRIO 05	151
FIGURA 5-30. <i>STORYBOARD</i> DO CENÁRIO 06	152
FIGURA 5-31. <i>SYSTEM MAP</i> DO CENÁRIO 06	153
FIGURA 5-32. <i>STORYBOARD</i> DO CENÁRIO 07	153
FIGURA 5-33. <i>SYSTEM MAP</i> DO CENÁRIO 07	154
FIGURA 5-34. PROPOSTA DE CAIXA RETORNÁVEL DESMONTÁVEL EM PAPELÃO ONDULADO, INDIVIDUAL PARA CADA TIPO DE CHAPELONA	156
FIGURA 5-35. <i>STORYBOARD</i> DO CENÁRIO 08	156
5-36. PROPOSTA DE CAIXA RETORNÁVEL DESMONTÁVEL EM PAPELÃO ONDULADO, FORMANDO UM KIT INTEGRADO PARA CADA MODELO DE AUTOMÓVEL.....	157
FIGURA 5-37. <i>SYSTEM MAP</i> DO CENÁRIO 08	157
5-38. ÁRVORE DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA EMBALAGEM NA PROPOSTA DE <i>KIT</i> INTEGRADO	162
FIGURA 5-39. NÍVEL DE IMPACTO AMBIENTAL DA EMBALAGEM NO SISTEMA EXISTENTE E NA NOVA PROPOSTA, POR CATEGORIA	163
FIGURA 5-40. COMPARATIVO DE IMPACTO AMBIENTAL ENTRE A SITUAÇÃO INICIAL E A NOVA PROPOSTA, POR CATEGORIA	164
FIGURA 5-41. <i>SYSTEM MAP</i> DO SISTEMA ADOTADO PELA FIAT NO META-ESTUDO DE CASO	167
FIGURA 5-42. SEQÜÊNCIA DE DESMONTAGEM E EMPILHAMENTO DO SISTEMA EMBRAPACK	169
FIGURA 5-43. <i>SYSTEM MAP</i> DO SISTEMA ADOTADO PELOS CORREIOS NO META-ESTUDO DE CASO	170
FIGURA 5-44. PALETES PLÁSTICOS UTILIZADOS PARA O TRANSPORTE DE CABEÇOTES AUTOMOTIVOS.....	173
FIGURA 5-45. <i>SYSTEM MAP</i> DO SISTEMA UTILIZADO PELO FABRICANTE DE CABEÇOTES	173

LISTA DE SIGLAS

ABIGRAF – Associação Brasileira da Indústria Gráfica
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPO – Associação Brasileira de Papelão Ondulado
ABRAS – Associação Brasileira de Supermercados
ABRE – Associação Brasileira de Embalagem
ANAP – Associação Nacional de Aparistas
ASLOG – Associação Brasileira de Logística
B2B – Business-to-business
B2C – Business-to-consumer
CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CfD - National Centre for *Design* - Royal Melbourne Institute of Technology
CFSD – Centre for Sustainable *Design*/UK
CFG – Cushion Folder Gluer
CNU MAD – Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
D4S – *Design* for Sustainability
ECR – Efficient Consumer Response (Resposta Eficiente ao Consumidor)
EMUDE – Emerging User Demands for Sustainable Solutions
EPR – Extended Producer Responsibility (Responsabilidade Estendida do Produtor)
FSC – Forest StewardShip Council
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICCA – International Corrugated Cardboard Association
Innopse – Innovation Studio and Exemplary Developments for Product Service Engineering
IPCC – Intergovernmental Panel of Climate Changes (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas)
ISO – International Standard Organization
ITIA-CNR – Istituto di Tecnologie Industriali e Automazione – Consiglio Nazionale delle Ricerche
IUCN – International Union for Conservation of Nature (União Internacional para Conservação da Natureza)
LCA – Life Cycle Analysis (ACV – Análise do Ciclo de vida)
LCC – Life Cycle Costing (Custo do Ciclo de Vida)
LCCA – Life Cycle Costing Assessment (Avaliação do Custo do Ciclo de vida)
MEPSS – Methodology for Product Service Systems (Metodologia para Sistemas Produto-Serviço)
NPM – Non-productive Material (Material não Produtivo)
ONG – Organização Não-Governamental
PBR – paleta padrão brasileiro
PITCE – Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
ProSecCo – Product and Service *Codesign*
RFID – Radio Frequency Identification
RMIT – Royal Melbourne Institute of Technology
SA – Social Accountability
SDO-MEPSS – Sustainable *Design* Orienting Toolkit (Ferramenta de Orientação ao *Design* Sustentável)
SGA – Sistema de Gestão Ambiental
SOLINET – Solutions for Innovative Networks

SusProNet – Sustainable Projects Network

UNEP – United Nations Environment Programme (PNUMA - Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas)

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

WCED – World Commission for Environment and Development (CMMAD – Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento)

WCSD – World Council for Sustainable Development (Conselho Mundial para o Desenvolvimento Sustentável)

RESUMO

Esta dissertação trata do papel do *Design* como atividade que favoreça a sustentabilidade ambiental de embalagens em papelão ondulado movimentadas entre empresas (B2B), e propõe o uso de diretrizes de projeto baseadas em sistemas produto-serviço (PSS). Para tanto, utilizou-se como estratégia de pesquisa o estudo de caso, realizado em uma indústria automotiva da região metropolitana de Curitiba/PR no período de 2006 a 2007, seguido de meta-estudo de caso formado por outros três estudos de caso complementares. Como objeto de pesquisa, estudou-se embalagens de papelão ondulado e sua logística, e que são utilizadas para o transporte de peças plásticas destinadas à proteção da parte inferior dos veículos durante o processo de impermeabilização. A revisão bibliográfica inclui temas como o aumento mundial no consumo de embalagens e seu impacto sobre o meio-ambiente, a importância da embalagem no processo logístico entre empresas e seu impacto em cada uma das etapas da logística. Discute-se também sobre o papelão ondulado, seu uso, relevância e possibilidades em embalagens B2B. São apresentadas e discutidas também as abordagens de *ecodesign* e de sistemas produto-serviço (PSS), bem como algumas metodologias de *Design* específicas para cada uma destas abordagens. Em seguida, propõe-se o PSS como uma estratégia efetiva para a redução dos impactos ambientais por considerar de forma sistêmica o problema, considerando o envolvimento dos vários atores (*stakeholders*). Propõe-se também o uso de um método específico de PSS, o MEPSS, composto de cinco fases, e o estudo de caso é estruturado a partir do uso das três primeiras fases deste método, que são a análise estratégica, a exploração de oportunidades e o desenvolvimento do novo conceito. O estudo de caso envolve a realização de pesquisa de campo junto à indústria automotiva estudada, e abrange as fases de diagnóstico da situação existente, análise do diagnóstico, intervenção, análise da intervenção e validação. A abordagem de *Design* baseada no ciclo de vida da embalagem (*life cycle Design*) é utilizada ao longo do estudo de caso, e complementada pelo uso de ferramentas de avaliação qualitativa e quantitativa, como o SDO-MEPSS e a Análise do Ciclo de vida. A dissertação é finalizada com a proposição de diretrizes de *Design* baseadas em PSS para embalagens B2B em papelão ondulado.

Palavras-chave: embalagens B2B; papelão ondulado; sistemas produto serviço; diretrizes de *Design*

ABSTRACT

This dissertation deals with the use of *Design* as an activity that favors the environmental sustainability of corrugated cardboard packages used between companies (B2B), and considers the use of *Design* guidelines based in product-service systems (PSS). For this, it adopted as research strategy based on case study which was carried out within an automotive manufacturer in the Metropolitan Region of Curitiba, State of Paraná, in the period of 2006-2007. Its research object was corrugated cardboard packages and its logistics used for transportation of plastic parts destined to the protection of the inferior part of the vehicles during the waterproofing process. The literature review includes subjects as the world-wide increase in the consumption of packages and its impact on the environment, the importance of the package in the logistic process between companies and its impact in each one of the stages of the logistics. It is also reviews the main characteristics of corrugated cardboard, including its use and relevance for packaging B2B. Moreover, it reviews the approaches for *ecodesign* and Product-Service Systems (PSS). After that, the PSS is chosen as an hypothesis of effective strategy for the reduction of the environmental impacts of packaging B2B. The research method included the use of a protocol for PSS *Design* proposed by van Halen, Vezzoli and Wimmer (2005). The case study involves a field study with the phases of diagnosis of the existing situation, analysis of the diagnosis, intervention, analysis of the intervention and validation. The approach of *Design* based in the package life cycle *Design* is used throughout the case study, and complemented for the use of qualitative and quantitative evaluation tools such as SDO-MEPSS and Life Cycle Analysis. The dissertation presents a proposal for PSS *Design* guidelines for B2B packages, specifically for those packages made out of corrugated cardboard.

Keywords: B2B packages; corrugated cardboard; product-service systems; *Design* guidelines

Capítulo 01

Introdução

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contexto da pesquisa

A presente dissertação foi desenvolvida dentro de um projeto de pesquisa intitulado “Desenvolvimento de Embalagens e Produtos para Exportação Utilizando a Tecnologia CFG para o Papelão Ondulado”. Este projeto teve duração de dois anos (de agosto de 2005 a agosto de 2007), e foi financiado pelo Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento - CNPq e Agência Financiadora de Estudos e Pesquisas - FINEP. Foram concedidas três bolsas de pesquisa, sendo duas para Iniciação Científica (IC) e uma para Desenvolvimento Tecnológico Industrial (DTI).

Além disso, o projeto foi apoiado com acesso a materiais de consumo e a informações de produção e mercado pelas duas empresas que são objeto desta dissertação, sendo uma montadora de veículos (Volkswagen do Brasil) e uma indústria de embalagens em papelão ondulado (Embrart). O projeto de pesquisa supra descrito abrangeu três estudos de caso, e esta dissertação refere-se especificamente ao primeiro, destinado ao desenvolvimento de embalagens retornáveis para o transporte de componentes automotivos.

1.2. Problema

Como reduzir o impacto ambiental do uso da embalagem em papelão ondulado movimentada entre empresas?

1.3. Objetivo

Propor um método de *Design* de sistemas produto serviço (*Product Service Systems, ou PSS*) voltadas a embalagens em papelão ondulado movimentadas entre empresas, de modo a reduzir o impacto ambiental das mesmas, e de diretrizes para este método.

1.4. Problemática

Este trabalho propõe que a utilização de sistemas produto-serviço (PSS) pode minimizar o impacto ambiental do uso de embalagens movimentadas entre empresas. Para contextualizar e justificar esta proposição, são apresentadas a definição de

sistemas produto-serviço, e dados relativos às três grandes dimensões da sustentabilidade: ambiental, econômico e social.

1.4.1. *Design*

O ICSID define Design como:

“...uma atividade criativa que busca estabelecer as qualidades multifacetadas dos objetos, processos, serviços e seus sistemas em todos os ciclo de vida. Além disso, design é o fator central de humanização inovadora das tecnologias e fator crucial nas trocas culturais e econômicas” (ICSID, 2008).

Nesta definição atualizada percebe-se uma preocupação com as implicações sociais, econômicas e ambientais da atividade de design, a qual é reafirmada quando se definem as tarefas principais que cabem ao designer, pois segundo o ICSID (*opcit*):

“O design busca descobrir e avaliar relações estruturais, organizacionais, funcionais, expressivas e econômicas, com a tarefa de:

- Aprimorar a sustentabilidade global e a proteção ambiental (ética global);
- Trazer benefícios e liberdade para toda a comunidade humana, usuários finais, produtores e protagonistas de mercado, individuais e coletivos (ética social);
- Garantir a diversidade cultural a despeito da globalização mundial (ética cultural);
- Fornecer em produtos, serviços e sistemas, formas que são expressivas de (semiologia) e coerentes com (estética) sua complexidade própria (ICSID, 2008)”.

Deve-se ressaltar, nesta definição, que a atividade de design não se restringe à configuração de produtos industriais, mas também a serviços e sistemas.

1.4.2. *Sistemas Produto-Serviço (PSS)*

Sistemas Produto-Serviço (PSS) podem ser definidos, segundo o UNEP (2002), como “o resultado de uma inovação estratégica, com mudança no foco dos negócios do

planejamento e venda de produtos físicos tão somente, para a comercialização de sistemas de produtos e serviços que, em conjunto, que são capazes de atender a demandas específicas dos clientes”. Brezet *et al* (2001) ressalta ainda a dimensão ambiental dos PSS, afirmando que “serviços eco-eficientes são sistemas de produtos e serviços que são desenvolvidos para causar um mínimo impacto ambiental com o máximo de valor agregado”.

Com base nestas definições, percebe-se o potencial destes sistemas para a sustentabilidade tanto econômica quanto ambiental, o que justifica, em parte, a defesa do uso da estratégia de PSS nesta dissertação.

1.4.3. Justificativa ambiental

Conforme Brody e Marsh (1997), as embalagens são responsáveis por cerca de 65% do volume global de resíduos. Esta situação revela a necessidade de se procurar reduzir a necessidade de embalagens no padrão de consumo da sociedade atual e, simultaneamente, o desenvolvimento de embalagens com “materiais ecologicamente corretos”.

Manzini e Vezzoli (2002) argumentam que o impacto ambiental causado pelos produtos industriais (e por suas embalagens) não pode ser combatido apenas com o uso de materiais menos impactantes, que é a estratégia mais freqüente no meio industrial. É preciso, segundo estes autores, estratégias mais avançadas que permitam, se possível, a desmaterialização no consumo destes produtos. Neste caso, o uso de serviços associados às embalagens é uma das alternativas que têm se mostrado ambiental e economicamente viáveis.

Para Levy (1999), o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis em embalagens é de responsabilidade de todos os atores envolvidos na cadeia de fornecimento: fornecedores de matéria-prima, fabricantes e montadores de embalagens, distribuidores, revendedores e mesmo usuários (empresas que utilizam embalagens em seus produtos).

O aumento no consumo de matéria-prima virgem para embalagens vem ocorrendo em todo o mundo e também no Brasil (ver detalhes no item 1.5.3), apesar da taxa de reciclagem do papelão ondulado no país ser relativamente alta, 77,3%, conforme o CEMPRE (2006), e boa parte do papelão ondulado produzido no país ter parte da composição em material reciclado, em torno de 18%. Embora esta matéria-

prima virgem provenha de florestas manejadas, principalmente de *pinus* e eucalipto, há vários impactos ambientais associados a este tipo de exploração, devido às extensas áreas de monocultura, como, por exemplo, as alterações na qualidade do solo e na cadeia alimentar dos animais que habitam estas regiões. Apesar disso, em 2006, iniciou-se no Brasil a produção de papelão ondulado com certificação *Forest StewardShip Council* (FSC), o que é o reflexo de uma demanda emergente por produtos com esta característica.

Além da certificação de origem da matéria-prima, há também a estratégia de ampliar o taxa de reciclagem da matéria utilizada na embalagem. Conforme o CEMPRE (2006), a quantidade de madeira economizada com a substituição de fibras virgens de celulose por uma tonelada de aparas, considerando-se uma perda de 20% nas aparas (devido a impurezas) é de 4 m³. Isto equivale a dizer que uma tonelada de aparas corresponde a um rendimento lenhoso de uma área plantada de até 350 m².

No consumo de energia, pode-se afirmar que se economiza mais de 50%, quando se compara a produção de papel miolo com aparas, com a produção de celulose e papel (CEMPRE, 2006). Apesar disto, há na reciclagem um alto consumo de água e energia, que pode ser minimizado se as embalagens não fossem descartadas precocemente.

Finalmente, há no processo de reciclagem do papelão ondulado a contaminação causada pela freqüente mistura de diferentes materiais no descarte. Papel e papelão, presentes em grande quantidade entre os resíduos descartados pelas empresas, são freqüentemente descartados sujos de resíduos orgânicos e misturados com materiais de difícil separação, como grampos metálicos, colas, vernizes e tintas.

A produção de rejeitos (tudo aquilo que não se aproveita na triagem do papelão ondulado e que acaba sendo destinado à incineração ou aterros sanitários) é, em média, de 42% (GRIMBERG; BLAUTH, 1998). A incineração, embora seja uma forma de produção de energia, contribui para o aquecimento global, devido à emissão de CO², principal gás causador deste efeito, segundo o IPCC (2006). Mesmo em grandes indústrias que possuem certificação ambiental pode ocorrer este problema.

Percebe-se, a partir desses dados, que a reciclagem das embalagens B2B já não é mais suficiente para minimizar o impacto ambiental causado pelo descarte crescente

de papelão ondulado e de outros materiais, seja pelo consumo de água, energia e matéria-prima, ou pela contaminação com outros materiais.

Outro aspecto importante é que nem sempre as empresas exigem de seus fornecedores certificação ambiental dos processos, e menos ainda dos produtos adquiridos, embora tenha havido um crescimento neste sentido, conforme Epelbaum (2004). Isto se torna um problema para as empresas que possuem certificação ambiental, na medida em que esta certificação traz consigo a responsabilização do produtor pela destinação de resíduos (EPR, ou *Extended Producer Responsibility*).

No Brasil, encontra-se em tramitação no congresso, já há vários anos, o Projeto de Lei dos Resíduos (PL 203/91), que “institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, seus princípios, objetivos e instrumentos”, e que “estabelece diretrizes e normas para o gerenciamento dos diferentes tipos de resíduos sólidos”, conforme o Relatório Preliminar do Projeto de Lei 203/91 (2002). Este Projeto de Lei define que “Art. 43 - Compete aos estabelecimentos industriais e de mineração a responsabilidade pelo gerenciamento completo de seus resíduos, desde a sua geração até a destinação final”.

Muito embora, na época desta dissertação, ainda esta fosse uma Lei aguardando aprovação no Congresso Brasileiro, alguns estados já se encontram adiantados neste aspecto, como o Paraná, que possui uma lei específica, também chamada Lei de Resíduos. Esta lei define que “Art. 4º. - As atividades geradoras de resíduos sólidos, de qualquer natureza, são responsáveis pelo seu acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento, disposição final, pelo passivo ambiental oriundo da desativação de sua fonte geradora, bem como pela recuperação de áreas degradadas” (Lei nº 12493, de 22 de Janeiro de 1999).

Mas, além de leis que buscam minimizar os impactos gerados pelos resíduos, os governos têm sido pressionados pela sociedade a estabelecer metas sócio-ambientais de longo prazo, inclusive no Brasil. Com isso, o objetivo desta dissertação alinha-se com as estratégias de desenvolvimento de longo prazo do Plano Plurianual (PPA) 2004-2007 do Governo Federal, e com a Agenda 21 Nacional.

No caso do PPA, o estudo alinha-se com o Mega Objetivo II, que busca o “Crescimento com geração de trabalho, emprego e renda (...) ambientalmente sustentável e redutor das desigualdades sociais”, especialmente no item 21, que se propõe a “melhorar a gestão e a qualidade ambiental e promover a conservação e uso

sustentável dos recursos naturais, com ênfase na promoção da educação ambiental” (PLANOBRASIL, 2004). Desta forma, a proposição de diretrizes de projeto para PSS em embalagens sustentáveis busca principalmente reduzir os impactos ambientais das atividades industriais, com maior eficiência no uso de recursos e energia e redução na emissão de resíduos e gases tóxicos.

No caso da *Agenda 21* Nacional, este trabalho alinha-se com as diretrizes do capítulo 21, referente ao manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos, e capítulos 29 e 30, sobre o fortalecimento do papel do comércio e da indústria (AGENDA 21 NACIONAL, 2007). Neste último, o trabalho está ligado diretamente à promoção de uma produção mais limpa e da responsabilidade empresarial.

Além disso, a proposição de uso de serviços de embalagens mais sustentáveis é coerente com a iniciativa da UNESCO/ONU em promover, no período entre 2005 e 2014, a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, que consiste de amplos esforços voltados à educação para a sustentabilidade, envolvendo os vários segmentos da sociedade, inclusive as empresas. No Brasil, esta iniciativa é feita em cooperação com o Ministério do Meio Ambiente para a execução do Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA).

Quanto à sustentabilidade na política industrial, Campanário e Silva (2004) propõem a sustentabilidade como um entre onze critérios normativos para elaboração de uma política industrial, comentando que “a política industrial deve procurar conciliar os parâmetros básicos do desenvolvimento sustentável – preservação da natureza, eliminação da pobreza, crescimento econômico e garantia para as gerações futuras –, com a exploração dos recursos naturais para atender aos interesses nacionais”.

A política industrial brasileira não explicita esta preocupação, e a sintonização desta dissertação com a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior – PITCE (2005) se dá devido ao objetivo desta de “induzir a mudança do patamar competitivo da indústria brasileira, rumo à maior inovação e diferenciação de produtos, almejando competitividade internacional”. A inserção é principalmente nos aspectos de inovação e desenvolvimento tecnológico, inclusive com apoio oficial às parcerias universidade-empresa, por meio do CNPq.

Este é o caso do projeto de pesquisa “Desenvolvimento de embalagens e produtos para exportação utilizando a tecnologia CFG para o papelão ondulado”,

desenvolvido pelo Núcleo de *Design* e Sustentabilidade da Universidade Federal do Paraná em 2006-2007, e que originou esta dissertação.

1.4.4. Justificativa econômica

Em termos econômicos, o valor do mercado global de embalagens é estimado em 500 bilhões de dólares, entre 1 e 2% do PIB mundial (Packforsk, 2001), e o mercado de alimentos é o maior consumidor mundial de embalagens, com cerca de 35% (The Packaging Federation, 2004a). O mercado mundial de embalagens está em franco crescimento e, em particular, o mercado de embalagens de papelão ondulado, escopo deste trabalho, que responde por aproximadamente 38% de todo o mercado mundial de embalagem e apresenta previsão de crescimento de 4,2% ao ano (EMBALAGEMMARCA, 2005). Somente o setor de alimentos movimenta em torno de US\$ 176 bilhões em 2004, e há expectativa de que continuará crescendo a taxas de 4,6% ao ano, com previsão de cerca de US\$ 216 bilhões para 2009. Contudo, o maior crescimento (7,1%) deverá acontecer no setor de medicamentos (EMBALAGEMMARCA, 2005).

Segundo a ICCA (2005), a Ásia é o grande produtor mundial de embalagens de papelão ondulado, com mais de 53 milhões de metros quadrados e crescimento de 9% em apenas um ano. Com isso, os asiáticos dominam mais de um terço do mercado mundial de papelão ondulado. A produção norte-americana e européia é quase equivalente, com pouco mais de 40 milhões de m²/cada, conforme ilustra a Tabela 1.

Tabela 1. Produção de papelão ondulado em milhões de metros quadrados por continente

CONTINENTE	2003	2004	CRESCIMENTO EM %
Ásia	48,537	53,036	9,0
América do Norte	41,255	42,367	2,7
Europa	40,862	41,563	1,7
América Central e do Sul	7,441	8,163	9,7
Oceania	2,272	2,324	2,3
África	1,660	1,693	2,0
TOTAL	142,126	149,147	4,9

Fonte: ICCA (2005)

Quanto aos produtores da América Latina, apesar da participação inferior à de asiáticos, norte-americanos e europeus, é significativo o crescimento de quase 10%

entre os anos de 2003 e 2004, o mais alto entre todos os mercados produtores (ver Tabela 1).

O Brasil tem um papel importante neste crescimento, pois produz cerca de 3,9 milhões dos pouco mais de oito milhões de m² de papelão ondulado produzidos pela América Central e do Sul, ou seja, quase metade da produção da América Latina. Nos últimos cinco anos, o mercado brasileiro tem oscilado entre 3,7 e 3,9 milhões de m², com uma queda significativa em 2003, ano de turbulência econômica no país, em que a produção caiu para 3,4 milhões, conforme mostra a Tabela 2 (ABPO, 2005).

Tabela 2. Expedição anual de caixas, acessórios e chapas de papelão ondulado no Brasil

ANO	TONELADAS	1.000 M ²
2000	2.048.937	3.737.772
2001	2.061.022	3.701.603
2002	2.144.113	3.920.175
2003	1.885.916	3.464.750
2004	2.106.832	3.918.961

Fonte: ABPO (2005)

Assim como nos dados apontados por EMBALAGEMMARCA (2005), no Brasil também a indústria alimentícia é a grande consumidora do papelão ondulado, absorvendo mais de um terço de toda a produção (ABPO, 2005). O mesmo estudo aponta que uma distribuição mista ocupa o segundo lugar, e a produção de chapas fica na terceira posição. Em seguida, a indústria de fumos e tabacos, com 7,69%, supera a indústria química, fruticultura, floricultura e avicultura (vide o gráfico 1-1).



Figura 1-1. Distribuição do consumo de embalagens de papelão ondulado por setor em % sobre toneladas em Maio/2005

Fonte: ABPO (2005)

Com este crescimento generalizado, há uma necessidade cada vez maior de diferenciação pois, segundo Porter (1992), há uma estreita relação entre o desempenho econômico das empresas e a criação de diferencial competitivo. Este pode ser obtido

pelo menos de três formas: por diferenciação de produtos e/ou serviços, por criação e/ou exploração de nichos de mercado, ou pelo custo de seus produtos (PORTER, 1992).

No caso da diferenciação, Ottman (1994), citado por Epelbaum (2004) afirma que empresas que apresentam diferencial sustentável nos processos e produtos podem explorá-lo em termos de *marketing*, criando um posicionamento e valor único para seus clientes. Desta forma, produtos ou serviços com este diferencial podem destinar-se a nichos de mercado específicos formados por consumidores que valorizam a questão sócio-ambiental (OTTOMAN, 1994 citado por EPELBAUM, 2004). Manzini e Vezzoli (2002) colocam que os sistemas produto-serviço levam em consideração necessidades específicas dos clientes, buscando atendê-las ao máximo e, ao mesmo tempo, minimizando o impacto ambiental.

Essa diferenciação é possível, porque a sociedade em geral mostra-se cada vez mais informada e exigente quanto à atuação ambiental das empresas. Segundo Porter (1985), a análise competitiva das empresas nas últimas décadas passou a ser feita por uma diversidade de atores com preocupações distintas. ONGs, comunidades, órgãos governamentais, investidores, seguradoras e a mídia têm papel cada vez mais decisivo, com reflexos na mudança de percepção de valor ao longo da cadeia de produção e consumo.

Rundh (2005) coloca a embalagem como possível elemento de vantagem competitiva, embora ainda pouco explorada pelas empresas, que têm sido forçadas a reavaliar suas estratégias devido à internacionalização e globalização crescente dos negócios. Com isto, percebe-se um grande potencial de melhoria em termos de competitividade a partir do *Design* desde que considerado em uma abordagem sistêmica, focada não apenas na embalagem em si, mas em todo o processo de produção e distribuição.

As exigências quanto a processos e produtos mais limpos são as mais significativas, conforme Epelbaum (2004). Com isso, segundo ele, houve um grande crescimento na implantação dos chamados sistemas de gestão ambiental (SGAs) e de certificações para estes sistemas, sendo a ISO14001 a mais conhecida.

No caso dos custos, as empresas buscam atingir os custos mais baixos tanto de produção quanto de distribuição, a partir da máxima eficiência operacional, para poder oferecer aos clientes/consumidores preços mais baixos nos produtos do que os

concorrentes. Porém, segundo Epelbaum (2004), o balanço econômico de qualquer estratégia que venha a ser implantada deve levar em conta não apenas custos financeiros pontuais (custo de implantação de um novo sistema de embalagem ou o preço da embalagem), mas custos financeiros globais (recursos humanos, tempos de espera, estoques, tratamento dos resíduos gerados) e seu tempo de amortização (*payback*).

Conforme Lee e Lye (2003), os três componentes principais do custo da embalagem são a mão-de-obra, o equipamento e o material. Stern (1981) aponta que apenas cerca de 10% do custo da embalagem deve-se ao material de que ela é feita, sendo o restante relacionado ao processo produtivo e logístico, que inclui gastos com transporte, custo de armazenagem, tempos de espera, entre outros fatores.

Segundo Lazlò (1990), aproximadamente 9% do custo de qualquer produto deve-se à embalagem, e outros autores apontam que a embalagem representa entre 15 e 50% do preço de venda do produto contido (RAUCH ASSOCIATES, 2002; Harckham, 1989; Briston and Neill, 1972).

Morabito, Morales e Widmer (2000) apontam que o setor logístico é, na maior parte das empresas, o que mais consome recursos financeiros, o que indica um grande potencial de atuação para o *Design* em termos de embalagens operacionalmente mais eficientes. Há, também, uma série de outros custos envolvidos no tratamento e destinação dos resíduos industriais, entre eles os de embalagens, que podem ser minimizados, por exemplo, pelo reuso das mesmas. O aumento da eficiência operacional e a minimização de resíduos são aspectos inerentes ao conceito de sistema produto-serviço, conforme Halen, Vezzoli e Wimmer (2005).

Além da minimização de custos, outro aspecto de relevância econômica ligado à eficiência operacional, segundo o UNEP (2001), é a maximização da produtividade. As embalagens podem tornar-se um elemento de aumento da produtividade, se planejadas dentro de uma visão sistêmica, considerando outras funções, além da proteção e transporte, como a comodidade na produção (ex.: caixas-*dispensers*) e o controle inteligente de estoque (ex.: etiquetas RFID – identificação por rádio-freqüência).

1.4.5. *Justificativa social*

No âmbito das empresas brasileiras, é crescente o número de ações ligadas à responsabilidade social. No entanto, a equidade e justiça entre os *stakeholders* ainda

representam um desafio, pois a maior parte das relações empresariais é fortemente baseada em relações custo-benefício de curto prazo. Os sistemas produto-serviço, ao contrário, baseiam-se fundamentalmente em parcerias de longo prazo (HALEN; VEZZOLI; WIMMER, 2005).

Muitas empresas já implantaram sistemas de gestão ambiental e obtiveram a certificação ISO14001 (EPELBAUM, 2004), mas ainda é pequeno o número de organizações buscando a certificação social. Já existem iniciativas neste sentido, como a *Social Accountability 8000* (SA8000), voltada à certificação, e a norma ABNT NBR 16001, sobre requisitos para sistemas de gestão em responsabilidade social (ABNT, 2004). O uso de indicadores sócio-ambientais do Instituto Ethos (ETHOS, 2006) permite às empresas fazer uma auto-análise do desempenho sócio-ambiental que pode ser transformado em um relatório para posterior comparação (*benchmarking*) com a concorrência.

Para 2008, espera-se a conclusão da norma ISO26000, que não tem o propósito de certificação, mas de orientação para a implantação de sistemas de gestão. Apesar de não haver a exigência das empresas serem certificadas em gestão ambiental (ISO14001) para adequar-se à NBR16001, Ursini e Sekigushi (2005) apontam que as corporações familiarizadas com a certificação ambiental terão muito mais facilidade de certificação de responsabilidade social. Por conseguinte, denota-se que poderão apresentar também condições de implementar a abordagem de PSS com mais facilidade.

A questão da coesão social é outro desafio para as empresas brasileiras, embora a justiça brasileira considere a discriminação um crime inafiançável. Da mesma forma, a influência na identidade cultural regional e no bem estar das comunidades onde as empresas se instalam, e a exploração predatória de recursos locais não-renováveis ainda ocorrem em várias partes do país. Estes aspectos são considerados na implantação de um PSS, portanto, para que a empresa adote esta abordagem de negócio é preciso que ela se considere de forma responsável estas questões.

Com relação ao bem estar e à geração de trabalho e renda, é relevante o fato de que, no Brasil, muitas das pessoas de baixa renda trabalham na atividade de coletar, separar, vender e reciclar resíduos. O papelão ondulado é um dos materiais mais presentes devido ao grande uso em embalagens. Dados do IBGE (2002) mostram que a atividade de “catar papel” empregava, em 2002, ao redor de 25.000 pessoas nas unidades de separação de lixo. Há também os chamados catadores de rua e carroceiros,

cuja atividade informal envolve cerca de 200 mil pessoas no Brasil (ANAP, 2005). Nesse contexto, uma estratégia que implique na redução da geração de resíduos de papelão ondulado nas empresas deve também levar em conta o impacto social nesta atividade, uma vez que os maiores afetados seriam das classes mais pobres.

Cabe ressaltar que as mudanças decorrentes de melhorias ambientais nas embalagens movimentadas entre empresas podem influenciar nos aspectos sociais ligados a essa atividade, como a geração de trabalho e renda e as condições de vida das pessoas. Desta forma, este trabalho considerou, como escopo de estudo, empresas que destinam seus resíduos a empresas especializadas, pressupondo, portanto, que não há um impacto direto na geração de trabalho e renda para os catadores autônomos, mas apenas naquelas atividades ligadas às empresas de coleta de resíduos. No entanto, é necessário um estudo mais aprofundado para verificar o real impacto no nível de emprego destas últimas.

Todos os aspectos ambientais, econômicos e sociais anteriormente discutidos formam o pano de fundo desta dissertação, e apontam para a necessidade de novas estratégias de negócios nas empresas quanto à movimentação de embalagens. No âmbito do *Design* sustentável, propõe-se o foco de pesquisa e desenvolvimento não apenas nas embalagens em si, mas em todo o sistema produtivo e logístico empresarial.

Neste sentido, este trabalho procura contribuir para a dimensão ambiental da sustentabilidade por meio do estudo de sistemas alternativos para embalagens movimentadas entre empresas. A seguir, é apresentada a delimitação do estudo, e em seguida o método de pesquisa utilizado.

1.5. Delimitação

O objeto de estudo compreende embalagens de papelão ondulado para produtos não-perecíveis movimentadas entre empresas, com ênfase nas questões ligadas à dimensão ambiental da sustentabilidade, muito embora na análise tenham-se considerações também sobre as dimensões econômicas. A dimensão social não será estudada neste trabalho.

O recorte geográfico dos dados coletados nesta pesquisa abrange a movimentação interestadual de embalagens B2B entre a cidade de São Paulo e a cidade de São José dos Pinhais, na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná.

1.6. Descrição geral do método

O método de pesquisa adotado é o estudo de caso, realizado em uma indústria montadora de automóveis da região metropolitana de Curitiba/PR. A fundamentação teórica para este trabalho foi feita a partir de revisão de literatura relacionada à sustentabilidade, com um recorte teórico para o *Design* sustentável, embalagens B2B e o papelão ondulado neste contexto.

A pesquisa de campo foi realizada em cinco etapas: diagnóstico, avaliação da situação inicial, intervenção, análise da nova proposta e validação da proposta de intervenção. Devido ao fato desta dissertação relacionar-se à abordagem de sistemas produto-serviço (PSS), a pesquisa foi feita utilizando etapas e ferramentas de um método específico para o desenvolvimento de PSS, o MEPSS.

O protocolo de coleta de dados é relativo à etapa de diagnóstico, e envolveu o uso de ferramentas verbais e visuais, para a obtenção de dados tanto quantitativos quanto qualitativos (LAUREL, 2003), pois, nas fases seguintes de avaliação (tanto da proposta inicial quanto da intervenção) buscou-se avaliar de forma quantitativa e qualitativa os dados obtidos. O diagnóstico inclui entrevistas semi-estruturadas, observação direta, registro fotográfico, e a coleta de dados quantitativos da embalagem no sistema logístico-produtivo da empresa, como quantidade, composição e peso das matérias-primas e insumos, tempo e distância de transporte e operações internas. Foram coletadas também amostras de componentes utilizados da empresa.

A análise dos dados foi feita de forma quantitativa e qualitativa tanto para a situação inicialmente encontrada quanto para a proposta de intervenção, e envolveu o uso das ferramentas ACV – Análise do Ciclo de vida (análise quantitativa), com o uso do Software Simapro7 na versão educacional, e SDO-MEPSS (análise qualitativa). A visualização tanto do sistema atual quanto do proposto foi feita com o uso da ferramenta *System Map*, do MEPSS. Para a análise também foi realizado também um *workshop* com especialistas da indústria estudada e de um fornecedor de embalagens.

Para a intervenção, foram utilizadas ferramentas de criação também presentes no MEPSS, como as diretrizes de *Design* sustentável (MANZINI e VEZZOLI, 2002) e os *storyboards* para proposição de cenários futuros, além do *brainstorming* clássico com uso de analogias.

A validação do estudo foi feita a partir da comparação com os resultados obtidos em um meta estudo de caso formado por três estudos de caso, em três outras empresas que utilizam embalagens retornáveis em seus respectivos processos logísticos.

1.7. Estrutura geral da dissertação

O capítulo 1 (INTRODUÇÃO) apresenta o problema, sugere a hipótese e define o objetivo da dissertação, a partir de justificativas ambientais, econômicas e sociais. Delimita também o escopo da pesquisa e o tipo de empresa na qual será realizada, bem como o método a ser utilizado, e os procedimentos de coleta e análise de dados e da intervenção proposta.

O capítulo 2 (EMBALAGEM E SUSTENTABILIDADE) apresenta a revisão de literatura sobre quatro temas principais: sustentabilidade, *Design* sustentável, embalagens e papelão ondulado, e o relato de estudos de caso similares ao tema pesquisado.

No capítulo 3 (MÉTODO DE PESQUISA) justifica-se a escolha do método de pesquisa, e descreve-se o estudo de caso realizado junto a uma montadora de automóveis da Região Metropolitana de Curitiba. São apresentados os critérios de seleção da empresa e do processo, o protocolo de coleta de dados utilizado, e a forma de apresentação e avaliação tanto dos dados coletados da situação encontrada quanto da proposta de melhoria, e o processo de validação utilizado.

No capítulo 4 (RESULTADOS E ANÁLISES) são descritos os resultados da pesquisa de campo, e a avaliação qualitativa e quantitativa dos dados obtidos tanto na situação encontrada quanto na intervenção proposta, com o auxílio das ferramentas SDO-MEPSS e ACV – Análise do Ciclo de vida. São apresentados também os resultados de um *workshop* realizado para coletar opiniões, críticas e sugestões de profissionais especialistas da empresa e de um fornecedor de embalagens sobre os dados.

A partir dos resultados obtidos, e da comparação destes com os obtidos em outros três estudos de caso reportados na revisão bibliográfica, são propostas diretrizes de *Design* de sistemas produto-serviço para embalagens em papelão ondulado movimentadas entre empresas. Esta é uma das contribuições centrais da pesquisa, pois se entende que, para que sejam atingidos os objetivos propostos no Capítulo 1 (INTRODUÇÃO), a existência de uma teoria do *Design* de embalagens, com conceitos,

metodologias e ferramentas de *Design* sustentável orientadas especificamente ao setor, é condição para efetivamente inovar na busca por práticas mais sustentáveis.

No capítulo 5 (CONCLUSÃO) finaliza-se o trabalho com uma discussão sobre os resultados da pesquisa realizada, e sugerem-se possibilidades de continuidade de pesquisa a partir de lacunas detectadas na realização deste estudo de caso.

Capítulo 02

Sustentabilidade por meio do Design

2. SUSTENTABILIDADE POR MEIO DO *DESIGN*

2.1. Conceitos de sustentabilidade

A palavra sustentabilidade é definida no dicionário Aurélio (2006) como a “qualidade do que é sustentável” ou como “um estado que se deseja atingir”. Esta definição abstrata adquire um sentido prático quando relacionada às três dimensões da existência humana: ambiental, social e econômica.

A sustentabilidade ambiental refere-se, conforme Manzini e Vezzoli (2002), às “condições sistêmicas segundo as quais (...) as atividades humanas não devem intervir nos ciclos naturais em que se baseia tudo o que a resiliência do planeta permite (...), não devem empobrecer seu capital natural, que será transmitido às gerações futuras”.

A sustentabilidade social, segundo o UNEP (2006), está associada a questões como: respeito à identidade e diversidade cultural, inclusão das minorias, marginalizados e deficientes, bem estar social, trabalho em condições adequadas e sem a necessidade de grandes deslocamentos, geração e equilíbrio na distribuição de renda, acesso à alimentação, água potável e serviços de saúde, escolarização e abolição do trabalho infantil, dentre outros temas.

A sustentabilidade econômica apresenta uma ligação bastante forte com a social pela geração de trabalho e renda, mas considera também a dimensão das empresas, de todos os portes. Segundo D4S (CRUL e DIEHL, 2006), além da lucratividade, é fundamental para as empresas a geração de valor tanto para ela quanto para os *stakeholders* e consumidores. É este valor que pode permitir às empresas posicionarem-se de forma competitiva no mercado.

Estas considerações compõem o conceito de desenvolvimento sustentável, que consiste em “um desenvolvimento que satisfaça as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND *et al*, 1987).

2.2. Um breve histórico do percurso da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável

A problemática do impacto das atividades industriais no planeta não é um tema recente, embora somente na última década tenha ganho intensidade de divulgação e

debate por uma parcela maior da sociedade. Segundo Foladori (2001, p. 113), possivelmente surgiu com o conservacionismo em reação à industrialização no século XIX, a partir do livro *Man and Nature* de Marsh (1864). No entanto, a questão do crescimento populacional desenfreado e seus possíveis efeitos já havia sido estudada por Malthus em 1798, em “Ensaio sobre o princípio da população” (ver Figura 2-1).

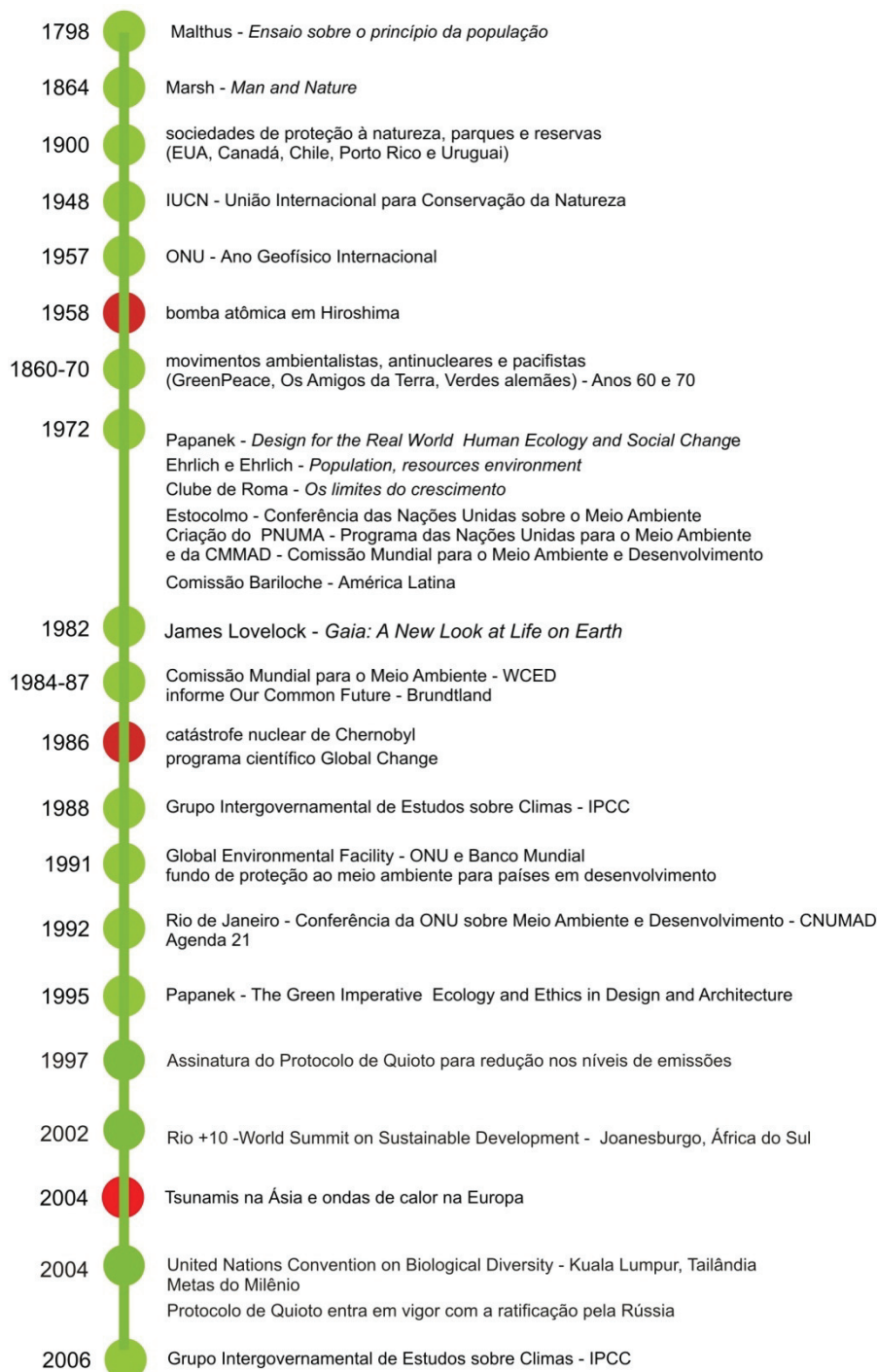


Figura 2-1. Linha do tempo contendo alguns dos fatos mais marcantes relativos à sustentabilidade ambiental e social

Na virada do século XIX para o século XX, prosseguiu com a criação de sociedades de proteção à natureza nos EUA, Canadá, Chile, Porto Rico e Uruguai, dentre outros países, bem como de parques e reservas. A questão ambiental torna-se particularmente crítica com o detonamento da bomba atômica em Hiroshima, ao tornar claro o quanto a capacidade tecnológica pode afetar a biosfera e gerar danos que se perpetuam por décadas após este evento. A criação da União Internacional para Conservação da Natureza - IUCN, em 1948, foi a primeira grande tentativa de organização não-governamental voltada a pensar estratégias de conservação.

A Organização da Nações Unidas definiu 1957 como o Ano Geofísico Internacional e, neste mesmo ano, foi iniciada a medição da quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, no Havaí. Na década de 60 houve um crescimento substancial das discussões ambientais, sempre fortemente ligadas às questões políticas e econômicas, como a Guerra do Vietnã. Com isto, houve um grande crescimento dos movimentos ambientalistas, antinucleares e pacifistas como o GreenPeace, Os Amigos da Terra e os Verdes alemães.

Papanek (1971) foi um dos primeiros a defender uma postura social e ambientalmente mais responsável por parte do *Design*, em suas publicações *Design for the Real World – Human Ecology and Social Change* (1971), e a propor uma nova forma de atuação em *The Green Imperative – Ecology and Ethics in Design and Architecture* (1995).

A questão social também ganha cada vez mais importância nesta época, e questões como o crescimento populacional e seu impacto no meio-ambiente, já levantadas desde Malthus (1766-1834) e Mill (1806-1873), foram reforçadas por autores como Ehrlich e Ehrlich (1972), em *Population, resources, environment*. Neste mesmo ano, o Clube de Roma publicou “Os limites do crescimento”, sobre as relações entre produção industrial, crescimento populacional e exploração de recursos, prevendo um limite suportável pela natureza de apenas cem anos, caso este modelo desequilibrado fosse mantido. Este é um marco importante pois, pela primeira vez, cogitou-se frear o crescimento capitalista (FOLADORI, 2001, p. 115).

Também em 1972 houve, em Estocolmo, a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, que teve como resultado uma declaração que contém tanto os problemas ambientais quanto a proposição de se preservar o planeta para as

gerações futuras. Isto é defendido por meio do uso de tecnologias limpas nos países desenvolvidos e transferência de recursos financeiros e técnicos para aqueles chamados de “países em desenvolvimento”.

Criou-se também o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (PNUMA, 2006), e a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD (CMMAD, 2007). É também relevante o trabalho da Comissão Bariloche na América Latina, propondo novamente o crescimento limitado, a partir da limitação da exportação dos recursos naturais, em claro contraponto ao sistema capitalista de produção e consumo.

A catástrofe nuclear de Chernobyl, em 1986, é uma das marcas da década de 80, provocando grandes impactos ambientais e humanos pela Europa e questionamentos sobre os avanços científicos. Um dos autores mais lidos na década de 80 sobre ecologia é James Lovelock, que, em *Gaia: A New Look at Life on Earth* (1982), considerava a Terra como um grande organismo vivo.

Também neste ano foi criado o programa científico Global Change, que influencia no ano seguinte o trabalho da Comissão Mundial para o Meio Ambiente – WCED (1984-1987), dirigido pela ex-primeira-ministra da Noruega, Gro Brundtland. Esta comissão produz o informe *Our Common Future*, que pela primeira vez utiliza o termo desenvolvimento sustentável de forma explícita e propõe que os problemas ambientais, sociais e econômicos sejam tratados de forma integrada (BRUNDTLAND *et al*, 1987).

No final dos anos 80 foi criado o Grupo Intergovernamental de Estudos sobre Climas – IPCC (1988), e em 1991, inicia-se um fundo de proteção ao meio ambiente para países em desenvolvimento, criado pela ONU e Banco Mundial, o *Global Environmental Facility*. No ano de 1992 ocorre a Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) no Rio de Janeiro, com resultados práticos bastante limitados quanto à redução das emissões de CO² ou do impacto sobre as florestas e a biodiversidade, por exemplo.

É neste evento, também chamado de Rio92, que se produz a Agenda 21, um conjunto de ações formado por 31 pontos voltados tanto a frear o impacto ambiental da produção e consumo quanto a promover o desenvolvimento mais equilibrado dos países, tanto no âmbito social quanto econômico. A partir do slogan “Pensar

globalmente, agir localmente”, a Agenda 21 serviu de base, posteriormente, para a elaboração de planos nacionais, estaduais, regionais, municipais, locais e até setoriais.

Após a virada do século, as mudanças climáticas que já vinham ocorrendo em todo o planeta passam a fazer parte dos noticiários diários, principalmente após eventos climáticos como o degelo das calotas polares e cumes de montanhas, as ondas gigantes (*tsunamis*) que assolaram países asiáticos e mataram milhares de pessoas, ou as ondas de calor fora de época em países europeus, também fatais. No ano de 2006, o IPCC divulgou um relatório onde, pela primeira vez, afirma-se com mais de 90% de certeza que as grandes mudanças climáticas ocorridas no planeta têm como causa as atividades humanas.

Atualmente, há uma grande movimentação no âmbito corporativo em busca de novas estratégias de negócios que considerem a sustentabilidade como um dos aspectos principais. Iniciativas como o *World Council for Sustainable Development – WCSD* (WCSD, 2007), formado por grandes corporações mundiais, desenvolvem grandes projetos integrados com a sociedade, instituições e governos, buscando aproximar seus negócios desta nova realidade.

Pode-se perceber, pela seqüência histórica descrita na seção anterior, que a discussão sobre a questão da sustentabilidade iniciou-se com uma grande ênfase na questão ambiental, com uma forte tendência preservacionista em relação à natureza. Percebe-se também que, embora alguns autores já previssem os impactos ambientais do crescimento populacional desde o século XIX, somente a partir da década de 80 começaram a ser delineadas estratégias considerando a dimensão social de forma mais integrada.

Da mesma forma, o modo como a maioria das corporações agia segue esta seqüência histórica. As primeiras políticas industriais voltadas à sustentabilidade eram ligadas à preservação dos recursos naturais e ao tratamento do processo produtivo para minimizar os impactos da produção no ambiente, os chamados processos “*end-of-pipe*”.

Esta abordagem vem gradualmente se expandindo em direção ao início do processo, tendo então o produto ou serviço oferecido como novo ponto de atenção. Mais que isso, desloca-se em direção ao motivo da existência de todo o sistema, o consumidor. Desta forma, a sustentabilidade ganha uma nova dimensão de atuação por

parte das empresas, seja pelo desenvolvimento de produtos ambientalmente mais responsáveis, seja pela maior atenção aos estilos de vida emergentes.

Neste novo contexto, o *Design* e o *marketing* assumem importância estratégica, e, com isso, amplia-se a possibilidade de se criar produtos e serviços socialmente adequados, ambientalmente responsáveis e economicamente viáveis.

A dimensão ambiental da sustentabilidade tem sido largamente explorada pelas empresas, a ponto de algumas delas construírem sua imagem junto ao mercado a partir desta abordagem. Empresas como a brasileira Natura e a americana BodyShop são emblemáticas neste aspecto.

A dimensão social da sustentabilidade, normalmente tratada no meio empresarial sob o tema “responsabilidade social” é ainda algo recente, fruto em boa parte de pressões advindas de uma sociedade cada vez mais bem informada a respeito dos seus direitos, bem como de exigências governamentais.

Em países em desenvolvimento como o Brasil, a atuação de ONGs é cada vez mais forte, em diversas áreas de interesse: educação ambiental, educação para o consumo, fiscalização das ações empresariais, geração de trabalho e renda em comunidades, cultura local, dentre outras. É relevante, por exemplo, o trabalho desenvolvido por instituições como o Instituto Akatu (AKATU, 2007), voltado ao consumo sustentável, e Ethos (ETHOS, 2007), que incentiva empresas a adotarem novos parâmetros de responsabilidade sócio-ambiental. Com isso, possibilita-se a busca por certificações sociais, sendo a SA8000 (*Social Accountability*), ISO 21000 e OSHAS as mais conhecidas.

Há também iniciativas voltadas a atender de forma sustentável as necessidades da maior parte da população mundial pobre, que ainda são excluídas do consumo, como os Projetos *Base of the Pyramid* e *Design4Billions* (UNEP, 2007).

Todas as iniciativas anteriormente citadas apontam para uma nova forma de se fazer negócios. As mudanças citadas podem favorecer a implementação e oferta de PSS por parte de várias empresas na medida em que, havendo uma maior exigência dos consumidores e governos por produtos e serviços mais responsáveis, cria-se a demanda por este tipo de negócio.

2.3. Contexto filosófico da dissertação: As correntes de pensamento sócio-ambientalista e o *Design* sustentável

2.3.1. *Desenvolvimento x crescimento*

Embora desenvolvimento e crescimento econômico sejam conceitos diferentes, a abordagem econômica ortodoxa considera que só é possível o desenvolvimento se um país crescer economicamente por meio da produção de bens físicos. Desta forma, enquanto alguns especialistas defendem que só é possível a saúde ambiental do planeta com crescimento econômico nulo, outros consideram a possibilidade de conciliação entre crescimento econômico e meio ambiente.

Pearce (1993) apresenta quatro principais posturas ideológicas tendo como referência a dimensão ambiental, e que vão de um extremo tecnocentrismo (foco no desenvolvimento tecnológico como solução para os problemas sociais e ambientais) a outro igualmente radical ecocentrismo (foco no meio ambiente em detrimento do desenvolvimento tecnológico). São elas: cornucopianismo, adaptativismo, comunalismo e ecologia profunda.

Há também aqueles que consideram que não há mais como inverter os problemas ambientais e sociais causados pela ação humana (fatalistas), que não serão considerados neste trabalho.

2.3.2. *Cornucopianismo*

A descrença nos argumentos ecológicos sobre os limites do planeta em suportar a pressão das atividades humanas e a defesa do crescimento econômico e do livre mercado são as bases da postura cornucopiana, suportada de forma teórica por economistas tradicionais e financeiramente por vários grupos industriais antiambientalistas (GALLARD, 2006, p. 33). Com base nesta postura, o *Design* seria uma ferramenta voltada a agregar valor a produtos e serviços, sem que necessariamente se considere a dimensão sustentável da sua atuação.

Como o cornucopianismo valoriza os direitos e interesses dos indivíduos contemporâneos, dentre eles o de consumir indefinidamente, em detrimento da natureza, vista aqui como fonte ilimitada de recursos e com valor apenas instrumental, é compreensível que o *Design* esteja presente como uma ferramenta voltada a estimular esse consumo sem grandes preocupações ecológicas. Afinal, segundo esta postura, o

livre mercado e a tecnologia podem resolver qualquer problema ambiental que venha a ocorrer.

Esse é o tipo de pensamento ainda preponderante no sistema capitalista atual, e que, segundo os adeptos da ecologia comunalista, tem levado às grandes desigualdades sociais e desequilíbrios ambientais. O nível de sustentabilidade é, portanto, quase nulo, segundo Pearce (1993) citado por Van Bellen (2005).

2.3.3. *Adaptativismo ou ambientalismo*

Há também posturas que consideram a possibilidade da sustentabilidade dentro do sistema capitalista, e que inclusive abrangem boa parte da população e das empresas. Estes, embora se preocupem com os problemas ambientais, não estão decididos a abrir mão do modo de vida predominante atualmente, no qual o conforto e o bem estar gerados pelo consumo têm papel central. São os chamados ambientalistas ou adaptativos.

Esta é a postura ligada ao conceito de **desenvolvimento sustentável**, para o qual é possível o crescimento econômico de forma equilibrada, e o bem-estar social baseado em maiores níveis de emprego e renda. Para tanto se defende, conforme Sachs (2004), a adoção de estratégias diferenciadas para países desenvolvidos (com mudança nos padrões de consumo e estilos de vida) e em desenvolvimento (com estratégias de desenvolvimento endógenas e inclusivas).

Conforme Pearce (1993), a postura adaptativa/ambientalista baseia-se em quatro premissas:

- Defesa do conservacionismo dos recursos, embora estes tenham valor principalmente instrumental;
- Economia e mercado verdes, controlados por incentivos econômicos;
- Modificação do crescimento econômico com alguma mudança de escala;
- Equidade intra e intergeracional (pobres contemporâneos e gerações futuras).

Neste caso, o *Design* tem como papel principal idealizar produtos e serviços que utilizem os recursos de forma mais eficiente, mas também novos sistemas de serviços que reflitam mudanças nos hábitos e costumes das pessoas. O *Design* sustentável é uma

proposta de atuação compatível com esta postura, no qual objetiva-se atender as necessidades dos consumidores de forma menos impactante.

No entanto, não se busca, na postura adaptativa, abrir mão do sistema econômico capitalista, mas apenas uma intervenção reguladora em sua forma de liberalismo econômico, bem como novas formas de industrialização, comercialização e consumo.

Embora Pearce (1993) considere a postura adaptativa/ambientalista como tendo um fraco potencial de sustentabilidade por não abrir mão do sistema capitalista de acumulação de riqueza, outros autores consideram que é possível haver um elevado nível de sustentabilidade ambiental, social e econômica neste sistema econômico. Manzini e Vezzoli (2002, p. 61), por exemplo, ressaltam a possibilidade de uma sociedade sustentável baseada na convivência de diferentes formas econômicas, desde a produção em grande escala até a de escala local, além da autoprodução e do escambo.

Também alinhado com este pensamento, Hawken e Lovins (1999) defendem a idéia de **capitalismo natural**, baseado em quatro premissas principais: 1) aumento da produtividade e do desempenho da organização; 2) alinhamento com os sistemas naturais, utilizando modelos biológicos com zero de desperdício; 3) mudança de uma economia baseada na posse de bens para outra com base em serviços, desmaterializando o consumo; 4) grandes investimentos em capital natural (água, solo, energia), base da prosperidade futura.

2.3.4. Comunalistas: ecomarxistas, ecofeministas e ecologistas sociais

A constatação da impossibilidade de uma sustentabilidade real no sistema capitalista e globalizante só se faz presente a partir da postura comunalista, que abrange pelo menos três grandes correntes: os ecomarxistas, politicamente orientados pela luta contra a diferença de classes, os ecologistas sociais, defendendo estilos de vida exemplares e democráticos, e os ecofeministas, com sua postura anti-androcêntrica e libertária das minorias. Para todos eles, o interesse coletivo está acima do individual, o que implica na valorização de produtos e serviços que considerem esta postura.

O conceito de economia ecológica com base nos fluxos energéticos do planeta, também está associado a esta postura, com a defesa do crescimento zero (FOLADORI, 2001), uma idéia conceitualmente incompatível com o sistema capitalista, que tem no crescimento econômico sua bandeira principal. Comparada às posturas anteriores, esta

postura apresenta um nível de sustentabilidade forte, segundo Pearce (1993), citado por Van Bellen (2005).

2.3.5. *Ecologia profunda*

Finalmente, na ecologia profunda há uma ênfase no valor intrínseco da natureza, baseada numa ética que vai além do humano (bioética). Defende-se, neste caso, uma economia fortemente ecológica e reduzida em escala, altamente regulada quanto à exploração de recursos naturais, e que considera a redução populacional um imperativo. Para Pearce (1993), citado por Van Bellen (2005), o potencial sustentável é muito forte nesta proposta. No entanto, a aplicabilidade das idéias da ecologia profunda é difícil, por implicar em mudanças profundas no modo de vida das sociedades atuais. São conceitos que afetam a noção de bem-estar material, status, individualismo, conforto, dentre outras.

Tanto a postura comunalista quanto a ecologia profunda são amparadas por diversos dados estatísticos sobre o impacto humano no planeta. Um dos estudos mais relevantes atualmente é o relativo à pegada ecológica (*ecological footprint*), segundo o qual seriam necessários cerca de quatro planetas, se todas as populações pobres do mundo passassem a consumir como as dos países desenvolvidos (ECOLOGICAL FOOTPRINT, 2007).

2.3.6. *Discussão*

Analisando as quatro grandes posturas ambientalistas citadas acima (e suas correntes internas), pode-se verificar que as possibilidades de atuação do *Design* para a sustentabilidade não estão restritos a apenas uma delas, e que o fato de haver uma forte relação com o conceito de desenvolvimento sustentável (ligado à postura adaptativa) não exclui possibilidades previstas nas outras correntes. Com exceção da postura cornucopiana, impraticável para qualquer *Designer* minimamente preocupado com as questões de sustentabilidade, há, em qualquer uma das posturas, possibilidades de posicionamento. Mais que isso, e em função até mesmo de posicionamentos ideológicos, pode-se optar por diferentes formas de atuação que não aquelas ligadas apenas à produção em grande escala.

Condizente com a postura comunalista existe a possibilidade de novas abordagens de *Design*, seja como ferramenta para gerar renda para comunidades, cooperativas ou associações (o chamado *Design* social) seja para criar sistemas de

serviços baseados no uso comum, compartilhado. No caso da postura da ecologia profunda, o *Design* assume uma postura ética radical de poupança dos recursos naturais, valorizando a criação apenas de produtos úteis em detrimento daqueles considerados supérfluos. A criação de cenários sustentáveis baseados em novos estilos de vida poderia ser considerada uma das possíveis tarefas do *Designer* nesta postura ambiental (MANZINI, 2006).

É importante notar também que, entre os extremos da economia de grande e de pequena escala, há propostas de convivência entre ambas, com base no conceito de multipolaridade proposto por Manzini e Vezzoli (2002), algo bastante plausível para os chamados países em desenvolvimento. Estes, aliás, já convivem com essa variedade de forma bastante intensa principalmente nos grandes centros urbanos, conforme Santos (2003). Este autor assinala a divisão da economia urbana em dois grandes circuitos: superior, representado pelos grandes monopólios e oligopólios, e inferior, relativo aos pequenos negócios de influência local.

Uma vez percebida a variedade de posturas quanto à sustentabilidade, e como o escopo deste trabalho é verificar a sustentabilidade de embalagens movimentadas entre empresas que buscam o crescimento econômico, torna-se útil verificar em qual daquelas posturas o tema se encaixa.

Por um lado, a postura cornucopiana não se mostra adequada, por basear-se claramente em uma atitude econômica antiecológica, contrária à condição de sustentabilidade que se busca. Por outro, a inserção no sistema capitalista de produção e consumo exclui também as abordagens de ecologia profunda e comunalista, que tem como premissa o crescimento nulo. É importante considerar que há, no sistema capitalista, outros modelos econômicos como as ONGs, cooperativas e associações comunitárias, dentre outros, que não são foco deste trabalho.

Desta forma, a postura adaptativa/ambientalista parece ser a mais adequada, e justifica-se ao se comparar os objetivos deste trabalho com as premissas ambientalistas identificadas por Pearce (1993), conforme o item 2.3.3:

- O trabalho proposto busca conservar os recursos naturais pelo seu valor instrumental, diminuir o impacto ambiental pelo uso de embalagens reutilizáveis em vez da produção de novas embalagens a cada ciclo logístico;

- O trabalho busca adequar-se a um mercado que se baseia em produtos ambientalmente corretos (produtos “verdes”) devido a exigências legais (certificação ambiental);
- O trabalho propõe-se a diminuir a quantidade de embalagens produzidas para atender a demanda das empresas, ou seja, propõe alguma mudança de escala. No entanto, não busca diminuir o crescimento econômico das empresas estudadas, pelo contrário, está alinhado com a redução de custos de produção e maximização do lucro;
- O trabalho baseia-se na proposição de que é preciso conservar os recursos para as gerações futuras (eqüidade intra e intergeracional), bem como minimizar a quantidade de lixo gerado, pois isto afeta indiretamente o bem-estar da população, principalmente de baixa renda. Porém, é importante ressaltar que, apesar de, no Brasil, muitos pobres viverem da coleta e venda de resíduos, o projeto apresentado nesta dissertação não afeta esta situação diretamente, pois normalmente as empresas estudadas destinam seus resíduos a empresas especializadas.

As premissas do capitalismo natural também são condizentes com o presente trabalho, que busca considerá-las no estudo de caso apresentado no capítulo 4. No entanto, é importante ressaltar o potencial limitado de sustentabilidade desta postura segundo Pearce (1993), por não implicar em mudanças profundas no modo de produção e consumo da empresa que será estudada.

Tal consideração é importante para não criar uma falsa expectativa quanto à intensidade do nível de sustentabilidade obtido ao final deste trabalho. Isto não o desmerece quanto à importância, apenas o situa em uma dimensão o mais honesta possível de observação e julgamento quanto aos resultados obtidos.

A partir da postura adaptativa, a sustentabilidade será discutida a seguir, considerando duas grandes dimensões relacionadas ao *Design*: a da produção industrial e a do consumo.

2.4. Sustentabilidade na produção e consumo de bens e serviços

Na dimensão da produção industrial, será discutido a seguir o papel da ciência chamada Ecologia Industrial e suas abordagens principais: sistemas *end-of-pipe*,

sistemas de Prevenção da Poluição e Produção Mais Limpa (*cleaner production*). Quanto ao consumo, será discutido o papel do *Design* como elemento de mudança de comportamento e de estímulo a novos estilos de vida mais sustentáveis.

2.4.1. Produção sustentável

2.4.1.1. Ecologia industrial: definição e objetivos

Segundo Giannetti e Almeida (2006), “a Ecologia Industrial é uma ciência (...) parte da premissa de que é possível reorganizar os fluxos de matéria e energia que circulam pelo sistema industrial, de modo a torná-lo um circuito quase que inteiramente fechado e compatível com a vida do planeta”. Portanto, o foco é principalmente na produção (produtos e processos), ou seja, a Ecologia Industrial não trabalha com questões de mudança de comportamento quanto ao consumo, mas busca otimizar o uso da matéria-prima e energia (entradas) minimizando o desperdício e os impactos decorrentes dos resíduos e materiais tóxicos (saídas).

A partir de Giannetti e Almeida (2006), podem-se elencar as seguintes possíveis contribuições da ecologia industrial para o tema deste trabalho, que é a sustentabilidade em embalagens:

- Redução de custos e obtenção de novos ganhos a partir da transformação de resíduos em novos produtos;
- Conquista de novos mercados pela substituição de bens e serviços;
- Comercialização de novas tecnologias, materiais e processos;
- Prestação de serviços de suporte para mudanças organizacionais, técnicas e informacionais necessárias a uma economia baseada na Ecologia Industrial;
- Integração de tecnologias e métodos que resultem na criação de novos sistemas;
- Consultoria, treinamento e serviços de informação voltados à transição para um padrão mais competitivo e sustentável.

2.4.1.2. Sistemas fim-de-tubo (*end-of-pipe*) e de Prevenção da Poluição (PP ou P2)

As abordagens tradicionais de Ecologia Industrial são os sistemas fim-de-tubo (*end-of-pipe*) e os sistemas de Prevenção da Poluição (PP ou P2). No primeiro caso, a

atenção reside no tratamento dos resíduos e efluentes gerados pela indústria. Esses sistemas não agregam valor ao produto, portanto, tornam-se fator de custo, além da redução no impacto ambiental ser muitas vezes mínima, funcionando muito mais como transferência dos resíduos de um meio para outro. Sendo considerada basicamente uma postura reativa, a abordagem *end-of-pipe* apresenta muito poucas possibilidades para o desenvolvimento de embalagens mais sustentáveis, por focar-se apenas no final do processo.

No caso dos sistemas PP, busca-se a redução ou eliminação de materiais tóxicos, seja pela substituição de materiais, por mudanças no produto ou por melhorias nos equipamentos produtivos. A reciclagem é outro aspecto importante, junto com novas técnicas para se implantar programas preventivos de poluição. Por estes aspectos, os sistemas PP apresentam alternativas mais atraentes para a sustentabilidade de embalagens.

No entanto, segundo Giannetti e Almeida (2006), os sistemas PP têm caráter mais normativo, e não levam em conta questões financeiras. Neste aspecto, o binômio ambiental-econômico é mais considerado por outra abordagem: a ecoeficiência (GIANETTI; ALMEIDA, 2006).

2.4.1.3. Produção Mais Limpa (*cleaner production*)

O objetivo de indústrias eco-eficientes é “fazer mais com menos”. Isso implica em produzir maior quantidade de produtos e serviços com menos energia e matéria-prima, gerando menos resíduos e poluição. Desta forma, a ecoeficiência está mais ligada ao uso eficiente das reservas naturais. A postura eco-eficiente resulta em uma estratégia contínua e integrada, chamada de Produção Mais Limpa (*cleaner production*) (GIANETTI; ALMEIDA, 2006).

A Produção Mais Limpa abrange, além das questões ambientais na produção, a preocupação econômica. Desta forma, a melhoria da lucratividade e da competitividade está intimamente ligada à questão da eficiência. A antecipação e prevenção de impactos fazem parte desta abordagem, trabalhando, portanto, de forma pró-ativa. Para isso, a Produção Mais Limpa dispõe de algumas ferramentas, dentre elas:

- Análise do Ciclo de vida: permite a avaliação quantitativa das entradas e saídas do sistema, e a detecção de pontos críticos antes, durante e depois

da produção de um produto ou serviço. Pode ser feita com o uso de ferramentas informatizadas (ex.: Simapro, Umberto);

- Indicadores ambientais: permitem a medição quantitativa de eficiência de processos. São usados, por exemplo, para alimentar as ACVs com dados mais confiáveis (ex.: Ecoindicator);
- Rótulos ambientais: selos fornecidos por entidades credenciadas, atestando a qualidade ambiental dos produtos (ex.: FSC);
- PMA - Projeto para o meio ambiente (DfE – Design for Environment): projeto de produtos considerando requisitos ambientais desde a concepção, também conhecido como *ecodesign*.

A partir da lista acima, pode-se perceber que, na visão da engenharia, o *Design* é considerado como apenas uma das várias ferramentas da Produção Mais Limpa para evitar e reduzir impactos ambientais. No entanto, o *Design* apresenta um potencial de atuação para a sustentabilidade que vai além da configuração de produtos industriais ambientalmente mais limpos, podendo também ter papel ativo no planejamento de sistemas produtivos, processos e serviços, e mesmo na mudança de comportamento quanto ao consumo.

A UNEP é atualmente o órgão que atua de forma mais incisiva na dimensão da produção sustentável, com várias iniciativas. Possui áreas de estudo em produção limpa, *ecodesign* e sistemas produto-serviço, e também um programa específico voltado à análise do ciclo de vida.

2.4.2. Consumo sustentável

Segundo a Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU (1995), entende-se como consumo sustentável “o uso de bens e serviços que respondem às necessidades básicas e melhoram a qualidade de vida, enquanto minimiza o uso de recursos naturais, materiais tóxicos e contaminantes em todo o ciclo de vida, de modo que não comprometa as necessidades das gerações futuras”.

Desta forma, o conceito de consumo sustentável está intimamente relacionado ao de desenvolvimento sustentável já desde a Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro em 1992, a ECO'92. Deste evento, resultou a Carta da Terra, que em seu princípio 8, diz: “Para

alcançar um desenvolvimento sustentável e uma melhor qualidade de vida para todos, os estados devem reduzir e eliminar os padrões insustentáveis de produção e consumo e promover políticas demográficas apropriadas”.

Evidencia-se, na proposição feita durante a ECO’92, a importância do *Design*, especialmente como elemento de redução e eliminação de padrões insustentáveis de produção, pois o *Design* é a atividade responsável pela criação e especificação de produtos e serviços. Além disso, o *Design* também pode favorecer o consumo sustentável, pois também trabalha ligado à comunicação e ao *marketing*, especialmente o *Design* gráfico.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) possuem também um projeto chamado Jovens Rumo à mudança (PNUMA, 2007), voltado a educar os jovens para novas formas de consumo compatíveis com estilos de vida mais sustentáveis.

2.4.3. *Discussão*

Como visto na seção anterior, o *Design* pode atuar para a sustentabilidade estando vinculado ao conceito de desenvolvimento sustentável, e a partir de duas grandes dimensões de atuação: a produção sustentável e o consumo sustentável. No âmbito da produção, o *Design* pode criar produtos e serviços mais ambientalmente eficientes, economicamente viáveis e socialmente responsáveis, possibilitando até mesmo a própria eliminação da necessidade de produção de bens materiais.

No âmbito do consumo, pode influenciar comportamentos mais responsáveis ambiental, econômica e socialmente, e estimular novos estilos de vida. Desta forma, Manzini e Vezzoli (2002) propõem quatro grandes níveis de atuação para o *Design*, que serão vistos a seguir.

2.5. **Abordagens para o *Design* sustentável**

2.5.1. *Níveis de atuação do Design para a sustentabilidade*

Segundo Manzini e Vezzoli (2002), o *Design* pode atuar para a sustentabilidade em quatro níveis principais: 1) *reDesign* ambiental de produtos existentes; 2) projeto de novos produtos e serviços que substituam os atuais; 3) projeto de novos produtos-serviços intrinsecamente sustentáveis; 4) novos cenários que correspondam aos estilos de vida sustentável (ver figura 2-2).

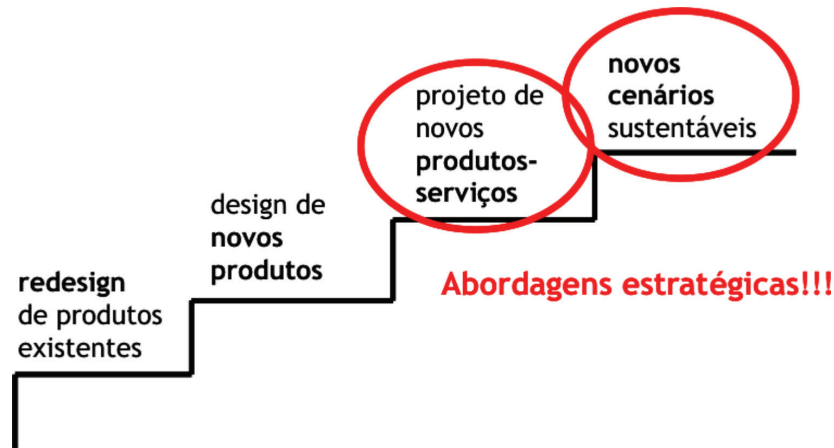


Figura 2-2. Os quatro níveis de atuação do *Design* para a sustentabilidade
Fonte: Elaborado com base em Manzini e Vezzoli (2002)

A maior parte do *Design* feito hoje consiste no *reDesign* de produtos, buscando aprimorá-los para gerar maior competitividade e diferenciação quanto aos concorrentes. Mas o *reDesign* também pode ser feito buscando melhorar sua eficiência no consumo de matéria-prima e energia, e facilitar a reciclagem e reuso dos componentes.

Nesta abordagem não há a exigência de mudanças reais nos estilos de vida e consumo, mas a sensibilização do usuário para a escolha de produtos mais ambientalmente responsáveis, conforme Manzini e Vezzoli (2002). Este é o primeiro nível de atuação do *Design* para a sustentabilidade, e que apresenta grande potencial de atuação imediata.

O projeto de novos produtos e serviços que substituam os atuais, por sua vez, implica em reestruturação técnico-produtiva, o que pode gerar ganhos sócio-ambientais mais significativos do que aqueles com foco apenas em produtos. Esta possibilidade de atuação exige que haja aceitação social e reconhecimento quanto à validade das novas propostas.

Os novos produtos-serviços podem tornar-se intrinsecamente sustentáveis caso consigam superar a inércia cultural/comportamental dos consumidores, mas devem ser considerados pelas empresas que os fornecem de forma estratégica em seus negócios. Manzini e Vezzoli (2002) apontam que é somente a partir desta possibilidade que pode haver soluções realmente coerentes com a perspectiva de sustentabilidade e, portanto, um “*Design sustentável*”.

A proposição de novos cenários sustentáveis, por sua vez, implica na promoção de novos critérios de qualidade no plano cultural, e visa a modificar o modo como são buscados os resultados tanto por parte das empresas dos consumidores. Neste caso, o papel do *Designer* é importante, mas há dependência de outras esferas de decisão, sejam elas políticas, empresariais ou mesmo da sociedade organizada (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

A partir das formas de intervenção sugeridas anteriormente, serão discutidas a seguir duas abordagens para o *Design* sustentável: uma com foco nos produtos e outra com foco nos sistemas produto-serviço.

2.5.2. *Foco no produto: o Ecodesign*

A ênfase em produtos constitui a primeira e mais próxima forma de abordagem dos problemas ambientais decorrentes da produção industrial por parte do *Design*. Lewis e Gertsakis (2001) apontam que o *Design* para o meio-ambiente (DfE), acompanhado do uso responsável da Análise do Ciclo de vida, compõem uma das mais poderosas ferramentas para o desenvolvimento de produtos sustentáveis.

Segundo Lewis e Gertsakis, é no processo de planejamento que há maior potencial de ação para a redução de impacto ambiental, tanto na geração de resíduos e emissões, quanto no consumo de matérias-primas, de energia e água.

2.5.2.1. *O Design para o ciclo de vida (life cycle Design)*

De forma geral, o *ecodesign* de produtos utiliza uma abordagem sistêmica que pode ser conduzida por meio de uma estratégia chamada *life cycle Design* (MANZINI; VEZZOLI, 2002), ou *Design* do ciclo de vida, que considera cinco grandes etapas: pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte.

Para cada uma destas etapas, é possível a aplicação de estratégias específicas de redução de impacto, sendo a maioria delas aplicável a mais de uma etapa (Figura 2-3): minimização de recursos, escolha de recursos de baixo impacto, extensão da vida dos materiais, otimização da vida dos materiais e facilidade de desmontagem.



Figura 2-3. Fases do ciclo de vida e estratégias de minimização de impactos ambientais
Fonte: Manzini e Vezzoli (2002)

O processo de *Design* que considera os impactos ambientais não é algo totalmente novo, mas uma variação dos processos de *Design* atualmente utilizados, e que tem o ciclo de vida do produto como eixo condutor do processo de desenvolvimento. Este processo varia conforme a metodologia usada.

A seguir serão apresentadas duas metodologias em *ecodesign*, desenvolvidas por duas instituições de pesquisa e ensino, sendo uma da Austrália e outra da Holanda, e que apresentam estruturas distintas. Estas metodologias foram escolhidas pela facilidade de acesso aos dados (disponíveis online), e pelos resultados práticos já obtidos na aplicação das mesmas.

EcoReDesign Programme (CfD/RMIT)

O EcoReDesign Programme do National Centre for *Design* - Royal Melbourne Institute of Technology (CfD/RMIT) considera cinco etapas principais, que serão descritas a seguir.

A etapa 01 (avaliação dos impactos ambientais) consiste no uso da análise do ciclo de vida de um ou mais produtos de determinada empresa, e é feita de forma quantitativa, tanto com uso de matrizes quanto de *softwares*.

A etapa 02 (pesquisa do mercado) busca identificar a posição do produto no mercado, seus concorrentes e pressões internas e externas em geral, e resulta em um documento (análise geral do produto).

Na etapa 03 (*workshop* de idéias) são buscadas e avaliadas novas soluções de melhoria ambiental para o produto, e a presença de outros especialistas e de um facilitador é essencial.

Na etapa 04 (seleção de estratégias de *Design*) são escolhidas as melhores estratégias a partir dos resultados da análise ambiental, análise geral do produto e resultados do *workshop* de idéias.

Na etapa 05 (desenvolvimento do produto) é feita a adaptação dos conceitos, detalhamento, prototipagem, testes e finalizado o produto.

Metodologia D4S (Delft/ONU)

No caso da metodologia D4S da Delft University of Technology, propõe-se trabalhar com três grandes fases: 1) análise das necessidades; 2) *reDesign*; 3) benchmarking.

A fase 01 (análise das necessidades) busca coletar e analisar dados econômicos em nível macro (nacional), meso (setorial) e micro (empresa) que sejam relevantes para o projeto, além de mapear como acontece o processo de inovação local e quem o promove. Com isto, define-se um Plano de Ação para o projeto a ser desenvolvido. A análise de necessidades envolve o uso de oito formulários (*worksheets*).

A fase 02 (*reDesign*) abrange a formação da equipe de *Design*, avaliação dos interesses e ganhos para a empresa, escolha do produto e seus drivers de sustentabilidade, avaliação do impacto, desenvolvimento da estratégia e *briefing*, geração e seleção de idéias, desenvolvimento e avaliação de conceitos e implementação.

A fase 03 (*benchmarking*) busca estabelecer comparações entre produtos a partir de critérios ambientais, e envolve dez etapas que podem ser realizadas por meio de dez *worksheets* ou de uma *worksheet* simplificada.

A metodologia D4S apresenta pelo menos duas características particularmente interessantes: considera de forma mais estruturada questões de sustentabilidade social (*drivers*), e propõe uma abordagem adequada a pequenas e médias empresas de países em desenvolvimento.

2.5.3. Foco no sistema: PSS – Sistemas Produto-Serviço

O desenvolvimento de projetos de *Design* com caráter sistêmico pode ser feito tanto pelo projeto de produtos voltados ao sistema quanto pelo planejamento de sistemas de serviços sem que haja necessariamente um produto.

Dentre as estratégias possíveis para o desenvolvimento sustentável, os serviços ocupam lugar de destaque devido ao foco na desmaterialização do consumo, conforme Manzini (2002). Essa mudança se baseia na transição do bem-estar pela posse de produtos para o bem-estar pelo acesso a benefícios gerados por serviços, com deslocamento da propriedade do produto do consumidor para o produtor.

Entre os exemplos de PSS, tem-se o aluguel e *leasing* de equipamento, atividades de cuidado doméstico terceirizadas, serviços pós-venda, uso coletivo e contratos orientados a resultados. Essas tipologias são descritas e detalhadas por Heiskanen e Jalas (2000) e Hirschl *et al* (2000), citado por Jelsma e Knot (2002).

2.5.3.1. O conceito de PSS

O caráter inovador e de mudança de foco nos negócios se verifica na seguinte definição:

Um sistema produto-serviço pode ser definido como o resultado de uma inovação estratégica, mudando o foco do *Design* e venda de produtos físicos unicamente, para a venda de um sistema de produtos e serviços que são conjuntamente capazes de atender demandas específicas dos clientes (UNEP, 2002).

Para Jelsma e Knot (2002), o conceito de sistema de serviço refere-se a um conjunto inter-relacionado de produtos e serviços, bem como as necessárias organizações, redes e infra-estrutura física, reguladora e institucional que juntas permitem ao usuário ter sua necessidade atendida. A esta definição, Brezet *et al* (2002) acrescentam a dimensão ambiental, afirmando que “serviços eco-eficientes são sistemas de produtos e serviços que são desenvolvidos para causar um mínimo impacto ambiental com o máximo de valor agregado”.

A maioria dos projetos relacionados à abordagem de PSS foram ou são financiados pela União Européia, entre eles:

- HiCS, voltado ao desenvolvimento de PSS ou outras soluções em serviços para a indústria (MANZINI; COLLINA; EVANS, 2005);
- Sustainable Home Services, voltado à análise de circunstâncias em que os PSS podem ser aplicados (HALME; JASCH; SCHARP, 2004);
- Lean Services - Lean Services for Industrial and Services Competitiveness, voltado para o desenvolvimento da competitividade industrial e de serviços, coordenado pela CEFORALP, França (SusProNet, 2003);
- ISPCOM -*Integrated and Standardised Pylon Concept for 3rd Generation Mobile Communication*, voltado à comunicação móvel, coordenado pela SteelCon, Dinamarca (SusProNet, 2003);
- ASP-NET – *Application Service Providers Network*, cujo objetivo é a transformação de software de produto para PSS em telecomunicações, coordenado pela Archimedia S.A., Grécia (SusProNet, 2003);
- Brainfridge – The intelligent commercial refrigerator of the future, voltado ao desenvolvimento de refrigeradores comerciais que agregam funções de serviços, coordenado pela SOLINET, Alemanha (SusProNet, 2003).

2.5.3.2. Tipos de sistema produto-serviço (PSS)

Os PSS podem trazer benefícios para os usuários basicamente de três formas: gerando valor agregado para o ciclo de vida do produto, resultados finais ou plataformas de acesso para os consumidores (UNEP, 2004). Essas abordagens podem ser exemplificadas no Quadro 2-2.

Quadro 2-1. As três diferentes abordagens de PSS em comparação com produtos tradicionais de algumas indústrias

Indústria	Produto tradicional	Serviço agregando valor ao produto para o consumidor	Serviço gerando resultados finais para o consumidor	Serviço gerando plataformas de acesso para o próprio consumidor atender suas necessidades
Fabricante de caminhões	Caminhões	financiamento, serviços	“nós vendemos caminhões e serviços”	“nós podemos ajudar a reduzir seus custos de transporte ao longo do ciclo de vida”
Fabricante de	Carros	Financiamento,	“nós vendemos	“nós vendemos

automóveis		manutenção, reparo, revenda	carros e serviços”	mobilidade e informação móvel”
Indústria farmacêutica	Medicamentos	Suporte de produto, informações (eficácia, interação com o medicamento)	“nós vendemos medicamentos”	“nós podemos ajudá-lo a gerenciar melhor sua base de pacientes”
Telecomunicações	Telefones	pagamento	“nós atendemos múltiplas necessidades (ex.: voz, dados)”	“nós podemos ser seu ponto único de conexão com o mundo”

Fonte: adaptado de ProSecCo (ITIA, 2005)

Conforme o Centre for Sustainable *Design* (CFSD, 2006), a maioria dos PSS pode ser enquadrada em mais de um tipo de classificação. A seguir, os três tipos de PSS serão descritos, exemplificados e analisados.

Serviço orientado ao ciclo de vida do produto

Definição

Conforme o UNEP (2002), nesta abordagem a empresa fornece serviços adicionais que garantem funcionalidade e durabilidade ao produto que é vendido ao consumidor. Estes serviços podem abranger manutenção, reparo, atualização e substituição do produto após um período de uso. Ao final do contrato o produto retorna à empresa, que é responsável pelo seu fim de vida.

Exemplo de Aplicação: Allegrini Casa Quick

O PSS adotado pela Allegrini é particularmente relevante para este estudo, pois a embalagem é etapa fundamental no serviço. Esta empresa italiana é fabricante de produtos de limpeza desde a década de 60, e tem como meta fabricar produtos que impactem ao mínimo o ambiente.

Em 1998, a empresa desenvolveu um serviço de venda de produtos a domicílio, por meio de furgões de pequeno porte (Figura 2-4). Os clientes levam seus recipientes (Figura 2-5) que são apenas recarregados com os produtos pelo funcionário da empresa, num sistema semelhante às atuais recargas de cartuchos de impressora, bastante populares no Brasil. Além da recarga, os clientes recebem informações sobre como utilizar melhor o produto, evitando a geração desnecessária e a destinação inadequada de resíduos.



Figura 2-4. Furgão de recarga de produtos de limpeza da Allegrini
Fonte: UNEP (2002)



Figura 2-5. Estojo de embalagens retornáveis para produtos de limpeza Allegrini
Fonte: UNEP (2002)

Durante seu primeiro ano de atividade, a efetividade do serviço foi confirmada graças ao suporte disponibilizado. Com isto, atualmente a empresa atinge cerca de 25% do potencial público para este serviço. São entregues sete diferentes tipos de produtos, em quatro municipalidades da região da Lombardia, cada uma com aproximadamente três mil habitantes (UNEP, 2004).

Conforme o UNEP (2004), entre as principais vantagens ambientais estão: redução no consumo de material virgem usado na produção de embalagens, otimização no processo produtivo dos produtos de limpeza, e redução na emissão de resíduos provenientes de embalagens usadas. A reciclagem das embalagens usadas também apresentava problemas, devido aos resíduos de detergentes que ficavam nelas. Outro problema era o descarte incorreto das embalagens, com possível dispersão residual dos componentes.

Com relação aos ganhos econômicos para o produtor (Allegrini), há o fato de não só conquistar consumidores, mas também de mantê-los ao longo do tempo. A entrega a domicílio inibe a busca dos consumidores por produtos concorrentes. A redução dos gastos com embalagens favorece a redução no preço dos produtos, e a extensão da vida das embalagens adia os investimentos com novos produtos. O valor agregado é ampliado também pela maior comodidade para os consumidores, e pela redução de lixo doméstico. Há o ganho de vantagem competitiva pela diversificação de serviços, com abertura de novos nichos de mercado pela companhia.

Por último, são reduzidos os custos com a disposição final dos resíduos, pagos tanto pela empresa quanto pelos consumidores (UNEP, 2004). No entanto, é importante ressaltar que o transporte, etapa que geralmente apresenta maior impacto ambiental neste tipo de serviço, foi planejado em função de rotas pré-definidas, otimizando o uso dos veículos e, portanto, minimizando o consumo de combustível e emissões tóxicas.

Neste exemplo, a embalagem insere-se num contexto de produtos que apresentam o ciclo produtor-consumidor final (B2C), e não de produtos movimentados entre empresas (produtor-produtor, ou B2B). Apesar disso, podem-se extrair algumas diretrizes para o estudo de caso a ser realizado neste trabalho, dentre elas:

- Estender o ciclo de vida da embalagem usada pelo cliente;
- Prever serviços (entrega do produto, troca, manutenção) próximos ao cliente, dando-lhe maior comodidade e conforto;
- Minimizar a geração de resíduos provenientes das embalagens para o cliente;
- Reduzir o uso de material virgem necessário para a produção de novas embalagens;
- Retirar do cliente a responsabilidade pela destinação dos resíduos de embalagens;
- Favorecer a redução nos custos dos produtos para o cliente, devido ao menor investimento com embalagens;
- Favorecer a redução nos custos com destinação final de resíduos para o cliente, devido ao menor investimento com embalagens;
- Favorecer a geração de vantagem competitiva para o produtor, pela criação e/ou exploração de nichos de mercado.

Serviço orientado a resultados finais para o consumidor

Definição

Nesta estratégia, a empresa oferece um mix personalizado de serviços que permitem ao usuário ter sua necessidade atendida sem que tenha que adquirir ou assumir a responsabilidade por produtos. A empresa mantém a posse do produto e o

consumidor paga apenas pelo serviço recebido, ficando livre de problemas e custos relativos à compra, uso e manutenção de equipamentos e produtos.

Exemplo de Aplicação: painel solar AMG

A AMG é uma empresa da cidade de Palermo, Itália, que fornece gás e serviços de iluminação, e que busca pesquisar, desenvolver e aplicar formas de geração de energia ambientalmente menos impactantes, especialmente energias renováveis. Desta forma, desenvolveu e oferece um serviço de venda de aquecimento de água por meio de um sistema que combina painéis de energia solar, energia elétrica e gás metano (Figura 2-6 e 2-7).



Figura 2-6. Painéis de aquecimento solar AMG instalados no teto de uma residência

Fonte: UNEP (2002)



Figura 2-7. Piscina aquecida com os painéis solares AMG

Fonte: UNEP (2002)

Neste sistema, a AMG oferece um contrato de garantia de um nível pré-determinado de eficiência, que é possível devido ao controle em tempo real do funcionamento do equipamento desenvolvido pela empresa. O cliente não se envolve no funcionamento e controle do sistema, apenas paga pelo serviço de água quente recebido. A eficiência do sistema foi um dos motivos para que o Ministério do Meio-Ambiente da Itália iniciasse um programa de incentivo econômico a empresas com iniciativas similares.

Serviço gerando plataformas de acesso para o consumidor

Definição

Nesta abordagem há um envolvimento do consumidor no atendimento das próprias necessidades. A empresa oferece acesso a produtos, ferramentas,

oportunidades ou capacidades que permitem ao cliente obter os resultados que deseja. O cliente não adquire o produto, apenas paga pelo uso (único ou contínuo) do produto que recebe da empresa.

Leasing, pool ou *sharing* (uso compartilhado) são algumas das formas mais comuns, e atualmente utilizadas para ferramentas, máquinas de lavar, carros e computadores, dentre outros.

Exemplos de Aplicação: GreenStar solar e-commerce e community centre

A Greenstar é uma empresa americana formada por especialistas de áreas diversas (comunicação, tecnologia, mídia, etc.) que busca desenvolver soluções de energia e comunicação para comunidades em áreas rurais isoladas.

Com isto, a empresa desenvolveu um produto chamado Greenstar's Community Center, que é um módulo multiuso alimentado por painéis de energia solar, conexão *wireless* e internet por satélite ou telefone celular.



Figura 2-8. Possibilidades de uso do módulo alimentado por energia solar
Fonte: UNEP (2002)



Figura 2-9. Módulo Greenstar instalado em região rural
Fonte: UNEP (2002)

Esta estrutura permite várias aplicações, como comércio eletrônico de produtos materiais (frutas, verduras, artesanato, tapeçaria, etc.) e imateriais (produtos culturais), educação à distância, atendimento de saúde, armazenamento de vacinas e outros (Figura 2-8 e 2-9). No caso das transações eletrônicas, A Greenstar recebe uma porcentagem para gerenciar e garantir a segurança do sistema.

A empresa é proprietária do produto, e fornece aos clientes por meio de contrato. Alguns módulos já estão em operação na Jamaica, Índia e Gana, e a empresa planeja lançar o produto no Brasil, Tibete e outros países em desenvolvimento.

2.5.3.3. As barreiras e vantagens para a implementação de sistemas PSS

A implantação dos PSS implica o envolvimento de todos os atores sociais: o governo e as empresas (UNEP, 2001). Dentre as atribuições básicas do governo para a implantação dos PSS, está manter a economia forte e o desenvolvimento saudável para a sociedade. No caso das empresas, o foco reside em desenvolver modos sustentáveis de estimular o crescimento e a competitividade. Aos cidadãos cabe tomar decisões de compra responsáveis e melhorar sua qualidade de vida sem afetar o ambiente.

Em função do envolvimento de todos os atores sociais, há dificuldades e vantagens de implementação, conforme descritas a seguir:

Para a sociedade: barreiras

- Necessidade de mudança cultural, a fim de que os consumidores prefiram serviços a produtos;
- Promoção de estilos de vida pela mídia, baseados na acumulação, consumo, status, luxo, competição;
- Carência de informação clara por parte dos consumidores para decidir sobre os PSS ou não. Análise de ciclo de vida com a classificação de produtos pode ser uma ferramenta útil.

Para a sociedade: vantagens

- Menores custos e problemas associados à compra, ao uso, à manutenção e eventual troca de produtos;
- Aprimoramento da qualidade ambiental.

Para as empresas: barreiras

- Pouca experiência e conhecimento no desenvolvimento de sistemas de serviços ao invés de produtos.
- Mudança na forma de julgamento e mensuração de resultados baseados em dados.

- Necessidade de equipe de serviços experiente.

Para as empresas: vantagens

- Mais oportunidades de inovação e desenvolvimento de mercados;
- Incremento na eficiência de operações;
- Relações mais estáveis, de longo prazo com os consumidores;
- Aprimoramento da identidade corporativa;
- Melhor retorno nas necessidades dos consumidores.

Para o governo: barreiras

- Falta de experiência e conhecimento ligado ao tema;
- Necessidade de revisão de aspectos legislativos.

Para o governo: vantagens

- Menor necessidade de gerenciamento de resíduos vindos do setor doméstico e de manufatura;
- Economia mais sustentável baseada em altos níveis de serviços;
- Incremento em empregos, particularmente no setor de serviços.

Para o ambiente: barreiras

- Os PSS devem ser desenvolvidos caso a caso;
- Pode haver efeito contrário (*rebound effect*) ou resultados abaixo da expectativa. Algumas vezes produtos sustentáveis são mais desejáveis, pois podem consumir menos recursos e energia do que determinados serviços.

Para o ambiente: vantagens

- Estímulo à ecoeficiência;
- Como o produto pode tornar-se um fator gerador de custos para o produtor, há o estímulo na criação de produtos mais duráveis, reparo, concentração dos resíduos com maior controle e processamento se comparado ao nível doméstico;
- A emissão de resíduos é minimizada;

- A economia de escala pode permitir processos mais eficientes e permitir investimentos em tecnologias mais inovadoras.

2.5.3.4. Estratégias de comunicação para superar barreiras aos PSS

Conforme UNEP (2004), algumas estratégias de comunicação podem ser utilizadas para superar barreiras ao se implantar PSS (ver Quadro 2-1).

Quadro 2-2. Estratégias de comunicação para superar barreiras à implementação de PSS

Barreiras percebidas	Comunicação	Outros aspectos do <i>marketing</i>	Outros objetivos
Falta de informação e conhecimento	Campanhas publicitárias, Uso de marcas bem conhecidas, Sites educativos, panfletos, embalagem, comunicação em lojas	Treinamento apropriado dos departamentos de venda e <i>marketing</i>	Suporte a campanhas públicas de conscientização, pesquisas de banco de dados e de opinião
Falta de confiança nas promessas	Validação & Marcas, conexão entre produtos e relatórios	Certificação independente, procedimentos para prevenir práticas de <i>marketing</i> irresponsáveis	Suporte a esquemas de certificação, implementação e relato de uma estratégia de Responsabilidade Corporativa
Não é sexy / na moda	Utilizar modelos, como astros da TV ou cinema, evitar termos muito técnicos	Não projetar apenas para os consumidores leais, buscar patrocínio e endosso	
Hábitos	Use pessoas consideradas modelo, normas e comprometimento	Oferecer testes gratuitos do produto/serviço, usar ferramentas de mudança de comportamento	Dar suporte a retirada do antigo produto do mercado
Falta de qualidade e/ou funcionalidade	Reafirmação das funções básicas	Foco na diferenciação ao invés de apenas nos consumidores leais, certificar outros aspectos da qualidade	Gerenciamento da qualidade
Pouca disponibilidade	Comunicação dentro de lojas	Treinamento apropriado da força de vendas para maximizar a distribuição	Contatar o gerente da loja para facilitar negociações
Muito caro	Mostrar os benefícios econômicos (economia de energia, etc)	Não focar apenas na classe A, oferecer créditos/bônus para compensar o custo extra	Fazer “lobby” para padrões mais rígidos e incentivos financeiros

Fonte: UNEP (2004)

2.5.3.5. Métodos para *Design* de Sistemas Produto-Serviço (PSS)

Na época desta dissertação havia três métodos conhecidos para o *Design* de PSS sendo aplicados e aprimorados, todos apoiados pelo European Commission's Fifth Framework Programme (SusProNet, 2004): MEPSS, Innopse e ProSecCo. Estas iniciativas têm origem no Fifth Framework Programme (1998-2002), tendo como principais funções ajudar a resolver problemas sócio-econômico-ambientais e responder às grandes mudanças sócio-econômicas ocorridas na Europa na virada deste século (CORDIS, 2007).

MEPSS - Methodology for Product-Service Systems

Descrição do método

O MEPSS é um conjunto de ferramentas desenvolvido a partir de um consórcio europeu entre universidades e empresas de consultoria, dentre elas: Dalt, Domus Academy Research Center, Econcept, INSEAD, IÖW, Instituto Politécnico de Milão, Pré Consultants, PricewaterhouseCoopers, Ecobilan, Sheffield Hallam University, SWOKA, Technische Universität Wien (SusProNet, 2004).

Conforme van Halen, Vezzoli e Wimmer (2005), um dos objetivos principais desta metodologia é desenvolver novos produtos serviços alinhados com os objetivos de negócio das empresas, oferecendo alta qualidade de serviço para os consumidores ao mesmo tempo em que minimiza impactos negativos no ambiente.

Desta forma, a aplicação do MEPSS tem como principais resultados esperados: 1) *Design* e implementação de PSS; 2) Avaliação de impactos econômicos em nível micro (empresa), meso (setor) e macro (economia nacional); 3) Avaliação de impactos sociais e ambientais e assuntos relacionados à aceitação, cultura e ética do consumidor.

Estrutura do Método

A estrutura metodológica do MEPSS consiste de cinco fases principais:

- análise estratégica: busca-se compreender o sistema original utilizado pela empresa para atender as necessidades dos clientes;
- exploração de oportunidades: procura-se explorar novos possíveis cenários para o sistema;

- desenvolvimento do conceito de PSS: busca-se descobrir como as oportunidades detectadas na análise e nos cenários podem ser utilizados com sucesso;
- desenvolvimento do PSS escolhido: busca identificar qual o parâmetro de *Design* com maior chance de sucesso, e desenvolvê-lo;
- preparo da implementação: procura-se identificar quais são os instrumentos condutores do processo de implementação e como controlar o comportamento do sistema proposto.

Cada uma destas fases subdivide-se em passos, e estes em processos, que, por sua vez, são apoiados pelo uso de folhas de trabalho (*worksheets*), num total de 23.

Exemplos de resultados de aplicação

O MEPSS é um método ainda em testes, e foi parcialmente aplicado em dois estudos de caso. O primeiro foi conduzido pela GrAT – Center for Appropriate Technology, uma empresa de pesquisa independente de Viena/Suíça, junto à indústria de tintas naturais Auro, que é líder no segmento de tintas naturais. Esta empresa desenvolveu uma tinta natural que utiliza água como solvente em vez de thinner, e, com isso, desejava alterar seu posicionamento de mercado, até então baseado em um nicho de mercado com altos custos de distribuição por meio de pequenas lojas especializadas.

O MEPSS foi utilizado para investigar novos conceitos e possibilidades de negócios, deslocando o foco da simples venda de tintas para a oferta de soluções completas para os clientes, desde que ligadas ao negócio da empresa. Foram aplicadas as três primeiras fases do método (análise estratégica, exploração de oportunidades e desenvolvimento do conceito de PSS), e diversas ferramentas destas fases. Como resultado final, foi proposto um sistema no qual a empresa ofereceria aos clientes um contrato de manutenção de superfícies, com o uso de um cartão de serviços, além da oferta de cursos e serviços de destinação de resíduos de tintas, dentre outras idéias.

O segundo estudo de caso é relativo à EDF, uma empresa francesa de fornecimento de energia, e foi desenvolvido em conjunto pelas empresas Ecobilan (França), Dalt (Bélgica) e pela própria EDF. O objetivo era um novo sistema de serviços que reduzisse os impactos ambientais e fosse economicamente e socialmente aceitável pelos clientes, bem como testar o MEPSS quanto às ferramentas de avaliação e *Design*.

A avaliação simplificada do ciclo de vida (*screening LCA*) e do custo do ciclo de vida (*LCC – life cycle costing*) são as principais ferramentas usadas neste estudo. O principal resultado obtido foi o da mudança de foco do negócio, atualmente voltado à venda de produtos (energia) e serviços orientados a produtos, para um sistema orientado a resultados.

Innopse - Innovation Studio and Exemplary Developments for Product Service Engineering

Descrição

Conforme o SusProNet (2005), a parceria deste projeto inclui: South Westphalia University of Applied Sciences, Technical Educational Institute of Crete, OTREK (Polônia), Oktav (Hungria), ST Microelectronics (Itália), InnospeXion ApS, Bildungswerk der Sächsischen Wirtschaft e.V., University of Leeds, Wrangell-Institut für Umweltgerechte Produktionsautomatisierung GbR. m.b.H., Novar/Trend (Reino Unido), Organisation for the Development of Sitia (OAS; Grécia).

Este método parte da constatação de que o ensino tradicional de engenharia não contempla de forma consistente a questão dos serviços, embora cada vez mais as indústrias estejam se aproximando deste setor (SusProNet, 2004). Ao considerar também o fato de que são as grandes corporações que têm recursos para promover processos sistemáticos de inovação em serviços, os desenvolvedores do Innopse criaram este método a partir da adaptação de estudos de caso de sucesso nestas corporações para aplicação em pequenas e médias empresas (PME's).

Estrutura do Método

Este método dá grande ênfase à questão da inovação na empresa, e consiste de um questionário que contempla diversas questões ligadas à inovação na empresa, comunicação, gestão e transferência do conhecimento.

Exemplos de resultados do Método

Não foram encontrados exemplos de aplicação deste método em projetos reais.

IDProser (Projeto ProSecCo - Product and Service Codesign)

Descrição

O ProSecCo é um projeto europeu parcialmente financiado pelo Competitive and Sustainable Growth (GROWTH) Programme do 5º RTD Framework

Programme. Dentre os parceiros estão centros de pesquisa, departamentos de universidades e empresas da Alemanha, Itália, Suíça e Espanha, como A Universidade de Stuttgart IAT, ICARE, Vodafone, CDN, ITIA-CNR (Milão), SE.I., CCSO, RGB, Bagsnacks, LensLogica, Alpes Lasers, IP01 e Fastcom (ITIA, 2005).

Conforme a ITIA (2005), este projeto tem como objetivo ajudar pequenas e médias empresas a tornarem-se mais competitivas, por meio do aumento da integração e otimização das funções dos produtos destas, ou mesmo da transição destes produtos para serviços.

O ID Proser, uma das ferramentas deste método, é específico para o desenvolvimento de PSS, e tem como objetivos principais a praticidade de aplicação, baixo custo e pouca sofisticação, uma vez que é voltado para empresas de pequeno porte. A abordagem é baseada em um quadro genérico do processo de inovação composto das seguintes fases:

- Impulso interno: o que motiva internamente a empresa a inovar;
- Impulso externo: as motivações externas à empresa para a inovação;
- Negócios, estratégias de inovação e reconhecimento de oportunidades: busca compreender como a empresa pode buscar novas oportunidades de negócios;
- Desenvolvimento de oportunidades: busca aprofundar o estudo das novas oportunidades detectadas anteriormente;
- Desenvolvimento de soluções (relativo à oferta): busca gerar novas idéias para as oportunidades detectadas;
- Desenvolvimento de soluções (focada na organização): busca gerar soluções para preparar a empresa para atender aos novos negócios gerados;
- Exploração no mercado: procura realizar testes/validações das propostas junto aos consumidores e *stakeholders*.

Estrutura do Método

O ID Proser é formado por quatro módulos:

- Módulo de diagnóstico: destinado ao reconhecimento das necessidades da empresa e da situação atual quanto aos produtos e serviços oferecidos;

- Módulo do processo de implementação: tem como objetivo criar condições para a implementação de novos produtos e serviços na empresa;
- Módulo de reconhecimento de oportunidades: busca detectar, junto ao mercado, novas formas de atendimento das necessidades dos clientes;
- Base de conhecimento e plataforma colaborativa: procura criar condições de criar e gerenciar o conhecimento produzido na empresa de forma integrada e colaborativa entre todos os *stakeholders*.

2.5.3.6. Outras ferramentas

Além dos métodos de desenvolvimento de PSS, podem ser utilizadas ferramentas complementares de apoio voltadas, por exemplo, a criar condições na empresa para a inovação. Uma delas é o Innovation Scan for PSS, desenvolvido por Tucker e van Halen (2003), que será descrito a seguir.

Innovation Scan for PSS

Esta é uma ferramenta de apoio ao desenvolvimento de PSS na fase preliminar do projeto. Tucker e van Halen (2003) afirmam que, antes de se iniciar a implementação de um PSS em uma empresa, é necessário criar condições para que isso ocorra com sucesso. Como o PSS é uma abordagem bastante recente de modelo de negócio, é preciso que haja motivação interna e familiarização com os principais conceitos e suas implicações, e que seja feita uma análise preliminar do potencial e atratividade do PSS.

Desta forma, os autores propõem uma ferramenta chamada *Innovation Scan for PSS*, que consiste basicamente em cinco fases: 1) Preparação do mapeamento de inovação em PSS; 2) Introdução aos PSS; 3) Fase de análise; 4) Geração de idéias; 5) Seleção; 6) Apresentação à gerência.

2.5.4. DISCUSSÃO

A partir das abordagens de *ecodesign* e PSS discutidas anteriormente, percebe-se que há tanto vantagens quanto desvantagens em cada uma delas. No caso do *Design* com foco no produto (ou *ecodesign*), há uma facilidade de implementação bem maior do que no caso de PSS, pois ao contrário deste, o *ecodesign* não implica em mudanças profundas de comportamento por parte dos consumidores ou no caso das relações B2B, das empresas.

Por outro lado, os ganhos ambientais são apenas incrementais, não havendo mudanças significativas na redução de impactos ao longo do ciclo de vida dos produtos consumidos. Não se exige, no *reDesign*, mudanças significativas nas relações entre os *stakeholders* e, portanto, não há necessariamente uma articulação de forma sistêmica para se otimizar o uso de recursos e energia, ou reduzir a quantidade de resíduos e emissões.

No *Design* de PSS essa articulação é essencial para viabilizar ambiental e economicamente o sistema. Além disso, no *reDesign* não há a necessidade de se reestruturar a estratégia de negócios da empresa para que produtos mais eco-eficientes sejam produzidos, enquanto que nos PSS a estratégia de serviços passa a fazer parte do “*core business*” da empresa.

Outra mudança refere-se à posição do *Design* na estrutura de gestão da empresa, que, no caso dos PSS, passa a ter caráter estratégico na tomada de decisões em vez de função operacional, enquanto que no *ecodesign* isto não é essencial, embora desejável. Além disso, Manzini e Vezzoli (2002) apontam que é somente a partir da possibilidade de desmaterialização do consumo que pode haver soluções realmente coerentes com a perspectiva de sustentabilidade e, portanto, um “*Design* sustentável”. O *Design* de PSS baseia-se fundamentalmente nesta premissa de desmaterialização.

É importante ressaltar, no entanto, as possíveis barreiras para a adoção de PSS como estratégia de negócios que busca minimizar o impacto ambiental e ampliar a competitividade, já explicitadas no item 2.1.10.2. No caso de sistemas B2B, alguns fatores podem especialmente inviabilizar o desenvolvimento de um PSS: falta de envolvimento dos atores, de experiência e de histórico de desenvolvimento em PSS, e mudança na forma de julgamento e mensuração de resultados.

A partir da análise anterior, a abordagem de PSS foi considerada a mais adequada para o estudo de caso pelo potencial de redução do impacto ambiental em embalagens B2B ao longo do processo, e não apenas na embalagem. A metodologia MEPSS foi escolhida para utilização por sua modularidade de uso e facilidade de uso das ferramentas, algumas delas específicas para o *Design*. Além disso, é uma estrutura completa, que permite a viabilização do sistema nos três níveis principais de sustentabilidade: ambiental, econômica e social.

Capítulo 03

Embalagem e Sustentabilidade

3. EMBALAGEM E SUSTENTABILIDADE

3.1. Embalagem: conceitos, definições e funções

3.1.1. Funções da embalagem

Pode-se definir embalagem como o elemento associado ao produto que tem as funções de: proteção e conservação do produto ao longo da cadeia de fornecimento e de sua vida útil; identificação e informação de aspectos relevantes do produto e processos associados ao mesmo; contenção do produto de forma a possibilitar a entrega de produtos em quantidades e formatos adequados; exposição dos produtos de forma conveniente e segura; *marketing* por meio dos itens anteriores e, também, por meio da adição de conveniência aos produtos (THE PACKAGING FEDERATION, 2004b) (LEE; LYE, 2003). Essas funções são descritas na Figura 3-1.

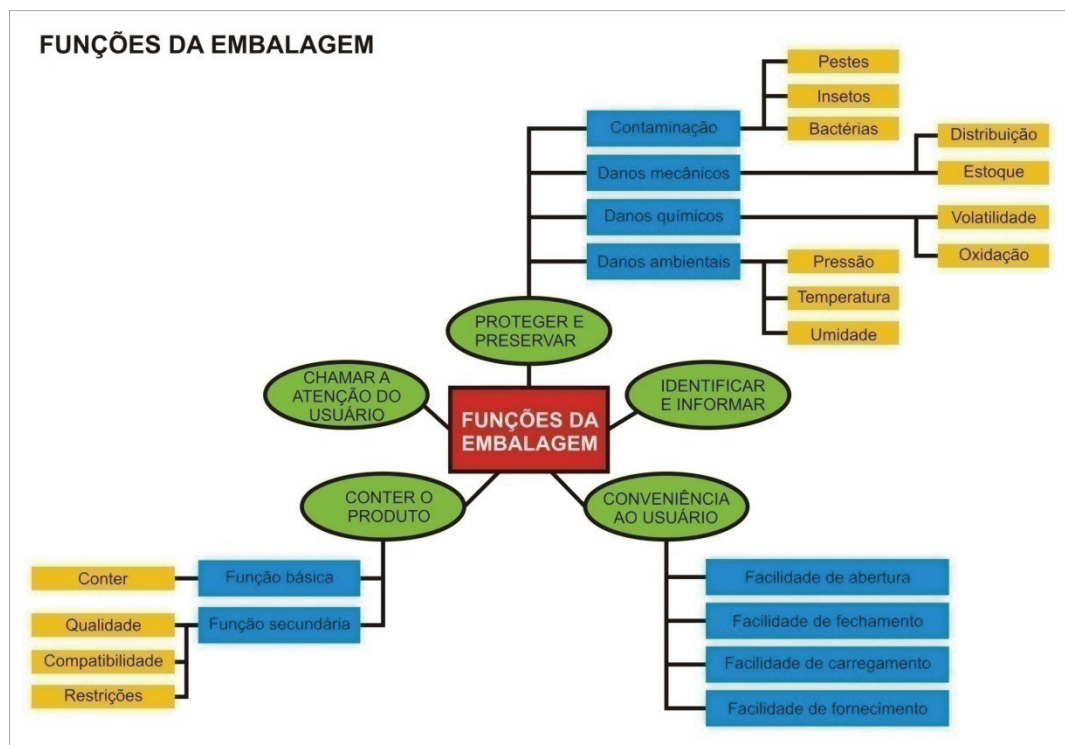


Figura 3-1. Funções da Embalagem

Fonte: Adaptado de Lee e Lye (2003)

Outros autores apontam também estas funções, com pequenas variações, dentre eles Ballou (1993), Moura (1997) e Lambert (1998).

Conforme Wu e Dunn (1995) existem três tipos principais de embalagens:

- Primárias: que contém o produto e estão em contato direto com ele;
- Secundárias: que contém as primárias e geralmente são descartadas após o uso;
- De expedição: voltadas ao armazenamento, identificação e transporte, também descartadas após o uso na maioria das vezes.

3.1.2. Sistema de embalagem

Moura (1997) define um sistema de embalagem como sendo “o conjunto de operações e materiais necessários para movimentar produtos de um ponto de origem até o ponto final de consumo, incluindo-se aí máquinas, equipamentos e vínculos para o seu embarque”.

Com isso, abrange não apenas elementos físicos, mas organizacionais e estruturais, conforme Maia (2001). Desta forma, Moura (1997) aponta que um sistema de embalagem abrange os seguintes elementos:

- Matéria-prima básica;
- Operações que conformam os materiais em embalagens;
- Operações onde as embalagens são preenchidas;
- Unitização ou outras preparações para distribuição;
- Distribuição através de canais, envolvendo estocagem, movimentação e
- Transporte;
- Esvaziamento da embalagem por meio do consumo do produto;
- Disposição, reutilização ou reciclagem da embalagem.

Rundh (2005) destaca o uso em indústrias, que utilizam embalagens ou sistemas de embalagens para seus produtos, em revendedores, que utilizam embalagens para produtos de varejo e outros *commodities*, e, finalmente, o uso em restaurantes e afins, que utilizam embalagens para expedição de alimentos. Nestas três aplicações, são utilizadas embalagens tanto para destinação de produtos aos consumidores finais (B2C) quanto para movimentação entre as empresas (B2B), dentre outras finalidades.

3.1.3. Finalidade e utilidade

Em termos de finalidade Moura (1997) classifica as embalagens como sendo:

- De consumo (venda ou apresentação): para distribuição do produto até o cliente final;
- Expositora: para expor o produto, tendo apelo de venda;
- De distribuição física: para proteger o produto durante a distribuição;
- De transporte e exportação: para acondicionar o produto durante o transporte desde o fornecimento até o cliente final;
- Industrial ou de Movimentação: para movimentar e transportar o produto em pequenas distâncias, no interior de fábricas;
- De armazenagem: para proteger os produtos contra agentes agressivos externos.

Quanto à utilidade Moura (1997) propõe que as embalagens podem ser classificadas como:

- Retornáveis (reutilizáveis): para serem utilizadas por um período longo, incluindo ou não outros acessórios. Neste caso, as embalagens devem estar identificadas para devolução correta ao fornecedor, serem construídas em número adequado para as necessidades de estoque, além daquelas que se encontram em trânsito, e deve haver um sistema de reparo e descarte de embalagens eventualmente danificadas;
- Não-retornáveis (descartáveis): para serem utilizadas somente uma vez, geralmente, de baixo custo, não exigindo controle e devolução (ex.: embalagens de madeira e as de papelão ondulado são os exemplos clássicos).

3.2. Taxonomia de Uso das embalagens

3.2.1. Classes de embalagens

Moura (1997) descreve as diversas classes de embalagens conforme o tipo de uso a que se destinam:

- Embalagens voltadas ao consumidor final (B2C): voltadas à proteção e transporte de bens de consumo em geral, podendo ser descartáveis ou não (ex.: alimentos, brinquedos, eletrodomésticos);
- Embalagens para logística corporativa (B2B): voltadas à proteção e transporte de bens e documentos entre empresas (ex.: componentes industriais, insumos);
- Embalagens utilizadas entre consumidores (C2C): destinadas à movimentação de bens entre consumidores (ex.: caixas de presente, sacolas);
- Embalagens movimentadas entre órgãos governamentais (G2G): voltadas à proteção e transporte de bens e documentos entre diferentes órgãos governamentais municipais, estaduais, federais e nacionais;
- Embalagens movimentadas entre empresas e órgãos governamentais (B2G): destinadas a empresas que prestam serviços ou fornecem produtos para órgãos do governo;
- Outras aplicações menos comuns (polícia, forças armadas, ONG's).

O tema desta dissertação refere-se especificamente às embalagens de expedição movimentadas entre empresas (B2B).

3.2.2. Embalagens business-to-business (B2B)

Conforme Rundh (2005), nas embalagens destinadas ao comércio B2B, o incremento das vendas, devido à embalagem, normalmente não é tão relevante, pois não há a necessidade de se convencer o cliente final quanto à venda do produto. Desta forma, são enfatizadas nas embalagens para o comércio B2B as questões operacionais, como a proteção, transporte, armazenamento e manuseio, além de questões ambientais, como a geração e destinação de resíduos.

No caso das embalagens voltadas à logística entre empresas, a ênfase maior é dada aos aspectos de proteção, transporte, colocação e retirada do produto (RUNDH, 2005). Maia (2001) apresenta um modelo de fluxo logístico típico de embalagens B2B (Figura 3-2).

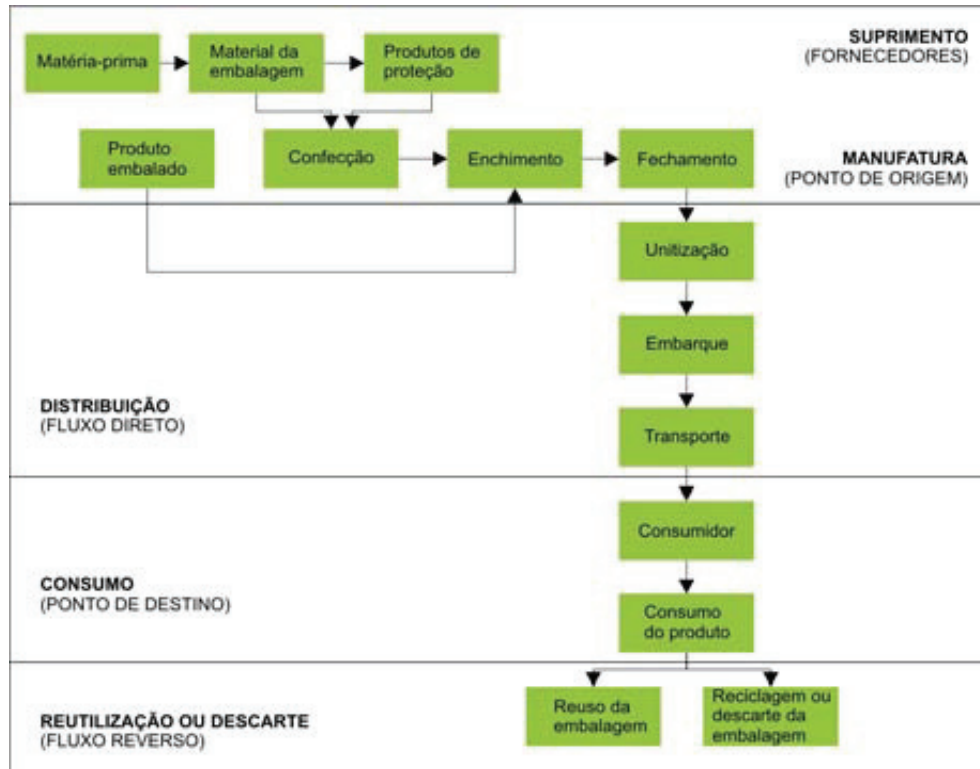


Figura 3-2. Fluxo típico de embalagem B2B
Fonte: Maia (2001) adaptado de Moura (1998)

Uma vez que o conceito de embalagens B2B está estreitamente ligado à questão logística e, portanto, a um sistema de distribuição, este tipo de embalagem está estreitamente ligado ao conceito de sistema de embalagem (Item 3.1.1).

3.3. A visão ortodoxa do projeto de embalagens

Sob o ponto de vista logístico, as funções e objetivos básicos da embalagem normalmente não incorporam de forma consistente as questões de sustentabilidade. Isto fica evidente, por exemplo, nas diretrizes propostas por Cruz Filho (2000), citado por Maia (2001), que propõe os seguintes cuidados ao se desenvolver uma embalagem:

- Equipe: reunir profissionais qualificados e criativos com conhecimentos dos diversos materiais, processos e alcance do fluxo logístico;
- Conhecimento do produto: relacionar características físico-químicas dos produtos embalados, preços e outras informações para auxiliar na busca por soluções técnico-econômicas, estudando alternativas de materiais e formas de embalar;

- Pesquisa: obter opinião de clientes, fornecedores e usuários para facilitar o manuseio das embalagens e o fluxo dos materiais na cadeia de abastecimento;
- Fornecedores: desenvolver fornecedores que garantam o fornecimento e a demanda;
- Integração: analisar as várias etapas do fluxo da embalagem para não causar impactos na cadeia logística, buscar o melhor aproveitamento volumétrico dos produtos nas embalagens, nas caixas de despacho, nos paletes, nas prateleiras dos armazéns e nos veículos de carga;
- Impressão: colocar informações de identificação das embalagens, dos produtos transportados, dos documentos fiscais e tributários;
- Especificação e instrução de trabalho: elaborar os desenhos técnicos, com as características das embalagens e os métodos de manuseio e confecção;
- Meios de movimentação: adaptar as embalagens aos equipamentos de movimentação e otimizá-las aos meios de transporte;
- Aprovação da qualidade e controle: emitir relatórios com os resultados dos testes, implantando ou reprovando as respectivas embalagens e manter um controle para assegurar os requisitos especificados.

Note-se que não há, em nenhum momento, qualquer menção às questões de impacto ambiental, pois o foco é logístico. No entanto, algumas destas colocações podem favorecer a proposição de diretrizes com foco na sustentabilidade.

3.4.Redução de resíduos em embalagens e o desenvolvimento sustentável

Segundo Enviros (2003), a redução de resíduos decorrentes das embalagens pode oferecer vantagens para o desenvolvimento sustentável ao promover mudanças ambientalmente vantajosas, tanto na produção quanto nos modelos de consumo, favorecendo particularmente:

- Redução da demanda por recursos naturais finitos e os impactos ambientais advindos da extração e retirada, que geralmente não são percebidos;

- Redução dos impactos de transporte que são freqüentemente significativos na saúde geral e na avaliação dos impactos ambientais;
- Redução da necessidade de facilidades no encaminhamento de resíduos nem sempre desejáveis, como o uso de aterros e incineradores;
- Redução no custo do gerenciamento dos resíduos, liberando recursos para outras prioridades de investimentos, como tecnologias limpas, educação pública e cuidados com a saúde.
- O uso eficiente de recursos pelas indústrias e comércio é importante para as autoridades locais, pois O resíduo de empresas freqüentemente é coletado como parte do resíduo municipal;
- As práticas comerciais e industriais afetam bens e embalagens que formam parte do resíduo municipal;
- Atitudes positivas por meio da minimização nos negócios podem favorecer atitudes positivas no ambiente doméstico, e vice-versa, pois os empregadores são, também, cidadãos.

Estes benefícios são particularmente perceptíveis na Europa, onde as embalagens começaram a incorporar mais fortemente as demandas ambientais a partir dos anos 1990, e em 1994 a União Européia aprovou uma diretiva sobre redução de resíduos de embalagens (RUNDH, 2005).

Conforme Enviro (2003), na Europa, a Diretiva de Embalagens e Resíduos de Embalagens (Diretiva 94/62/EC) provocou profundas mudanças tanto no *Design* quanto na gestão de embalagens nas empresas. Para isso, a diretiva inclui aspectos de gestão de resíduos, e os Requerimentos Essenciais de *Design*, que forma um documento específico contendo diretrizes, normas e sugestões para profissionais de desenvolvimento de embalagens.

O conjunto de Normas e Compromissos de Responsabilidade do Produtor de 1997 (PROR) apresenta uma parte relativa aos resíduos de embalagens, e as Normas de Embalagens 1998 – Requisitos Essenciais apresentam incentivos claros para minimizar embalagens. A norma de reuso/reciclagem do PROR é baseada em peso, e tem funcionado como um elemento de redução de peso ou eliminação.

Os Requisitos Essenciais das Normas de Embalagens 1998 complementam as normas do PROR, e são normas efetivas de *ecodesign*. Dentre estas normas estão: redução de peso e volume das embalagens, possibilidade de reuso, formas de recuperação (reciclagem, compostagem ou geração de energia a partir do resíduo) e minimização de impactos ambientais no descarte.

3.4.1. *Exemplos de redução de resíduos em embalagens B2B*

Dentre os vários tipos de aplicações em que houve redução na geração de resíduos e uso mais eficiente de recursos em embalagens B2B, Rundh (2005) cita as seguintes:

- A indústria sueca SAAB utilizava quatro modelos de caixas de papelão ondulado acopladas a paletes de madeira por meio de grampos, para envio de caixas de câmbio aos Estados Unidos. Para o desenvolvimento destas embalagens houve a necessidade de parceria entre o fabricante da embalagem e a indústria automotiva. Dentre os requisitos de *Design*, dois eram fundamentais: a embalagem deveria facilitar a movimentação durante o transporte e ser resistente à umidade;
- A indústria sueca Volvo despachava peças para vários países a partir do seu estoque em Gotemburgo. Eram vários componentes diferentes e bastante sensíveis a impactos, transportados em grandes caixas de papelão ondulado grampeadas. Entre os requisitos de *Design* haviam a eficiência de custo no embalamento e a resistência às grandes variações de temperatura e umidade e movimentos mecânicos durante a viagem, pois as embalagens eram transportadas em contêineres;
- A indústria alemã Volkswagen utilizava caixas de papelão ondulado tripla-onda para exportação de diferentes componentes que podiam ser recuperadas depois do uso, e que podiam ser dobradas formando chapas semiplanas.

Além destes estudos, foram levantados três outros casos que serão utilizados como meta-estudo de caso neste trabalho, e descritos em detalhes no item 5.7 (Resultados do meta-estudo de caso):

- Maia (2001), que realizou um estudo de caso junto à indústria FIAT, sobre transporte de componentes entre o Brasil e a Argentina utilizando embalagens retornáveis em madeira e aço;
- Maier e Sellitos (2007), que realizaram estudo de caso sobre uma indústria fabricante de cabeçotes automotivos que enviava componentes para os Estados Unidos utilizando embalagens retornáveis em plástico;
- Um estudo de caso realizado pelo próprio autor junto a uma indústria de embalagens, que fornecia embalagens retornáveis em papelão ondulado e plástico para a Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos – ECT, para uso na proteção e transporte de encomendas dos Correios.

3.5. Visão Sistêmica da Geração de Soluções Sustentáveis para a logística e embalagem

O desenvolvimento de soluções sustentáveis para embalagens B2B passa pelo entendimento adequado do processo logístico entre empresas. Para Wu e Dunn (1995), os sistemas logísticos apresentam um potencial extraordinário de redução do impacto ambiental, pois são baseados na inter-relação e integração entre todas as etapas da cadeia de valor.

No entanto, os sistemas logísticos tradicionais não colocam as questões ambientais como estratégicas, focando a atenção na redução de custos e maximização de lucros. Para Wu e Dunn (1995), há uma estreita relação entre preservação ambiental, redução de custos e aumento da eficiência operacional. Conforme os autores, cada elemento da cadeia funciona como redutor do impacto ambiental.

3.5.1. Embalagem e logística

Conforme Morabito, Morales e Widmer (2000), a função da logística é, basicamente, levar o produto ou serviço certo ao local certo, no tempo certo e nas condições desejadas. Financeiramente, as atividades logísticas representam uma parcela significativa do consumo de recursos das empresas. Ballou (1992) cita o exemplo dos Estados Unidos, onde a logística consome 7,3% das receitas, do Reino Unido (11,6%) e Austrália (21,1%). No Brasil, esta participação ultrapassa os 30%, e chega a consumir 80% do tempo total de produção de um item (MORALES, 1995).

A paletização é a prática mais usual na logística, particularmente no comércio B2B, e é uma estratégia de unitização de carga utilizada em todo o mundo, com normas que variam entre países, como relata Klevas (2005). Morabito, Morales e Widmer (2000) apontam os ganhos obtidos por algumas empresas brasileiras no tempo de descarga pelo uso da paletização, reduzindo em alguns casos esta etapa de 2 horas para menos de 15 minutos e favorecendo o aumento da quantidade de entregas diárias.

No caso do Brasil, a paletização é definida a partir de um padrão chamado PBR, com medidas de 1200x1000mm. Este padrão foi criado pela ISO – International Standards Organization em 1980, e adotado nos anos 90 pela ABRAS – Associação Brasileira de Supermercados, com recomendação da ASLOG – Associação Brasileira de Logística. O desenvolvimento de embalagens B2B para o mercado brasileiro deve levar em conta o padrão PBR.

Além da paletização, outras estratégias de otimização por meio do *Design* das embalagens vêm colaborando para uma maior eficiência logística. Bowersox *et al* (2002) apontam alguns aspectos das embalagens que são passíveis de serem influenciadas pelo *Design* para a obtenção de manuseio eficiente de materiais. Entre os aspectos apontados incluem-se:

- uso de configurações padrão;
- uso de quantidades ordenadas;
- eliminação de ar;
- transporte de partes desmontadas;
- redução de peso;
- minimização de tempos de descarga;
- redução de congestionamentos;
- prevenção de danos ao produto;
- promoção da comunicação (informação contida, instruções de manuseio, faixas).

Um dos grandes desafios ao se tratar a questão ambiental no âmbito logístico é encontrar um equilíbrio entre *trade-offs* (transporte x inventário, logística interna x externa, custo do transporte x tempo de trânsito, serviço ao consumidor x custos

logísticos). Um *trade-off* de relevância para esta dissertação é o dos custos ambientais x benefícios gerados.

Há uma grande dificuldade ao se justificar e quantificar os benefícios ambientais e, ainda mais, os benefícios sociais. Conforme Wu e Dunn (1995), muitas vezes a inserção de práticas ambientais pode representar custo adicional, mas este pode ser compensado por uma maior participação no mercado, com maiores lucros.

Para contornar tais problemas de mensuração, várias ferramentas de avaliação têm sido desenvolvidas e aprimoradas, como os *softwares* de Análise de Ciclo de vida (Simapro, Umberto e outros), *softwares* específicos para o *Design* sustentável (como o SDO-MEPSS) e o uso de indicadores ambientais e sociais.

A viabilização econômica também tem sido aprimorada com a incorporação de ferramentas de análise de custos nos *softwares* de ACV, como o *Life Cycle Costing – LCC*.

3.5.2. Redução de resíduos em embalagens e os Sistemas de Gestão Ambiental

Em termos ambientais, a redução na geração de resíduos de embalagens nas indústrias assume caráter estratégico quando associada a Sistemas de Gestão Ambiental (SGA's). Numa gestão ambiental integrada, cada elemento da cadeia está envolvido na minimização do impacto ambiental (inclusive a embalagem) do início ao fim da cadeia de valor, e também do ciclo de vida do produto.

Desta forma, as questões de sustentabilidade ambiental de cada etapa logística podem ser vistas na figura 3-3, e serão comentadas na sequência, considerando sua influência no *Design* das embalagens B2B.

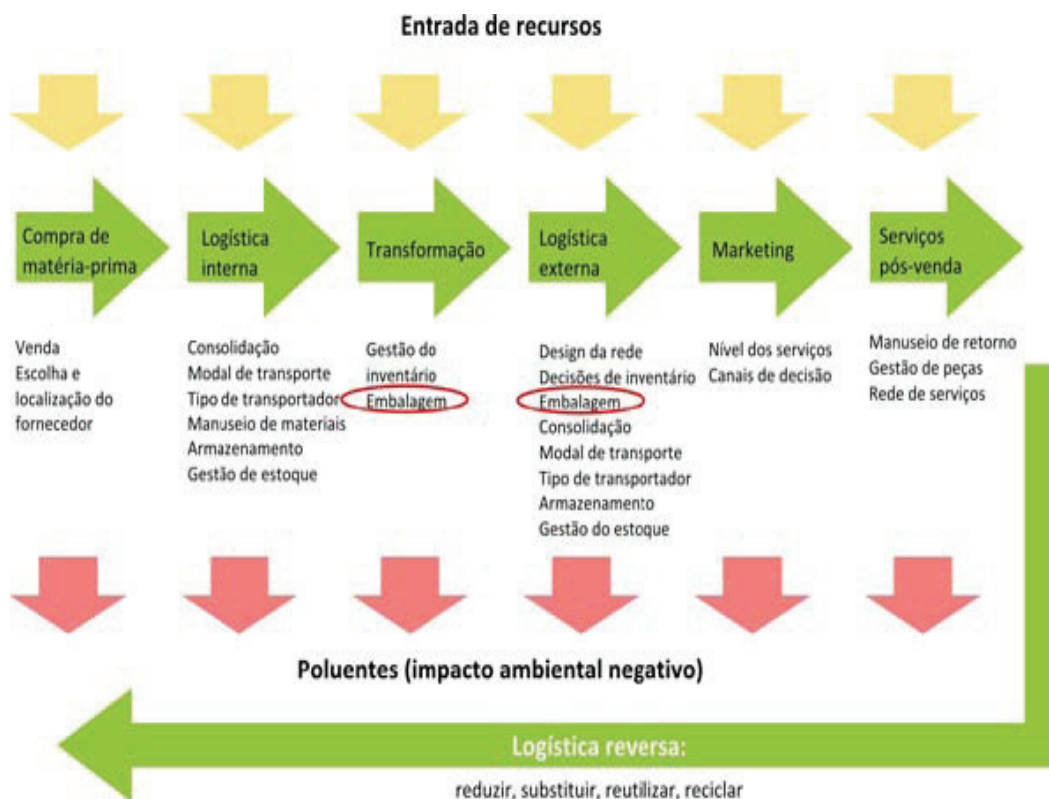


Figura 3-3. Decisões logísticas que afetam o ambiente

Fonte: Rundh (2005)

3.5.3. Sustentabilidade da embalagem na cadeia logística

A sustentabilidade da embalagem na cadeia logística pode ser estudada a partir de sete etapas principais: aquisição de matéria-prima, logística interna, transformação, logística externa, *marketing*, serviços pós-venda e logística reversa. Em todas estas etapas o transporte aparece como elemento fundamental de impacto ambiental, e também será discutido a seguir.

3.5.3.1. Sustentabilidade na compra de matéria-prima

Conforme Rundh (2005), esta primeira fase envolve atividades de compra e preparação para a entrada de matéria-prima, e pode favorecer a sustentabilidade por meio de:

- Certificação ambiental: exigência de fornecedores certificados (ex: ISO 14000);
- Avaliação da empresa: sistemas de gestão, desempenho ambiental, auditoria ambiental (ex. ISO14000);

- Avaliação do produto: LCA, selos e normas.

Esta fase apresenta grande potencial para as embalagens B2B, pois as embalagens B2B podem estar alinhadas com estas exigências, prevendo, por exemplo, o uso de matéria-prima certificada (ex.: FSC), e a avaliação do ciclo de vida para quantificar os impactos ambientais em relação ao sistema logístico. Pode haver, no entanto, alguns efeitos adversos, como a redução no número de fornecedores e tipo de transporte utilizado.

3.5.3.2. Sustentabilidade na logística interna

A logística interna corresponde ao recebimento, estocagem e movimentação de matéria-prima. Na questão ambiental, é fortemente influenciada por quatro fatores (Rundh, 2005):

- Consolidação de carga: eficiência de veículos, sistemas informatizados;
- Modalidade e tipo de transporte: uso eficiente de energia, certificação de transportadores;
- Manipulação: estado físico da carga (sólido, líquido);
- Controle de materiais: os armazéns são responsáveis por boa parte dos resíduos de embalagem gerados na cadeia logística.

Desta forma, o *Design* de embalagens B2B tem um bom potencial de sustentabilidade na logística interna, pois, pode-se prever o uso de paletes retornáveis e dimensionamentos padronizados, de sistemas informatizados de identificação (ex.: RFID) e de armazéns que incorporem sistemas de reciclagem e descarte.

Pode-se também desenvolver embalagens B2B que considerem a possibilidade de “*cross-docking*”, no qual as mercadorias são levadas diretamente do produtor para o ponto-de-venda, eliminando etapas que não agregam valor ao produto final. No entanto, esta postura exige planejamento cuidadoso e compartilhamento eficiente de informação, além de infra-estrutura logística diferente da tradicional.

Outro aspecto diz respeito aos sistemas de gestão de estoque como o *Just-in-time* (JIT), bastante comuns nas indústrias brasileiras, nos quais é freqüente a entrega de materiais e de componentes em lotes pequenos, o que gera tráfego adicional e, portanto, maior impacto ambiental e social, que muitas vezes não são levados em conta. Santos (2001) aponta também o problema da sincronização neste tipo de sistema, e a

necessidade de uma melhor compreensão da heurística como instrumento de redução do tempo de ciclos.

3.5.3.3. Sustentabilidade na transformação

Segundo Rundh (2005), transformação é a fase de conversão das matérias-primas em bens acabados por meio de fabricação, montagem, testes e embalagem. Nesta etapa, são primordiais o gerenciamento do estoque (inventário) e as atividades de embalagem primária. Os ganhos de sustentabilidade podem ser influenciados por (RUNDH, 2005):

- Tamanho, forma e material das embalagens, que influenciam diretamente no impacto ambiental: As embalagens são influenciadas por mudanças no tamanho do produto ou no modelo de paletização adotado, e podem representar economias significativas no estoque e no transporte;
- Decisões baseadas no tipo de gestão de estoque (geralmente JIT): este sistema exige entregas freqüentes de materiais e componentes e, portanto, mais custos com transportes, aos quais deve ser incorporado o custo do impacto ambiental decorrente;
- Uso de *softwares* para otimização de operações de embalagem: também pode favorecer a minimização do impacto ambiental, seja gerando ganhos no uso de espaços ou na redução do número de operações.

O potencial de sustentabilidade das embalagens B2B na etapa de transformação é alto, podendo, por exemplo, incorporar sistemas de identificação RFID para facilitar o gerenciamento do estoque, ou detalhes de *Design* que facilitem o embalamento rápido, seguro e sem erros.

Com o objetivo de facilitar a criação de embalagens e sistemas de embalagem operacionalmente mais eficientes e efetivos na etapa de produção, Lee e Lye (2003) propõem algumas diretrizes que podem ser aplicadas ao *Design*:

- Minimização da quantidade e tipo de componentes e processos de embalagens: por ex., minimizando o número de etapas de selagem, com o uso de soluções de *Design*, como o ZipLock®;
- Minimização de novos itens no produto ou na embalagem: evitar componentes desnecessários e muito diferentes dos já usados na

embalagem: Por ex., perguntar se “o item é distinto de todos os outros?” e por outro lado “será difícil ou quase impossível abri-lo?”. Se o item não precisa ser distinto, então pode ser integrado aos outros em uma embalagem simples;

- Verificação do valor agregado pelos itens da embalagem: verificar se os itens da embalagem adicionam valor ao cliente (final ou intermediário): se não adiciona valor está sobrando e deve ser eliminado;
- Facilidade de manuseio de embalagem: por exemplo, usar dispensadores apropriados para manipulação de embalagens flexíveis, como *blisters*;
- Minimização da necessidade de reorientação durante a embalagem: Buscar orientar a embalagem na mesma direção requerida pela operação de embalagem;
- Correção na operação de embalagem: a orientação dos materiais de embalagem deve evitar ambigüidades e ser claramente marcada;
- Simetria/assimetria no embalagem: Garantir a simetria dos itens de embalagem, ou torná-los claramente assimétricos para facilitar e agilizar o embalagem. Por ex., utilizar uma caixa com abertura retangular para produtos com secção retangular;
- Segurança da embalagem: evitar produtos embalados com protuberâncias ou cantos vivos e afiados, ou inseri-los em pacotes. Cantos vivos tendem a marcar a embalagem em alguns pontos, ou mesmo a rompê-la, e tendem a prender na embalagem durante a inserção, dificultando o embalagem;
- Embalagens flexíveis: Evitar o uso de embalagens flexíveis, que são mais difíceis de manipular e requerem mais tempo: por exemplo, embalagens tipo *shrink* tendem a grudar, utilizar materiais substitutos sempre que possível;
- Peso da embalagem: utilizar embalagens leves sempre que possível, pois facilitam o manuseio durante o embalagem;
- Produtos a granel: Embalar produtos a granel, e em quantidades maiores, em vez de utilizar caixas individuais ou de baixo volume. Desta forma, o volume de embalagens pode ser reduzido consideravelmente.

3.5.3.4. Sustentabilidade na logística externa

Wu e Dunn (1995) apontam que a logística externa refere-se às atividades de distribuição física, como coleta, estocagem e entrega de bens acabados para os compradores. Envolve armazenagem, manuseio de materiais, planejamento da rede e gestão, processamento de pedidos, escala e rota de veículos.

Dependendo da estratégia utilizada pela empresa, pode haver entrega direta ou centralização de cargas seguida de entrega, armazenamento centralizado ou em rede, modo de transporte simples ou múltiplo, e serviços terceirizados ou particulares. Dentre as possibilidades ambientalmente adequadas e que podem influenciar diretamente as embalagens B2B, tem-se:

- Redução do número de etapas nas operações logísticas externas: isto gera maior eficiência às operações com inventários mais enxutos, manutenção do nível dos serviços, redução de custos, gastos de energia, estoques e movimentação desnecessários;
- Disponibilidade para utilizar tipos de transporte por vezes mais lentos, mas ambientalmente mais adequados: uma embalagem movimentada por caminhão pode exigir resistência maior do que se movimentada por trem, caso seja transportada por estradas com qualidade precária;
- Atenção à quantidade de armazéns utilizados: embalagens que passam por várias etapas de estocagem podem exigir resistência extra para suportar esta condição.

Há um potencial alto de sustentabilidade alto nesta fase para as embalagens B2B, pois é possível, por exemplo, criar embalagens com menos quantidade de material caso se opte por um tipo de transporte mais lento e menos impactante, ou caso a embalagem passe por menos etapas de transporte, inspeção e armazenagem até chegar ao destino.

3.5.3.5. Sustentabilidade no *marketing*

Para as embalagens B2B esta fase não apresenta um potencial de sustentabilidade tão evidente quanto nas anteriores, pois, conforme Rundh (2005), o *marketing* abrange principalmente serviços e canais de distribuição voltados ao consumidor. Neste caso, a sustentabilidade é buscada, em outros aspectos, com a

redução na geração de resíduos, a redução de excessos de estoque e o uso de transportes mais eficientes.

Desta forma, uma das medidas que pode favorecer a sustentabilidade é o uso de sistemas informatizados voltados à eficiência na resposta ao consumidor (ECR). Os ECR buscam envolver cada um dos atores envolvidos na cadeia logística, com a otimização de seus recursos e produção.

3.5.3.6. Sustentabilidade nos serviços pós-venda

Esta etapa apresenta um bom potencial de sustentabilidade para as embalagens B2B, na medida em que, apesar desta fase envolver o consumidor, as atividades de pós-venda incluem instalação, reparo, retorno, peças e fornecimento, e treinamento entre empresas e seus fornecedores.

Uma das grandes diferenças nesta etapa é que, ao contrário dos fabricantes de bens de consumo, os fabricantes de bens duráveis e/ou industriais mantêm redes de serviço pós-venda bastante ativas. Desta forma, as embalagens B2B podem ser desenvolvidas levando em conta:

- Armazéns em rede com funções de transporte do (e para o) revendedor para retorno do material, limpeza, reforma, re-embalagem, descarte de refugos, gestão do estoque e manuseio de materiais tóxicos;
- Implementação de um sistema de informação e banco de dados, para facilitar o rastreio das partes usadas e o histórico de reparo.

3.5.3.7. Sustentabilidade na logística reversa

A partir das estratégias sustentáveis de pós-venda, o conceito de logística reversa ganha importância. A logística reversa inclui o recolhimento e transporte dos resíduos de embalagens, embalagens recicláveis e devoluções do consumidor ao sistema logístico.

Para atender a essas funções, quatro ações principais são propostas: redução, substituição, reuso e reciclagem. Estas ações são assim definidas:

- Redução: produção dos mesmos bens com uso de menos recursos, reduzindo a quantidade final de resíduos gerados. A consolidação de carga, não-uso de embalagens e gestão da qualidade são exemplos de redução;

- Substituição: uso de materiais mais ambientalmente compatíveis com a vida útil do produto e sua aplicação. Uso de poliuretano (PU) biodegradável ou papelão ondulado em vez de PU derivado de petróleo exemplificam substituições;
- Reuso: uso do mesmo produto várias vezes, estendendo sua vida útil e adiando o descarte. Embalagens retornáveis, reutilizáveis e compactáveis são formas de reuso;
- Reciclagem: uso de processos físicos ou químicos com a intenção de dar ao material, novas possibilidades de aplicação. Por exemplo, caixas de papelão ondulado ou plástico termoplástico (de reação reversível) são recicláveis, desde que adequadamente projetadas para tal, e desde que não sofram contaminação com outros materiais.

3.5.3.8. Sustentabilidade e o transporte

O transporte é uma das etapas logísticas que mais consomem recursos e impactam o ambiente. Especialmente no Brasil, o transporte rodoviário é a modalidade mais usada (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2007), e apresenta os seguintes problemas (fonte):

- Os caminhões são movidos a óleo diesel, cuja emissão de gases e partículas tóxicas ainda é alta;
- As distâncias percorridas muitas vezes são longas, ultrapassando os 500 quilômetros, o que implica em alto consumo de combustível e manutenção;
- As condições das estradas muitas vezes são ruins, ocasionando danos aos caminhões e aos produtos transportados, e possibilitando acidentes muitas vezes graves;
- O excesso de pedágios e outras tarifas muitas vezes encarecem a etapa de transporte;
- Muitos caminhões trafegam com excesso de peso, com riscos à segurança, e outros praticamente vazios, gerando desperdício de recursos e de tempo.

Esses fatores afetam diretamente as embalagens transportadas pelos caminhões, de modo que devem ser levados em conta no desenvolvimento delas.

Morabito, Morales e Widmer (2000) apontam ainda outro fator que afeta diretamente o custo logístico brasileiro: a abordagem de “operação formiga”, ou seja, uma série de operações de manipulação item por item, ao longo da cadeia de fornecimento. O autor sugere que, para aprimorar estas operações, deve ser utilizadas unidades de carga para reduzir custos de carga e inventário, facilitar o manuseio e aprimorar a integração entre diferentes modalidades de transporte (MORABITO; MORALES; WIDMER, 2000).

Nos tópicos anteriores foram apresentados e discutidos os principais aspectos ligados à sustentabilidade em embalagens B2B ao longo da cadeia logística. A seguir, serão apresentados alguns exemplos de aplicação de embalagens B2B, particularmente em empresas do setor automotivo.

3.5.4. Sustentabilidade a partir do projeto integrado produto-embalagem

Uma das estratégias mais promissoras para aprimorar a logística e o desempenho da embalagem é desenvolvê-la junto com o produto a ser transportado, conforme Klevas (2005), em recente estudo de caso junto à empresa sueca IKEA.

No caso da IKEA, devido ao advento da globalização, com o incremento de fornecedores de diversas partes do mundo, vários problemas logísticos surgiram. Um deles é a diferença de normas européias e asiáticas de paletização de carga, o que acarreta problemas de preenchimento de contêineres, excesso de movimentação manual e danos aos produtos (KLEVAS, 2005).

O desenvolvimento simultâneo do produto e da embalagem tem sido adotado principalmente por empresas que desenvolvem e vendem produtos voltados ao consumidor final, entre eles móveis e objetos para casa. Para isso, a IKEA criou o *Packaging Concept*, formados por técnicos e *Designers* de embalagens cuja função é trabalhar em conjunto com os técnicos e *Designers* de produto.

Além disso, o *Packaging Concept* trabalha de forma estreitamente ligada aos Serviços de Distribuição, com o objetivo de entender a embalagem sob a perspectiva da cadeia de fornecimento (KLEVAS, 2005).

No entanto, este desenvolvimento simultâneo produto-embalagem raramente ocorre nos produtos industriais, não só no Brasil, mas também na Europa. Geralmente

as embalagens são desenvolvidas um pouco ou muito tempo após o produto, e por profissionais ou empresas diferentes.

Em muitos casos nem há o desenvolvimento, pois são utilizadas embalagens existentes, de baixo custo e muitas vezes de baixa qualidade. Isto pode ser percebido no caso de peças e componentes de baixo valor agregado, como as que farão parte do estudo de caso presente neste trabalho.

3.6. Papelão Ondulado e Embalagens

3.6.1. Contexto tecnológico das Embalagens

Conforme Rundh (2005), três categorias de materiais são as mais utilizadas em embalagens atualmente, e representam, juntas, cerca de 84% do mercado de embalagens mundial: papel e papelão ondulado, plásticos e metais. O papel e o papelão ondulado representam economicamente cerca de 1/3 de todo este mercado, conforme o Quadro 3-1.

Quadro 3-1. Números do mercado global de embalagem

Material	Valor (bilhões de U\$)	Porcentagem (%)
Vidro	30	6
Máquinas para embalagem	25	5
Metal	120	24
Plásticos	140	28
Papel e papelão ondulado	160	32
Outros	25	5
Total	500	100

Fonte: Packforsk (2001) citado por Rundh (2005)

Segundo Lee e Lye (2003), em termos globais mais de 78% das indústrias utilizam embalagens em papel e papelão para seus produtos.

Os plásticos são a segunda categoria mais utilizada (28%), e seu consumo tem crescido graças ao baixo peso e excelentes propriedades de proteção, e é freqüentemente usado em composição com outros materiais. O metal representa 24% do mercado mundial de embalagens, e é bastante usado na indústria alimentícia e de bebidas, mas também para aplicações industriais, como produtos líquidos (RUNDH, 2005).

Os dados apresentados indicam que o papelão ondulado é um material já consolidado no mercado mundial de embalagens, tanto em termos de tecnologias de produção quanto em formas de utilização. Além disso, apresenta vantagens ambientais já explicitadas no capítulo 1. A seguir, este material será descrito em termos de características físicas e de processos.

3.6.2. *Papelão ondulado: definição e classificação*

Conforme ABPO (2006), o papelão ondulado tem como matéria-prima básica a celulose, e é composto por elementos ondulados (miolos) que são fixados a elementos planos (capas). O papelão ondulado é composto por várias camadas de papéis, de maneira a formar uma estrutura composta por um ou mais elementos ondulados, chamados miolos, fixados a elementos planos chamados capas.

A união das chapas planas e onduladas forma a composição do papelão ondulado, sendo que é possível uma associação de papéis de diferentes tipos com características distintas, o que resulta em diversas composições.

A capa é o elemento plano do papelão ondulado, pode ser colocada, em relação à chapa, de forma externa, intermediária ou interna (vide Figura 3-4). O miolo é o elemento ondulado do papelão e localiza-se no intermédio das capas. Geralmente é produzido com papel reciclável para facilitar a produção das ondas. O papelão ondulado pode ser de face simples, parede simples, parede dupla, parede tripla, e de parede múltipla.

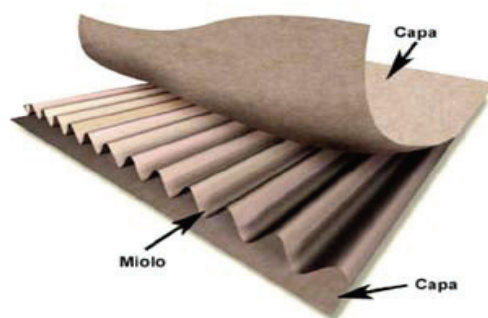


Figura 3-4. Estrutura do Papelão Ondulado

Fonte: ABPO (2006)

De acordo com a terminologia da ABPO-PO /T1 (2005) os tipos de papelão ondulado são:

- Parede Simples ou onda simples: estrutura formada por um elemento plano fixado de cada lado do elemento ondulado;
- Parede Dupla ou onda dupla: composição de três elementos planos colados a dois elementos ondulados, intercalando-se os elementos;
- Parede Tripla ou onda tripla: formado por quatro elementos planos colados a três elementos ondulados, intercalando-se os elementos;
- Parede Múltipla: estrutura formada por cinco ou mais elementos planos, colados a quatro ou mais elementos ondulados, intercalando-se os elementos.

Os papéis mais comumente utilizados na produção do papelão são de três tipos:

- Papel Kraft: este papel é composto de elevado percentual de fibras virgens e tem elevadas propriedades de resistência e se destinam as fabricações de sacos multifoliados (sacos de cimento) e de papel para caixas de papelão ondulado. Sua cor varia desde o marrom escuro até o amarelo claro e estas variações de tonalidade provêm da madeira empregada, processo de obtenção das fibras, ou processo de limpeza e depuração. A cor é irrelevante, pois o que mais tem valor são suas qualidades físicas;
- Papel Test-Liner: neste papel tenta-se obter uma boa resistência física com a mistura de fibras recicladas com fibras virgens. Quanto maior for a quantidade de fibras virgens mais elevada será sua resistência. Sua cor também é variável desde o marrom escuro até o amarelo claro;
- Papel Miolo/Reciclado: Este papel é composto de somente fibras recicladas. Um bom miolo poderá ser fabricado utilizando-se aparas de sacos multifoliados ou papelão ondulado que contém fibras de um comprimento maior. Porém com a utilização de fibras de refugo de papéis de escritório e papeis finos de impressão e escrita tende a empobrecer a qualidade deste papel. Sua cor também é marrom, porém um pouco mais embranquecido devido à mistura de fibras que foram branqueadas. Para a obtenção de características adequadas é necessário uma seleção criteriosa dos papeis velhos e aparas que irão ser reciclados.

3.6.3. Breve histórico do papelão ondulado

Conforme ABPO (2004), as primeiras embalagens feitas de papel datam do século XIV, e tinham espessuras elevadas, mas não eram necessariamente resistentes. O surgimento do papelão ondulado foi possível com a invenção do “ondulador de ferro”, inicialmente usado para fazer dobras do colarinho do hábito de freiras. A primeira patente do papelão ondulado foi obtida por dois ingleses, e usada para dar rigidez a cartolas da época. Em 1871, o americano A. L. Jones obteve a patente para utilizar o papelão ondulado para embalar garrafas e vidros para lampião, substituindo a palha e a serragem (ABPO, 2004).

Em 1874, Oliver Long criou o papelão ondulado com uma ou duas capas, e com isso percebeu-se que as ondas rígidas formavam coluna, e que esta estrutura básica podia suportar grande peso. A aplicação em grande escala de tal inovação ocorreu com a revolução industrial, pois todos os tipos de mercadorias estavam sendo transportados para distâncias cada vez maiores. As caixas e barris de madeiras, então em uso, eram pesados e caros, e o papelão ondulado tornou-se uma solução mais viável econômica e tecnicamente.

Em 1881 Thompson, com a companhia de Norris, criou a primeira máquina para a fabricação de papelão ondulado de face-simples. Em 1895 foi desenvolvida a primeira ondulateira (Figura 3-5) pelo inglês Jefferson T. Ferres, da Sefton Manufacturing Co. (ABPO, 2004).



Figura 3-5. Ilustração de ondulateira antiga

Fonte: Embasold (2006)

3.6.4. Ciclo de vida típico do papelão ondulado

O uso do papelão ondulado ainda é mais comum em embalagens descartáveis, e neste caso apresenta um ciclo de vida semelhante ao descrito na Figura 3-6. As etapas

de 1 a 3 indicam a pré-produção do papelão ondulado, a partir da extração da madeira e sua transformação em papel.

No Brasil as madeiras utilizadas provêm quase que exclusivamente de florestas manejadas de *pinus* e eucalipto (MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO, 1976). O processo mais conhecido e utilizado de produção de papel é o Kraft, que produz fibras de altas resistências. De maneira geral, o processo de produção consiste em transformar as toras de madeira em cavacos, colocá-los em digestores (parecido com uma panela de pressão) em que são submetidos à temperatura e pressão.

O resultado é uma pasta que depois de lavada contém fibras virgens. A cor natural é marrom, normalmente chamado de pardo. Pode ser branco quando as fibras de celulose são banhadas em água oxigenada.

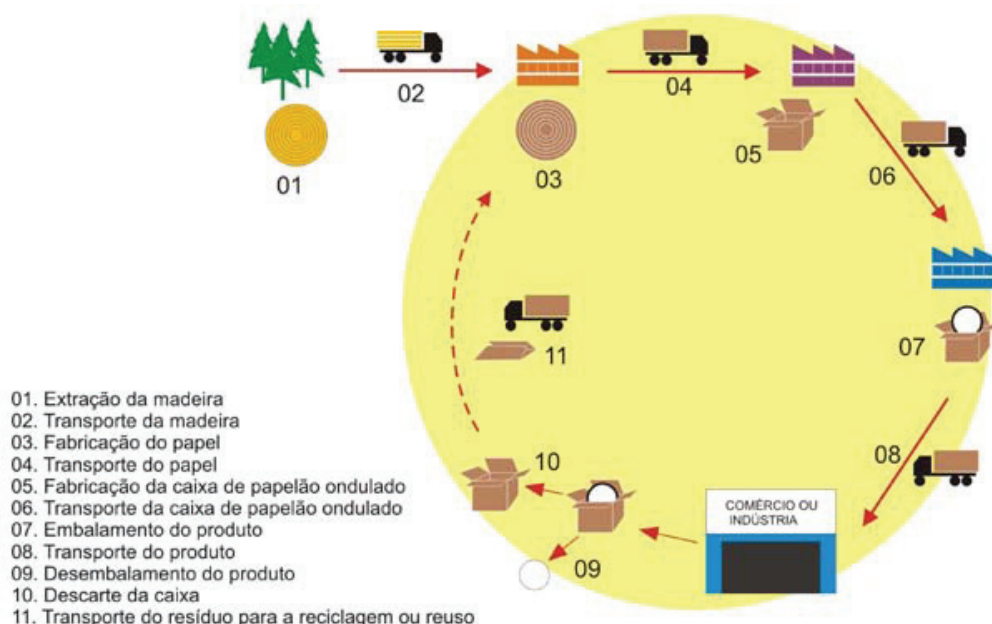


Figura 3-6. Ciclo de vida típico do papelão ondulado em embalagens

Fonte: Elaborado com base em ABPO (2006)

O processo de fabricação de papel (Figura 3-7) inicia com o corte e o transporte de toras de madeira, que em seguida são cortadas ao meio, descascadas e picadas, formando-se os cavacos (pedaços de madeira picados em formato e tamanho adequados para a obtenção da celulose). Estes cavacos são encaminhados para digestores, que separam a lignina das fibras da madeira por meio de uma ação química.

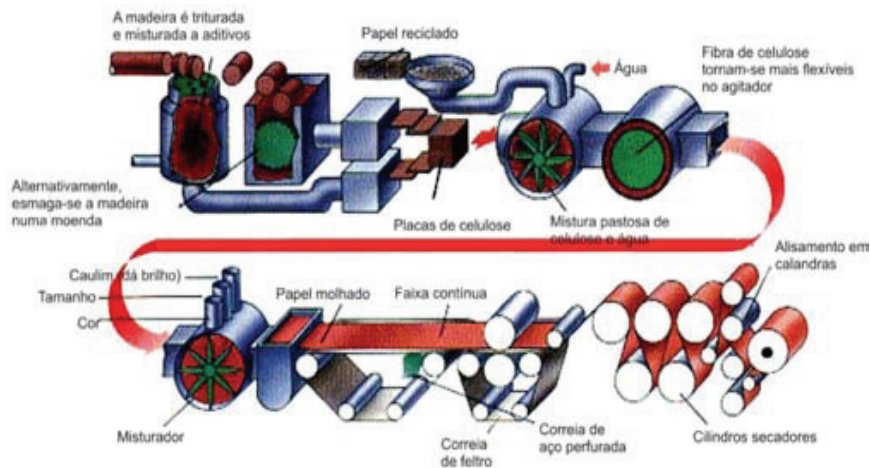


Figura 3-7. Processo Kraft de produção de papel

Fonte: Aparas São Judas (2006)

Depois as fibras passam por um processo de refinamento para permitir uma folha mais bem formada e com maior resistência. A água em quantidade abundante é usada para lavar, dissolver, misturar e transportar as fibras de celulose.

As fibras são depositadas em uma tela metálica ou plástica relativamente fina, disposta sobre cilindros que rodam de modo contínuo, permitindo o entrelaçamento das fibras e a formação das folhas de papel contínuas. Depois de prensada, a folha de papel ainda contém uma umidade elevada, em torno de 65%. No final do processo o papel é secado em secadores cilíndricos de ferro fundido, aquecidos por vapor, os quais podem atingir até 120°, e em seguida enrolado em grandes bobinas, e então está pronto para a fabricação do papelão ondulado.

O papel a ser ondulado (denominado miolo) passa por um processo de amaciamento com vapor, e em seguida por um par de cilindros dentados chamados de corrugadores. Em seguida é colada uma folha lisa, formando o papelão ondulado de face simples. As chapas são formadas de modo contínuo, e cortadas na largura e comprimento desejados. Normalmente as chapas já saem vincadas conforme as especificações do cliente, para facilitar futuras dobras.

Finalmente, as chapas são empilhadas em fardos e transportadas para a fabricação de caixas ou acessórios (etapa 05 da figura anterior), que serão usadas para o embalamento e transporte de produtos diversos (etapas 06 a 09). Após a retirada dos produtos, as embalagens normalmente são descartadas, podendo ser recicladas para uso em uma nova produção de papel.

3.6.5. *Impressão no papelão ondulado*

Existem diferentes processos de impressão em papelão ondulado, como a impressão flexográfica, serigráfica e jato de tinta diretamente no papelão, e impressão *offset*, com posterior acoplagem no papelão. Cada uma destas opções apresenta diferenças de aplicação, custo, qualidade e impactos ambientais.

A flexografia é o processo mais utilizado, com tintas e vernizes a base d'água, imprime de uma a cinco cores mais verniz, dependendo do equipamento (vide Figura xxx). Este processo consiste em um método de impressão tipográfica rotativa que emprega pranchas (formas) de borracha e tintas líquidas de secagem rápida. O sistema de impressão flexográfica tem como características principais a utilização de uma forma flexível em alto relevo, utilização de tinta líquida (à base de água ou solvente), sistema de impressão direto (ABFLEXO, 2006).

A serigrafia é um processo normalmente utilizado para pequenas tiragens, para trabalhos que não necessitam de muitas cores ou grande qualidade de impressão (p.ex.: caixas para pizzas). São utilizadas telas semipermeáveis e tintas de secagem rápida, e é um processo de custo relativamente baixo.

O processo de impressão *offset* é realizado com tintas a base de óleos minerais ou vegetais, e permite a aplicação de vernizes oleosos ou a base d'água e laminações. É um processo de custo relativamente baixo desde que feito em tiragens que viabilizem o uso do processo, e que variam conforme a gráfica que o utiliza (ABIGRAF, 2006).

A impressão direta a jato de tinta para superfícies rígidas é uma tecnologia nova, ainda pouco conhecida e utilizada no Brasil, e que apresenta alta qualidade de definição. Os custos ainda são um pouco altos se comparados aos outros processos de impressão, mas apresentam-se como opção para algumas aplicações específicas. A empresa Embrart é uma empresa brasileira que utiliza esta tecnologia.

3.6.6. *Abordagens contemporâneas para aplicação em embalagens em papelão ondulado*

Além da impressão digital, há pelo menos duas tecnologias que trazem para as embalagens em papelão ondulado novas possibilidades, tanto de ganhos operacionais e econômicos quanto ambientais:

- Tecnologias como a detecção de metais e as placas de radiofrequência (RFID). Estas podem ser utilizadas para verificar a origem, controle logístico e aplicações antifurto;
- Técnica CFG (*cushion folder gluer*), que permite a criação de calços e dobras reversas, e que será explicada a seguir.

3.6.6.1. A técnica de produção CFG para o papelão ondulado

Origens

A tecnologia CFG para o papelão ondulado foi desenvolvida pela empresa japonesa Tokan Kogyo Co. Ltd., fabricante de embalagens desde 1950. O aumento no rigor com relação às regulamentações ambientais por parte do governo japonês foi determinante para a criação desta técnica.

As características sustentáveis do papelão, aliadas à resistência e flexibilidade de uso determinaram a escolha do papelão ondulado, mas com um desafio: o de atender todas as necessidades projetuais sem a adição de qualquer outro material.

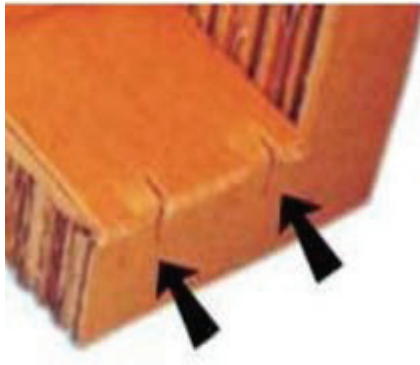


Figura 3-8. Detalhe das dobradiças em embalagem com uso do CFG
Fonte: Embrart (2005)



Figura 3-9. Máquina automatizada de produção de embalagens em papelão ondulado com a técnica CFG
Fonte: Höerauf (2007)

Características

O conceito do CFG baseia-se numa solução de dobradiça (vide Figura 3-8) que permite um número de flexões no papelão ondulado muito maior do que o

proporcionado pelo sistema convencional de corte e vinco. É feito o corte de várias camadas de papelão ao mesmo tempo, e a criação de vincos é feita sem a necessidade de virar a chapa. Algumas empresas, como a alemã Höerauf, utilizam equipamentos automatizados este processo (Figura 3-9).

Características e aplicações

A flexibilidade de uso é um dos diferenciais, pois permite que a chapa seja dobrada para ambos os lados sem que haja comprometimento do material. No sistema tradicional de vincagem, quando o papelão é dobrado num sentido oposto ao previsto, pode haver rompimento do material.

O sistema CFG facilita também o empilhamento do material, com a chapa formando uma espécie de “sanfona”. Desta forma, o CFG é utilizado principalmente em calços (Figura 3-10) para proteção de produtos de valor agregado, como louças sanitárias, equipamentos eletro-eletrônicos e componentes automotivos (Figura 3-11).

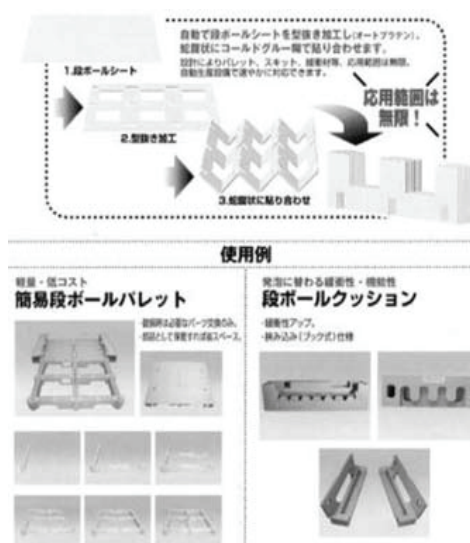


Figura 3-10. Exemplos de utilização da tecnologia CFG em embalagens
Fonte: OjiGroup (2005)



Figura 3-11. Embalagem em CFG para equipamento, produzida pela Shizuoka
Fonte: OjiGroup (2005)

Em termos de sustentabilidade, uma das grandes vantagens do CFG é a possibilidade de se minimizar perdas e refugos de material. A redução no consumo de energia durante a produção é outra vantagem, pois não há necessidade de se virar a chapa para vincagem. Pode-se minimizar ou eliminar componentes extras formados por outros tipos de materiais, uma vez que a dobradiça é feita na própria chapa.

A criação de junções mais resistentes se comparadas aos métodos tradicionais é outra vantagem, dando maior resistência à embalagem e conseqüentemente melhor proteção ao produto nela acondicionado. Há também a facilidade de desmontagem e separação de materiais no descarte, pois o sistema não prevê uso de materiais extras.

Finalmente, o sistema é de montagem/desmontagem bastante intuitiva para o usuário, o que amplia a expectativa de vida útil do produto (SANTOS *et al*, 2005). Uma das desvantagens do sistema está relacionada ao custo, ainda superior ao de outros materiais como, por exemplo, o EPS (poliestireno expandido) e a madeira.

Pesquisas em CFG

A flexibilidade de uso do CFG apresenta possibilidades de aplicação que vão além das embalagens, possibilitando a criação de outros produtos como, por exemplo, brinquedos, móveis e displays promocionais. Algumas destas possibilidades foram exploradas em projeto desenvolvido pelo Núcleo de *Design* e Sustentabilidade da UFPR – Universidade Federal do Paraná em parceria com a empresa Embrart.

Estas soluções foram expostas na 2ª. Exposição *Design* em Papelão Ondulado, realizada em 2005 na UFPR, e na Feipack 2005 – 2ª. Feira Sul - brasileira de Embalagem. Além disso, foi apresentado artigo no 3º Congresso Internacional de Pesquisa em *Design* (Rio, 2005) sobre aplicação da tecnologia CFG em móveis de interesse social (SANTOS e UTIME, 2005).

Situação atual da tecnologia

Atualmente a tecnologia CFG vem sendo utilizada por pelo menos quatro empresas de embalagens de papelão no mundo todo. Além da empresa japonesa Tokan Kogyo Co. Ltd. (criadora do CFG), o CFG é utilizado pela OJI Group (Japão), Höerauf (Alemanha) e mais recentemente a Embrart (Brasil), que inicia suas pesquisas com essa tecnologia. As aplicações vão desde o embalamento de máquinas e equipamentos, aparelhos eletro-eletrônicos, mobiliário, vidros e espelhos, louças e acessórios e peças especiais.

3.6.7. Discussão

Com relação à revisão de literatura, pôde-se observar uma grande concentração de produção científica em sustentabilidade a partir da metade da década de 1990, notadamente com ênfase no âmbito corporativo e no aspecto ambiental (ciclo de vida

dos produtos industriais, produção limpa e *ecodesign*). No entanto, a partir da virada do século, a literatura pesquisada aponta um aumento na quantidade de estudos ligados a novas formas de consumo, e a estratégias como os PSS.

Analisando a literatura pesquisada, pôde-se visualizar, tanto no meio corporativo quanto da sociedade organizada e mesmo dos governos, uma gradual tendência de ampliação das preocupações sobre sustentabilidade focadas na questão ambiental dos modos de produção (inicialmente em processos e depois nos produtos) para questões mais amplas que envolvem também a dimensão social, com ampliação da responsabilidade das empresas neste aspecto. Estas questões envolvem também novas formas de consumo e a possibilidade de novos estilos de vida, com grandes implicações nos modelos de negócios atualmente utilizados pelas empresas.

A desmaterialização do consumo, a partir da mudança da economia baseada na posse de produtos para outra fortemente baseada em altos níveis de serviços é apenas uma destas implicações (UNEP, 2000). Este tema tem sido alvo de estudos cada vez mais aprofundados, envolvendo tanto o meio acadêmico quanto empresas, principalmente na Europa.

No entanto, percebeu-se que no Brasil o tema PSS ainda é muito recente, e quase desconhecido na época de desenvolvimento desta dissertação. Embora muitas empresas brasileiras já estejam inseridas numa economia de serviços (58% segundo o Banco Mundial, 2004), a maioria delas ainda não considera em suas estratégias de negócios a questão da sustentabilidade.

Apesar disso, com a revisão de literatura verificou-se uma tendência crescente de implantação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGAs). Isto ocorreu principalmente entre médias e grandes empresas do setor automotivo (EPELBAUM, 2004). Da mesma forma, percebeu-se que a responsabilidade social é um tema cada vez mais freqüente nas políticas das empresas.

O grande desafio ainda é a contabilização das variáveis ambientais e sociais, embora já existam instrumentos para essa finalidade, como o *Life Cycle Costing* (LCC), voltado ao cálculo do custo ambiental, ou os indicadores do Instituto Ethos (ETHOS, 2006), voltados à medição do nível de responsabilidade social das empresas.

No que se refere à logística, notou-se que há um potencial de atuação bastante significativo para o design quanto à redução dos impactos ambientais ao longo da cadeia

logística, em especial no que se refere às embalagens B2B. A ênfase das empresas ainda é em termos de reciclagem das embalagens, sem que haja uma consideração sistêmica dos impactos ambientais. Etapas como o transporte são ainda pouco consideradas em termos de impactos no meio-ambiente, embora as consequências do uso excessivo de combustíveis fósseis e dos gases poluentes emitidos sejam conhecidas e estudadas por vários especialistas.

Evidenciou-se, neste estudo, que há um grande potencial de atuação para o designer, e que extrapola a mera intervenção em produtos. Ações como a redução no número de viagens, supressão de etapas de embalamento e/ou de controle compõem um novo conjunto de possibilidades para o designer, desde que o mesmo desenvolva conhecimentos, habilidades e competências novas, a fim de desenvolver projetos mais sistêmicos. Há também o desafio de convencer as empresas que utilizam embalagens B2B a compreender o design e a sustentabilidade como elementos estratégicos de negócio, que podem agregar novos valores aos seus produtos e serviços.

Capítulo 04

Método de pesquisa

4. MÉTODO DE PESQUISA

4.1. Caracterização do problema

Conforme apontou a revisão de literatura apresentada no Capítulo 02, as pesquisas ligadas à sustentabilidade no âmbito corporativo já vem ocorrendo desde os anos 90, e abordagens como produção limpa, projeto para o ciclo de vida e *ecodesign* são estudadas desde este período. No entanto, a ênfase inicial na melhoria ambiental dos processos e posteriormente dos produtos vem migrando, gradativamente, para uma abordagem mais sistêmica.

Principalmente a partir do ano 2000, percebe-se uma ampliação na quantidade e qualidade de pesquisas ligadas a sistemas produto-serviço, e sobre formas de produção e consumo que sejam ambiental e socialmente mais responsáveis. Isto vem ocorrendo também com relação às embalagens, e especialmente aquelas movimentadas entre empresas.

No caso do *Design* de embalagens, embora seja possível perceber vários estudos no continente europeu e algumas iniciativas na Austrália e Estados Unidos, percebe-se no Brasil uma necessidade de ampliar o volume de pesquisas que incluam o *Design* como ferramenta para alcançar sistemas mais sustentáveis. Isto é ainda mais evidente no caso das pesquisas sobre embalagens B2B, foco desta dissertação.

Seja por meio de estratégias voltadas ao produto (*ecodesign*), ou de estratégias sistêmicas como os sistemas produto-serviço (PSS), há uma carência de conhecimento orientado de forma específica para profissionais e empresas que trabalham no projeto e operação de embalagens na modalidade B2B.

No âmbito da pesquisa científica, esta carência de informações também se verifica na baixa produção de artigos científicos sobre *ecodesign* e PSS aplicados a necessidades de proteção e transporte. Com relação ao objeto de estudo desta dissertação (os sistemas produto-serviço), os estudos sobre este tema são ainda recentes, bem como suas metodologias e aplicações, e os resultados de projetos já implantados ainda são em pequeno número.

Isto caracteriza a pesquisa basicamente como exploratória, pois se busca explorar o tema dos produtos-serviços de forma abrangente, e suas possíveis relações com as embalagens B2B. Contudo, a tendência aponta para o crescimento quantitativo

neste tipo de estudo. O Quadro 4-1 demonstra tal afirmação apresentando as tendências em pesquisa relativas aos temas estudados, nos últimos onze anos (1996-2007).

Quadro 4-1. Frequência de publicações sobre PSS de 1996 a 2007

	Artigos sobre PSS no The Journal of Sustainable Product Design, Journal of Cleaner Production e Revista Estudos em Design	Artigos sobre PSS em congressos nacionais (GCSM 2006, P&D 2006, ISSD/SBDS 2007)	Outras publicações (relatórios, livros, manuais, <i>workshops</i>) sobre PSS
2000			(UNEP, 2000)
2001	(O'CONNOR; HAWKES, 2001); (WILLIAM et al, 2001) DIEHL; CRUL; BIJMA, 2001); (SMITH, 2001); (ROSE; ISHII, 2001); (STEVELS, A., 2001)		(UNEP, 2001)
2002	(JELSMA; KNOT, 2002); (MANN; JONES, 2002); (MANZINI; RITZEN; BESKOW, 2002); (SMITH, 2002); (STEVELS, 2002); (MONT, 2002)		
2003	(MONT, 2003); (MAXWELL; VORST, 2003); (MANZINI; VEZZOLI, 2003); (MONT; LINDHQUIST, 2003); (MORELLI, 2003)		(MANZINI, JEGOU, 2003); (TUCKER; VAN HALEN, 2003)
2004			(EMUDE, 2004); (JÉGOU; JOORE, 2004); (MANZINI; COLLINA; EVANS, 2004); (UNEP, 2004);
2005	(BESCH, 2005)		(HALEN; VEZZOLI, WIMMER, 2005);
2006	(MONT; TUCKER, 2006); (COOK; BAHMRA; LEMON, 2006); (MAXWELL; SHEATE; VORST, 2006); (AURICH; FUCHS; WAGENKNECHT, 2006); KRUCKEN; MERONI, 2006); (TUCKER; TISCHNER, 2006)	(VEZZOLI, 2006); (TANURE <i>et al</i> , 2006); (MARTINS; SAMPAIO, 2006); (SANTOS; SAMPAIO, 2006)	(SCORE NETWORK (SER MAIS ESPECÍFICO)...
2007	(WILLIAMS, 2007)	(SAMPAIO, 2007); (FERREIRA; COUTINHO, 2007); (SAMPAIO; FONTOURA,, 2007)	(TUCKER, 2007)

Este quadro apresenta uma visão geral dos artigos publicados no *The Journal of Sustainable Product Design*, *Journal of Cleaner Production* e Revista Estudos em *Design*.

No âmbito nacional, as primeiras publicações sobre PSS datam de 2006 e 2007, com os eventos P&D – Congresso Internacional de Pesquisa em *Design* 2006 (em Curitiba/PR), GCSM – *Global Congress on Sustainable Manufacturing* 2006 (em São Carlos/SP), ISSD – *International Symposium on Sustainable Design* 2007 (em Curitiba/PR) e ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em projeto do Vale do Itajaí (Camboriú/SC). Mesmo assim, tais artigos foram publicados tendo o presente pesquisador desta dissertação como um dos autores principais.

Os estudos sobre este tema são ainda recentes, bem como suas metodologias e aplicações, e os resultados de projetos efetivamente implantados ainda não permitem generalizações, pois dependem também dos contextos ambientais, econômicos, sociais, culturais e tecnológicos em que são estudados. Portanto, o contexto da produção científica acerca do tema permite caracterizar a pesquisa basicamente como exploratória, pois se busca explorar o tema dos produtos-serviços de forma abrangente e suas implicações para o *Design* de embalagens B2B.

4.2. Seleção do método de pesquisa

Tendo em vista o exposto na seção anterior, onde se conclui que a pesquisa tem caráter exploratório, o método de pesquisa adotado neste trabalho é o estudo de caso precedido da revisão bibliográfica.

Justifica-se o estudo de caso, porque, conforme os critérios de seleção propostos por Yin (2005), esta dissertação se propõe a responder a questão do tipo **como** (“como tornar mais sustentável o uso da embalagem em papelão ondulado movimentada entre empresas?”), envolvendo um problema contemporâneo. E **por que** (explicar por que o uso de sistemas produto-serviço pode favorecer a sustentabilidade). Além disso, a pesquisa trata de eventos no mundo real, embora escassos, onde não é possível o controle efetivo sobre eventos comportamentais.

Além dos critérios apresentados por Yin, a presente pesquisa busca entender e estabelecer ligações operacionais entre elementos, outra característica dos estudos de caso apontada por Robson (2003).

4.3. Estratégia de desenvolvimento

A presente pesquisa foi realizada em três etapas principais, sendo que a primeira consistiu da revisão da literatura e as duas etapas seguintes tratam da pesquisa de campo realizada através do método do estudo de caso. A Figura 4-1 mostra, de modo esquemático, a seqüência das etapas realizadas:

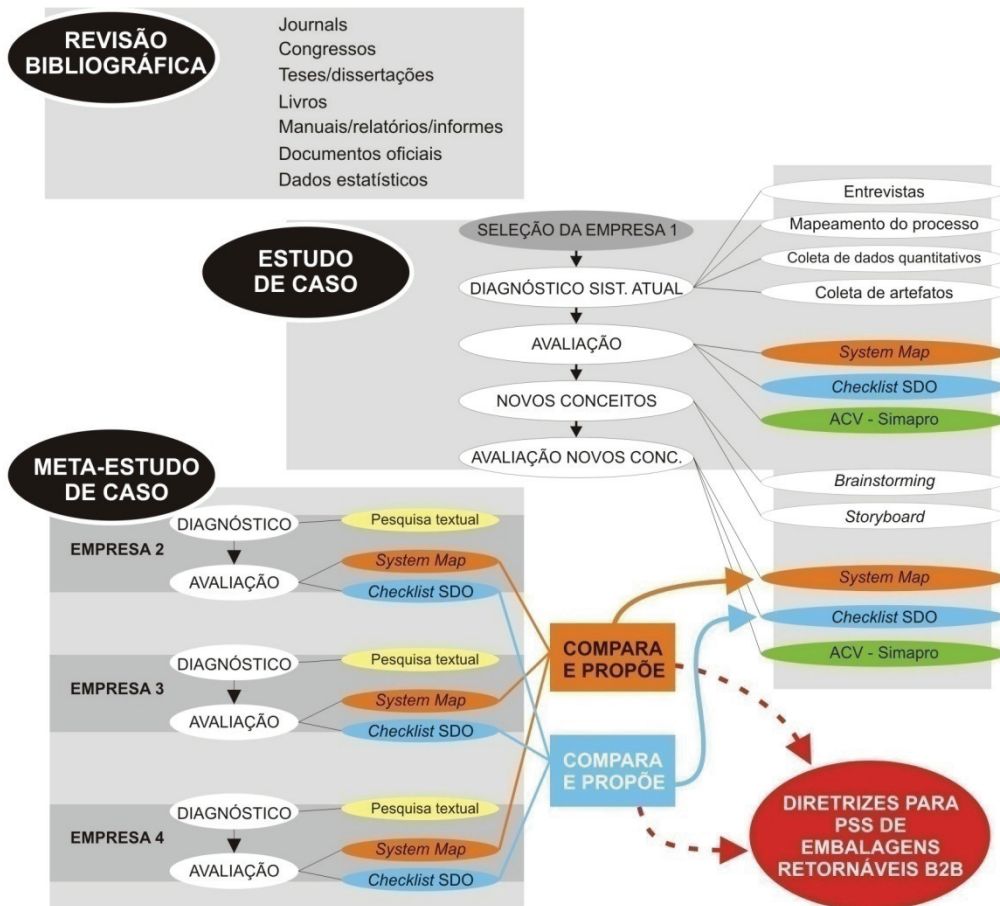


Figura 4-1. Representação esquemática do método de pesquisa utilizado

Foram utilizadas as seguintes fontes de pesquisa para a revisão bibliográfica (primeira etapa da pesquisa): *Journals: The Journal of Sustainable Product Design* e *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, fontes principais de pesquisa em artigos científicos, e em menor volume os periódicos *Journal of Cleaner Production*, *Revista Estudos em Design*, *Design Issues*, *Transportation Research & Management*, *British Food Journal*, *Journal of Product & Brand Management* e *Journal of Economic Psychology*.

Foram pesquisados também bancos de artigos, dissertações e teses da UFSC e da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Manuais, relatórios e informes, especialmente aqueles relativos à produção, consumo e *marketing* sustentáveis e metodologias da UNEP/ONU, PNUMA/ONU, CEGESTI, *Score Network*, *Enviros Consulting* e SEBRAE.

Além disto, foram consultadas pesquisas sobre embalagens desenvolvidas pelo CETEA – Centro de Tecnologia em Embalagens; relatórios setoriais da FEFCO, ICCA, ABPO, CEMPRES, sobre aspectos econômicos e ambientais do papelão ondulado, além de artigos de eventos científicos nacionais e livros, em especial aqueles voltados à sustentabilidade e ao *Design* sustentável, suas estratégias e metodologias; autores relevantes em temas específicos (ex.: Porter (1980), sobre competitividade); documentos oficiais disponíveis online, como a Agenda 21 Brasileira (2004) e o Plano Plurianual 2004-2007; dados estatísticos disponíveis online, como os do IBGE (2006).

A segunda etapa consistiu de um estudo de caso único, no qual foi efetivamente projetado um sistema produto + serviço. Este estudo de caso buscou, além de avaliar o nível de sustentabilidade quanto às embalagens da empresa estudada, realizar uma intervenção baseada em PSS e sua posterior avaliação comparativa em relação à situação anterior.

Na terceira e última etapa realizou-se uma meta-estudo de caso, a partir de informações sobre experiências em PSS no Brasil, permitindo a ampliação da validação externa dos constructos da dissertação. Esta última etapa seguiu as diretrizes de Eisenhardt (1991) que sugere entre quatro e dez estudos para fins de comparação e generalização dos resultados.

4.4. Critérios de seleção do Estudo de Caso

A escolha da empresa e do processo onde foi realizado o estudo de caso deveria obedecer a quatro critérios:

- Deveria tratar-se de uma grande empresa, conforme classificação de porte definida pelo SEBRAE (2006) (> 500 empregados);
- A empresa deveria localizar-se na Região Metropolitana de Curitiba, para viabilizar a realização da pesquisa de campo;

- A empresa deveria ter implantado um sistema de gestão da qualidade (ISO9000) e de gestão ambiental (ISO14000);
- A empresa deveria utilizar embalagens descartáveis de papelão ondulado para o transporte de seus componentes, em regime B2B.

Capítulo 05

Protocolo de coleta e análise de dados

5. PROTOCOLO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS DO ESTUDO DE CASO 01 E DO META-ESTUDO DE CASO.

5.1. Visão Geral

Nesta dissertação propõe-se que a estratégia de sistemas produto-serviço (PSS) pode minimizar o impacto ambiental do uso de embalagens movimentadas entre empresas. Para tanto, a pesquisa de campo foi realizada com base em um método próprio para o desenvolvimento de PSS: o MEPSS – *Methodology for Product Service Systems* (ver detalhes no capítulo 2) concebido dentro do projeto europeu “5º. Framework Programme” (VEZZOLI; WIMMER, 2005).

A correlação entre as etapas do MEPSS e as etapas efetivamente realizadas no estudo de campo é apresentada na Figura 4-2, bem como as ferramentas utilizadas. A pesquisa de campo foi desenvolvida em cinco etapas sequenciais: diagnóstico da situação existente, avaliação do nível de sustentabilidade da situação existente, proposição de um novo sistema, avaliação do nível de sustentabilidade da nova proposta e validação da proposta por meio de comparação com outros estudos de caso reportados na literatura.

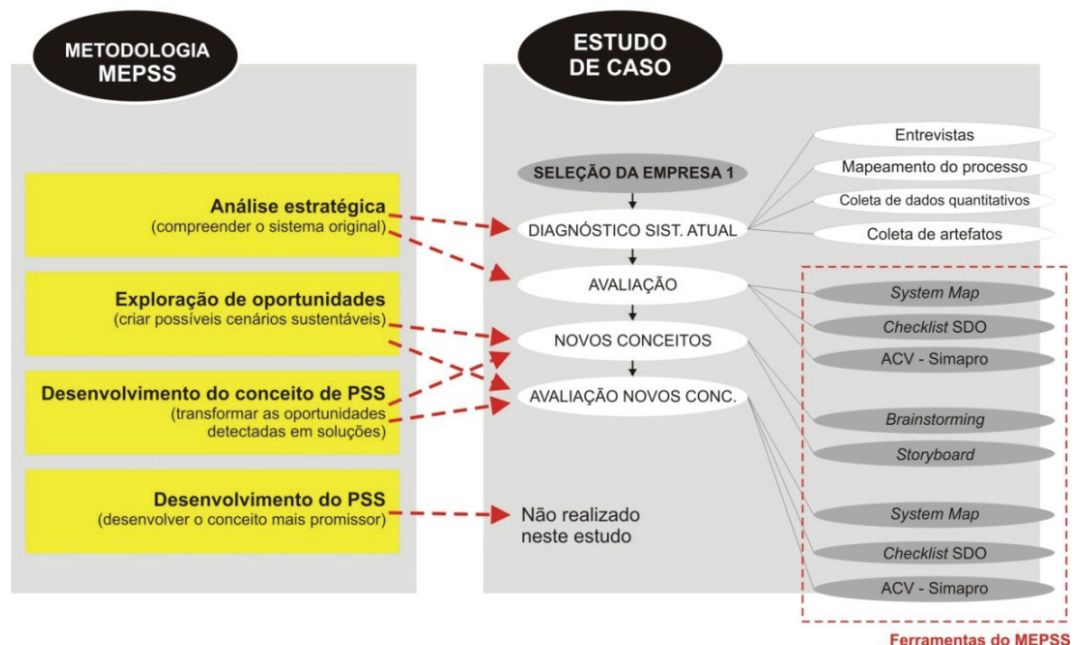


Figura 5-1. Relação entre as fases da pesquisa de campo e as fases do MEPSS

Para a realização da pesquisa, houve a participação de seis pesquisadores do Núcleo de *Design* e Sustentabilidade da UFPR, sendo um professor-coordenador (Prof.

Dr, Aguinaldo dos Santos, PhD) um mestrando em *Design* (o autor desta dissertação) e quatro alunos de Iniciação Científica em *Design* (Gustavo Tonietto, Rosana Aparecida Vasques, Viviane da Costa Rocha e Diego Silvério).

Houve também a participação de duas pesquisadoras da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), que realizaram a Análise do ciclo de vida (ACV) do projeto, e de um profissional de indústria de embalagens.

5.1.1. Etapas da pesquisa de campo

A seguir, são descritas as cinco etapas da pesquisa de campo apresentadas esquematicamente na Figura 4.2, e as ferramentas utilizadas em cada uma delas.

5.1.1.1. Etapa 01: Diagnóstico

Na etapa de diagnóstico foram utilizadas as ferramentas de coleta de dados descritas a seguir.

a. Entrevistas semi-estruturadas

Foram feitas entrevistas semi-estruturadas com três especialistas da empresa estudada (Apêndice 9). Nestas entrevistas foram verificadas características, problemas, restrições e sugestões de melhoria, e também se a empresa já tinha experiência no desenvolvimento conjunto (*codesign*) de serviços com seus fornecedores, a fim de se verificar a possibilidade de parceria para a implantação de um PSS.

A forma de utilização e divulgação dos dados fornecidos pela empresa foi definida a partir de termo de sigilo assinado entre o NDS/UFPR e a Volkswagen (Apêndice 1).

b. Mapeamento do processo e operações

Baseado em Shingo (2002), foi realizado o mapeamento do fluxo das embalagens com o auxílio das entrevistas, observação direta com registro fotográfico e mensuração de tempos e distâncias. Também foi mapeado o fluxo de operações (pessoas e máquinas) associadas ao processo mapeado. Esta ferramenta (Ver Apêndice 2) foi utilizada para observar pontos do processo que poderiam ser otimizados/eliminados e, também, possibilidades de eliminação/simplificação de operações associadas a este processo.

O resultado desta etapa consiste de uma tabela e um gráfico indicando os tempos e distâncias e descrição do conteúdo de cada etapa do fluxo do processo e, também, o fluxo das principais operações.

c. Coleta de dados quantitativos

Após a realização do mapeamento do processo, foram coletados dados relativos à quantidade, composição e peso das matérias-primas e insumos tanto da embalagem como dos produtos transportados, e foram consultados catálogos e outras informações fornecidas pela empresa. O formulário de coleta dos dados quantitativos é apresentado no Apêndice 10 e segue a estrutura nele proposta.

Para permitir a Análise de Ciclo de vida foram coletados os seguintes dados: Tipo de caminhão utilizado no transporte; Distância percorrida pelo caminhão; Tipo e quantidade de papelão ondulado usado na confecção das embalagens; Tipo e quantidade de materiais adicionais usados no processo (ex.: filme plástico para manter as caixas unidas).

d. Coleta de artefatos físicos

Esta coleta teve o propósito de apoiar o estudo do problema. Foram coletadas e fotografadas amostras tanto dos componentes plásticos transportados quanto das embalagens utilizadas. Os artefatos foram montados em um painel durante toda a fase da pesquisa, permitindo sua caracterização em termos de forma, tamanho e peso. Tanto os componentes transportados quanto as embalagens foram medidos e pesados individualmente, e classificados em três categorias principais: pequenas, médias e grandes.

A partir da coleta de dados feita no diagnóstico iniciaram-se as avaliações qualitativas e quantitativas, que serão descritas na Etapa 02.

5.1.1.2. Etapa 02: Avaliação da situação inicial

A avaliação dos dados foi realizada basicamente em termos quantitativos e qualitativos, com a utilização de três ferramentas: Análise das interações dos *stakeholders* no sistema, Análise do Ciclo de vida e *Checklist* Ambiental. Estas ferramentas são descritas a seguir.

a. *System Map*

Os dados das entrevistas e do mapeamento do sistema foram analisados e permitiram a montagem de um esquema visual (*System Map*) que indica os atores e suas atribuições no sistema estudado, bem como o tipo de interação de cada um (econômico, material, informacional) e os limites do sistema (ver modelo de *System Map* e ícones-padrão no Apêndice 3).

b. Análise qualitativa dos dados ambientais relativos à situação existente

Os dados quantitativos e os provenientes da coleta de artefatos foram analisados por meio de um *checklist* adaptado da ferramenta SDO-MEPSS (ver Apêndice 4). Estes dados foram posteriormente comparados com os da situação proposta, para verificação de possíveis melhorias.

c. Análise quantitativa dos dados ambientais coletados na Fase 01

Foi utilizado o *software* Simapro7 (versão educacional) para ACV – Análise do Ciclo de vida, e o banco de dados Ecoindicator99, presente neste *software*. Esta análise foi feita com o apoio do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da UTFPR, na linha de pesquisa em Tecnologia e Desenvolvimento, pelas pesquisadoras Carla Coelho e Dra. Cássia Ugaya. A forma de utilização e divulgação dos dados resultantes da ACV consta de modelo de declaração específico (Apêndice 5).

Os dados de entrada foram relativos ao banco de dados Ecoindicator99, presente no *software* Simapro 7.0 versão estudantil. Os resultados da ACV são demonstrados de forma visual em três tipos de gráficos, que são descritos em detalhe no Apêndice 6:

- Árvore de impactos por elemento do sistema, no qual são demonstradas as proporções de impacto (em %) para cada elemento (ex.: transporte, embalagem, filme plástico) do sistema estudado;
- Proporção de cada um dos onze tipos de impacto ambiental na situação existente e na nova proposta. As categorias de impacto são: carcinogênicos, respiração de orgânicos, respiração de inorgânicos, mudança climática, radiação, depreciação da camada de ozônio, ecotoxicidade, acidificação/eutrofização, uso do solo, uso de minerais e uso de combustíveis fósseis;

- Comparativo de impacto entre as situações existente e proposta por tipo de impacto ambiental.

5.1.1.3. Etapa 03: Geração de Novos conceitos

Neste estudo buscou-se entender as implicações para o *Design* assim como as barreiras para implementação de PSS em embalagens. A intervenção prevista neste trabalho pretendia verificar os efeitos da intervenção quanto à sustentabilidade ambiental, bem como descrevê-la no contexto de uma determinada empresa.

Para a proposição do novo sistema, foram utilizadas diretrizes de *Design* sustentável para o projeto de novos produtos, propostas por Manzini e Vezzoli (2002) e constantes do *checklist* de sustentabilidade ambiental do SDO-MEPSS (MEPSS, 2006).

Foram utilizadas também as ferramentas de criação de novos cenários, propostas por MANZINI e JÉGOU (2003), especialmente os *storyboards* (Apêndice 7), além do *brainstorming* clássico. Nesta etapa também foi utilizado o *System Map* para visualização da nova proposta e sua avaliação em relação à situação anterior. Estas ferramentas são descritas a seguir.

Storyboard

É um tipo de narrativa composto de duas partes, uma gráfica, formada por quadros contendo desenhos e/ou fotos, e outra textual, que funciona como complemento explicativo para a parte gráfica. São bastante utilizadas em áreas como cinema, publicidade, revistas e jornais, entre outras. Para a proposição de novos cenários, são bastante úteis por permitir a leitura seqüencial da proposta de forma simples e clara.

Manzini e Jégou (2005) propõem o uso desta ferramenta na forma de uma seqüência de cinco quadros, com a colocação de textos explicativos logo abaixo de cada quadro. O conteúdo da narrativa deve considerar basicamente as seguintes etapas: Apresentação do problema; Proposta de solução para o problema; Benefício final da proposta.

Brainstorming

Também conhecido como sessão criativa, é uma ferramenta de geração de idéias que pode ser utilizada tanto de forma individual quanto coletiva. Entre as características desejáveis para um bom *brainstorming*, pode-se listar (D4S, 2007):

Realização por uma equipe interdisciplinar; Liberdade de pensamento, evitar a censura de idéias; Não julgar os outros; Ter atitude receptiva, positiva; Presença de um facilitador com experiência na condução de trabalhos em equipe.

As principais etapas para a realização de um *brainstorming* são (D4S, 2007): 1) Definição do problema: o problema a ser resolvido deve ser definido de forma clara e concisa, por meio da formulação de uma questão do tipo “como” ou “invente”; 2) Fase divergente: gera-se o maior número possível de idéias de forma livre e associativa, sem julgamento ou censura prévia. Nesta fase a quantidade pode gerar qualidade; 3) Categorização/agrupamento de idéias: as idéias são agrupadas em termos de similaridade, para facilitar a seleção das mais promissoras; 4) Fase convergente: as idéias mais promissoras são novamente desenvolvidas, tendo como foco o objetivo-problema colocado inicialmente.

O *Brainstorming* foi complementado com o uso das técnicas criativas MESCRAI e analogias, que podem ser assim descritas (D4S, 2007):

- MESCRAI: é um conjunto de sete ações possíveis de serem aplicadas na geração de novas idéias a partir da sua aplicação em idéias existentes. As ações são: modifique, elimine, substitua, combine, rearranje, adapte e inverta.
- Analogias: busca-se a aproximação do problema com outras situações ou objetos, e podem ser utilizadas de cinco formas diferentes: analogia direta (situações análogas), pessoal (o participante como elemento do problema), natural (elementos ou situações da natureza), fantástica (elementos míticos ou imaginários) e paradoxal (situações ou elementos opostos ao problema).

Com a sessão criativa, foram gerados conceitos a partir de duas abordagens: cenários de curto prazo e de longo prazo, que podem ser assim descritas:

- Cenários para o curto prazo: propostas para resolver o problema em curto prazo, tendo como horizonte temporal o ano de 2006, considerando as limitações atuais de logística e produção. Nesta abordagem considera-se que a embalagem ainda existe e, portanto, o foco é principalmente em tornar mais eficiente o sistema de proteção e transporte em termos econômicos e ambientais;

- Cenários para o longo prazo: propostas de longo prazo, tendo como horizonte um período de dez anos (2016) e considerando menos limitações na logística e produção. Nesta abordagem, busca-se não apenas tornar mais eficiente o sistema, mas alterá-lo se for possível. Isto pode implicar até mesmo em rever elementos da produção, como a supressão dos componentes transportados e, portanto, a eliminação das embalagens.

5.1.1.4. Etapa 04: Avaliação da nova proposta

A avaliação da proposta foi realizada com o uso das mesmas ferramentas de *checklist* do SDO-MEPSS (análise qualitativa) e Análise do Ciclo de vida (análise quantitativa) que foram utilizadas na Etapa 02 (Avaliação da situação inicial). Os dados de entrada e saída para a análise da nova proposta são também os mesmos da etapa de diagnóstico. O foco de análise é o sistema, e não a embalagem em si.

5.1.1.5. Meta-Estudo de caso: Validação Externa do Estudo

Para ampliar o grau de validade e aplicabilidade dos resultados obtidos na pesquisa e, com isso, possibilitar a generalização dos resultados, foram pesquisados outros três estudos de caso similares em embalagens retornáveis. Para isso, foram definidos alguns parâmetros de comparação entre as generalizações obtidas no estudo de caso e em outras empresas nas quais ocorreu implementação do PSS ou de sistemas que se aproximassem desta abordagem.

Para tanto, os critérios de seleção destas empresas são semelhantes aos utilizados no Estudo de Caso 01, com pequenas alterações em função da distribuição geográfica das mesmas e o nível de acesso à informação esperado. Os critérios utilizados foram:

- Deveria tratar-se de uma grande empresa, com mais de 500 empregados, conforme classificação de porte definida pelo SEBRAE (2006);
- A empresa deveria ter implantado um sistema de gestão da qualidade (ISO9000) e de gestão ambiental (ISO14000);
- A empresa deveria ter substituído o uso de embalagens descartáveis por retornáveis para o transporte de algum de seus componentes, em regime B2B;

- A empresa deveria utilizar efetivamente práticas que se assemelham parcial ou totalmente ao conceito do PSS (ex.: serviços de aluguel, *leasing*, uso compartilhado, reuso de embalagem).
- Não havia necessidade das empresas localizarem-se geograficamente próximas à universidade, pois a pesquisa seria feita por meio de consulta a material bibliográfico (teses, dissertações, artigos científicos) e eventualmente, por meio de entrevistas a alguns especialistas destas empresas por telefone ou correio eletrônico.

Para cada empresa foi elaborado também um *System Map* de cada estudo de caso complementar, relativo à embalagem retornável adotada pelas empresas. Este *System Map* indicava os atores e suas interações, e os limites do sistema estudado, para fins de comparação entre os estudos de caso complementares e o estudo de caso principal.

Os critérios de comparação foram principalmente ambientais, pois este é o foco desta dissertação, e, em menor escala, sua influência nos aspectos econômicos. As questões ambientalmente mais relevantes para comparação foram divididas em questões ligadas ao sistema e questões ligadas à embalagem em si.

As questões ambientais relativas aos sistemas em cada estudo de caso complementar foram elaboradas a partir do *checklist* do SDO-MEPSS. As respostas para cada uma destas questões foram comparadas com as respostas dadas para o *checklist* no estudo de caso principal, a fim de se verificar a existência de eventuais pontos em comum (Apêndice 4).

A partir da comparação dos resultados obtidos nas análises do sistema e da embalagem, tanto para o estudo de caso principal quanto para os estudos de caso complementares, foram estruturadas diretrizes de projeto para o *Design* de sistemas produto-serviço de embalagens voltadas à movimentação entre empresas. Também foram apontados aspectos em que não foi encontrada correlação entre os resultados e, portanto, em que não podem ser feitas generalizações.

Capítulo 06

Resultados e análise

6. RESULTADOS E ANÁLISE

6.1. Seleção da empresa

Tendo em vista os critérios de seleção da empresa e do processo apresentados no capítulo 3 (Método e Pesquisa), o estudo de caso foi realizado junto à indústria Volkswagen, localizada na Região Metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná. Os critérios foram considerados da seguinte forma:

- Critério porte da empresa: Trata-se de uma empresa de grande porte do setor de manufatura. A Volkswagen emprega mais de dois mil funcionários e produz cerca de 18.000 automóveis/mês em sua unidade fabril localizada no Paraná. Possui estrutura operacional e fornecedores em condições de viabilizar o uso de embalagens retornáveis.
- Critério localização geográfica: A Volkswagen localiza-se a cerca de 30 quilômetros do NDS/UFPR, onde foi desenvolvida a maior parte da pesquisa para esta dissertação.
- Critério existência de Sistema de Gestão Ambiental: A Volkswagen vem empreendendo esforços para mitigar ou reduzir o impacto ambiental dos processos que utiliza, destacando-se a existência de um Sistema de Gestão Ambiental implantado e certificado (ISO 14000).

6.2. Caracterização da empresa

Na época de realização da pesquisa, a empresa estudada era subsidiária de uma multinacional que tem como negócio principal a montagem de veículos automotores. A montadora estudada produz veículos no Brasil há mais de 50 anos, e era naquele momento a segunda do país em vendas, tendo sido líder de mercado por muitos anos. Possuía três unidades industriais instaladas no Brasil, sendo duas voltadas à produção de automóveis e uma para caminhões e ônibus urbanos. A unidade estudada localizava-se na Região Metropolitana de Curitiba, e produzia três modelos de veículos de passageiros em sua linha de produção.

Nesta unidade de produção, as embalagens voltadas à logística (B2B) apresentavam grande variedade de aplicações, desde componentes de alto valor agregado consideradas como material produtivo por ficar no veículo após a produção

(pára-lamas, motores, caixas de câmbio, etc.) até peças de baixo valor agregado, basicamente material não-produtivo que era descartado após um uso temporário durante a produção (como as “chapelonas” usadas na vedação do assoalho dos automóveis).

Em virtude desta variedade de aplicações, variavam também os materiais utilizados nas embalagens, que iam desde metal, madeira e plástico (embalagens duráveis, muitas vezes retornáveis) até madeira e papelão ondulado (embalagens descartáveis).

6.3. Seleção do processo e objeto de pesquisa

O critério para seleção do processo estabelecido no método de pesquisa refere-se ao **volume de resíduo de embalagem e problemas ambientais na produção e logística**. A Volkswagen gerava mensalmente grande quantidade de resíduos sólidos, que eram coletados por empresas próximas. Devido ao tipo de produto fabricado (automóveis), o impacto ambiental oriundo das emissões e dos resíduos era alto, com grande parte dos resíduos sendo classificada como inorgânico, industrial, de Classe 1 - Resíduos Perigosos (AMBIENTE BRASIL, 2007).

No caso dos resíduos de embalagens, os resíduos gerados eram de Classe 3 - Resíduos Inertes. Muitos destes resíduos eram recicláveis, e não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo, ou se degradam muito lentamente, como o papelão ondulado (AMBIENTE BRASIL, 2007).

Desta forma, com base no volume de resíduo de embalagens produzido, foi escolhido o processo de **pintura** porque, segundo dados fornecidos pela Volkswagen, são gerados quase 600 Kg de papelão ondulado oriundo de caixas de papelão ondulado descartáveis, que são usadas no transporte de componentes (que serão chamadas de “chapelonas” no decorrer desta dissertação). Além destas caixas, a Volkswagen utiliza cerca de 50 kg por mês de filme plástico para manter as caixas fixas no palete, após o descarregamento na empresa.

Analisou-se a etapa de **impermeabilização** da parte inferior dos automóveis, onde ocorre o descarte das embalagens, bem como a logística que antecede a realização esta tarefa. O objeto de pesquisa consiste, portanto, de **embalagens de papelão**

ondulado descartáveis utilizadas no processo. Estas caixas eram utilizadas para o transporte e proteção de componentes plásticos (chapelonas) (vide Figura 5-1).



Figura 6-1. “chapelonas” transportadas nas caixas de papelão

Fonte: Volkswagen

Estes componentes eram utilizados para vedação temporária da parte inferior dos veículos produzidos pela indústria estudada, para facilitar a aplicação de massa impermeabilizante em polímero termofixo (PVC).

Verificou-se que há uma variedade de “chapelonas” (28) e de embalagens (04) no processo. A seguir serão apresentados os resultados da coleta e análise de dados, com foco tanto no sistema quanto nas operações, apontando-se os problemas encontrados.

6.4. Resultados da coleta e análise de dados

Para a coleta de dados foram utilizados o mapeamento do processo e das operações, observação direta com registro fotográfico, coleta de dados documentais e coleta de artefatos (“chapelonas” e embalagens). A validação interna dos dados coletados foi feita por meio de *entrevista* com profissionais da Volkswagen.

A seguir, é descrito o sistema atual com os diferentes *stakeholders* envolvidos no processo e os tipos de interação que ocorrem entre eles (econômica, informacional, de material e de trabalho).

6.4.1. Relação entre os stakeholders

6.4.1.1. Descrição do sistema atual (System Map)

Para a visualização do sistema quanto aos atores e suas interações foi utilizada a ferramenta *System Map*, conforme a Figura 5-2. A fim de facilitar a leitura dos *System*

Maps, serão indicados apenas os fluxos de materiais, com linhas e setas. Normalmente, são indicados também os fluxos financeiros, de informação e de trabalho.

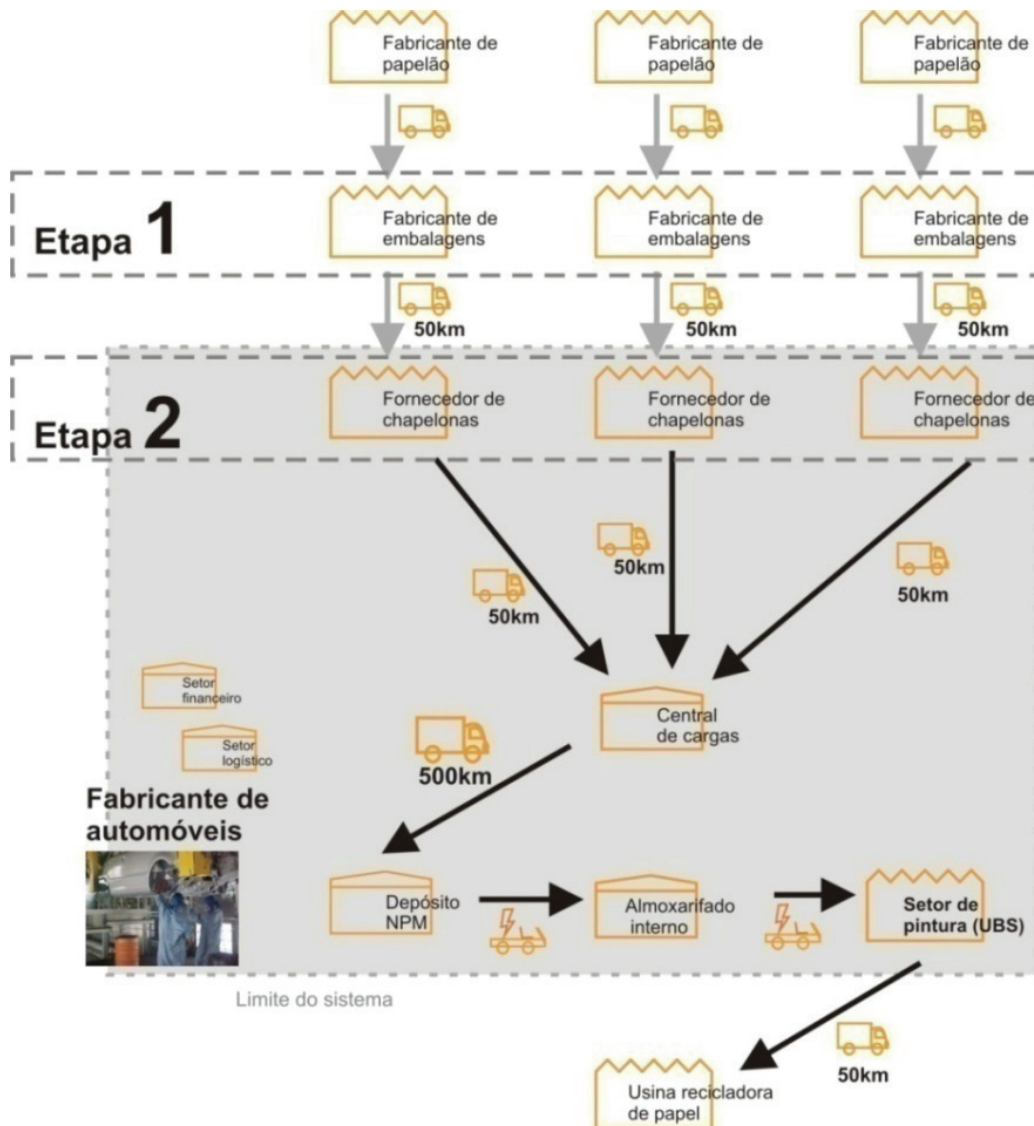


Figura 6-2. System Map do sistema atual

As etapas do sistema onde a embalagem circula efetivamente com produtos (“chapelonas”) estão delimitadas pela área em cinza. Foram identificados no sistema pelo menos três fornecedores de embalagens (Figura 3, etapa 1) e três de “chapelonas” (Figura 3, etapa 2). Isto ocorre porque a Volkswagen adquire as “chapelonas” conforme a disponibilidade de modelos e o preço cobrado por cada fornecedor, havendo, portanto, concorrência entre eles. Por isso, os fornecedores de “chapelonas” buscam também adquirir embalagens com o menor preço possível, o que implica muitas vezes em baixa qualidade das mesmas.

A Volkswagen adota uma expectativa de retorno de investimento (*payback*) de no máximo seis meses, e qualquer investimento que supere este prazo deve ser analisado pela diretoria executiva. Desta forma, as interações econômicas ocorrem apenas em termos de compra das embalagens e das “chapelonas”, e de pagamento pela destinação final dos resíduos, que é terceirizada.

Os atores internos à indústria estudada estão indicados dentro da área tracejada, e consistem basicamente de: central de cargas (consolidação de cargas, em São Paulo), NPM (recebimento de material não produtivo, em Curitiba), almoxarifado interno e UBS (onde são aplicadas as “chapelonas” no veículo). A relação entre estes atores internos é basicamente operacional.

6.4.1.2. *Análise do Sistema*

Percebeu-se, a partir do *System Map*, que há vários atores no sistema, especialmente na etapa de fornecimento das embalagens de papelão ondulado e “chapelonas”, e, com isso, uma movimentação excessiva de materiais.

As relações comerciais entre as empresas eram focadas nos produtos e não na função final desejada, e, portanto, a remuneração dos atores é em função do volume produzido (seja de embalagens ou de “chapelonas”). Com isso, as empresas não são motivadas a reduzir o volume de produção, o que gera impactos ambientais maiores do que se fossem remuneradas em função de objetivos finais.

Além disso, a expectativa de retorno de investimentos (*payback*) de no máximo seis meses implica sempre na busca de soluções com menor custo no curto prazo, o que pode dificultar a implantação de sistemas produto-serviço, que normalmente requerem um prazo de retorno mais longo.

Apesar disso, a Volkswagen tem o poder de determinar junto aos seus fornecedores as especificações dos produtos e embalagens que adquire, e estes tem que se adaptar às exigências, inclusive ambientais. Isto pode favorecer a eventual adoção de uma abordagem de PSS na Volkswagen.

6.4.2. *Mapeamento do processo (fluxo de materiais e informação)*

O fluxo da embalagem ao longo do sistema é descrito com o uso da ferramenta Mapeamento do Sistema. A Figura 5-3 apresenta nove etapas principais pelas quais a

embalagem passa desde a produção da chapa de papelão ondulado até a reciclagem deste material.

As linhas com pontos indicam o fluxo de operações (colunas TRANSPORTE, PROCESSAMENTO, ESTOQUE-ESPERA e INSPEÇÃO-CONTROLE) associadas à embalagem, e os pontos indicam as operações agregadas à mesma. Cada uma destas etapas ocorre em um determinado tempo e distância (colunas TEMPO e DISTÂNCIA), e é descrita resumidamente (coluna DESCRIÇÃO).

	TRANSPORTE	PROCESSAMENTO	ESTOQUE-ESPERA	INSPEÇÃO-CONTROLE	TEMPO	DISTÂNCIA	DESCRIÇÃO
Fornecedor de papelão ondulado	●	●	●	●	+/- 36 horas	+/-100 km	O fabricante de papelão ondulado (SP) recebe o pedido, produz e envia o material para o fabricante de embalagens
Fornecedor de embalagens	●	●	●	●	+/- 48 horas	+/-50 km	O fabricante de embalagens (SP) recebe o material, compra a matéria-prima, produz, verifica e envia para o fornecedor de chapelonas
Fornecedor de chapelonas	●	●	●	●	+/- 48 horas	+/-50 km	O fabricante de chapelonas (SP) recebe as embalagens, verifica, armazena, usa para embalar as chapelonas, verifica e envia para a central de cargas do fabricante de automóveis (SP)
Central de cargas	●	●	●	●	+/- 48 horas	+/-500 km	A central de cargas recebe, verifica, armazena e envia as embalagens com chapelonas para o NPM (PR)
NPM	●	●	●	●	+/- 6 horas	+/-0,3 km	O NPM recebe as embalagens, verifica, armazena e envia ao almoxarifado interno
Almoxarifado interno	●	●	●	●	+/- 3 horas	+/-0,1 km	O almoxarifado interno recebe as embalagens, verifica, armazena e envia para a UBS
UBS (aplicação)	●	●	●	●	+/- 1 hora	+/-0,1 km	A UBS recebe as embalagens, verifica, desembala, passa para outra embalagem (plástico) e descarta as embalagens de papelão ondulado em uma caçamba de coleta de resíduos
PVC (aplicação)							
Descarte	●	●	●	●	+/- 36 horas	+/-0,1 km	A empresa de coleta de resíduos retira a caçamba (2 vezes por semana), leva até a usina de reciclagem, retira os resíduos, armazena, classifica e recicla
TOTAL					226 horas (9,4 dias)	700,6 km	

Figura 6-3. Mapeamento do processo no sistema atual

Fonte: Elaborado a partir de dados fornecidos pela Volkswagen

Percebe-se, ao se analisar o quadro, que há excesso de etapas (transporte, estoque-espera e inspeção-controle) que não agregam valor ao produto final, pois, em termos econômicos, a única etapa que pode agregar valor ao sistema é a de processamento. Isto tem implicações também ambientais, principalmente no caso do transporte, com maior consumo de combustível e emissão de poluentes.

Pode-se notar também que são necessários mais de nove dias entre a produção do papelão ondulado usado na embalagem e o momento em que é reciclado, tempo que poderia ser reduzido com um menor número de etapas.

No que se refere ao transporte, o material percorre uma distância de cerca de 700 km desde a sua produção até o momento da reciclagem, em uma embalagem destinada a um componente (“chapelona”) de baixo valor agregado. Deve-se ressaltar que esta distância era percorrida quase que exclusivamente com o uso de caminhão movido por combustível fóssil (óleo diesel).

O excesso de etapas, de tempos e de distâncias, bem como seus efeitos ambientais poderia ser minimizado com a abordagem de PSS, pois uma das premissas deste é a eficiência total do sistema com uso racional de recursos.

6.4.3. Descrição das operações (observação direta com registro fotográfico)

As embalagens de papelão ondulado são produzidas por indústrias localizadas na região metropolitana da cidade de São Paulo, e fornecidas para os fabricantes das “chapelonas”, também situados nesta região. Estes fabricantes embalam as “chapelonas” e enviam-nas, por meio de caminhão de pequeno porte a diesel e por uma distância de cerca de vinte quilômetros, para um depósito central da indústria estudada onde é feita a consolidação de cargas.

A partir deste depósito central as embalagens são transportadas em caminhão tipo *sider* (Figura 5-4) movido a óleo diesel, por cerca de quinhentos quilômetros, até a indústria na Região Metropolitana de Curitiba. A retirada da embalagem do caminhão é feita com o uso de paletes de madeira e de empilhadeira elétrica (Figura 5-5), que faz o transporte até um armazém interno à indústria, destinado ao recebimento de material não-produtivo – NPM (Figura 5-6).



Figura 6-4. Descarregamento das embalagens a partir de caminhão tipo *sider*

Fonte: Volkswagen



Figura 6-5. Descarregamento de embalagens com empilhadeira elétrica

Fonte: Volkswagen



Figura 6-6. Embalagens com filme plástico e palete de madeira

Fonte: Volkswagen

Neste armazém as embalagens são armazenadas em prateleiras de aço (Figura 5-7), e a partir deste são transportadas por meio de carrinho elétrico (Figura 5-8) até um almoxarifado interno (Figura 5-9), próximo à unidade de aplicação da “chapelona” (UBS), na linha de produção.



Figura 6-7. Estoque de material não-produtivo com embalagens (NPM)

Fonte: Volkswagen



Figura 6-8. Carrinho elétrico usado na logística interna

Fonte: Volkswagen



Figura 6-9. Embalagens estocadas no almoxarifado interno

Fonte: Volkswagen

Do almoxarifado interno ocorre o transporte até a linha de produção, em uma célula de trabalho denominada UBS, onde são aplicadas as “chapelonas” nos veículos. Na linha de montagem (UBS), as “chapelonas” são transferidas das caixas de papelão para caixas de plástico posicionadas em uma estante metálica (*buffer* de espera) (Figura 5-10).

A vida útil das caixas de papelão termina na etapa da UBS. As caixas plásticas são então movidas, conforme a demanda, para uma mesa sob o automóvel (Figura 5-11) que está sendo montado na linha de produção (vide Figura 5-12).



Figura 6-10. Embalagens plásticas em buffer metálico para alimentação da produção com “chapelonas” (UBS)

Fonte: Volkswagen



Figura 6-11. Mesa com embalagens plásticas colocada sob o veículo, para aplicação das “chapelonas” (UBS)

Fonte: Volkswagen



Figura 6-12. Aplicação das “chapelonas” nos veículos (UBS)

Fonte: Volkswagen

Entretanto, as caixas plásticas são normalmente utilizadas para transporte e armazenamento de peças que agregam valor ao produto final (material produtivo) e, segundo os especialistas da indústria que foram entrevistados, não deveriam ser utilizadas para transporte e armazenamento de peças não-produtivas (aquelas que não ficam no automóvel após a produção).

Foram identificados cinco tamanhos de caixas plásticas para o transporte interno das “chapelonas”, que são utilizadas conforme o tamanho e quantidade dos componentes transportados.

Após o encaixe das “chapelonas” no automóvel (Figura 5-12) aplica-se a massa de PVC para vedação das emendas. O carro segue para cura da massa e posteriormente as “chapelonas” são retiradas com o auxílio de espetos e descartadas em tambores de coleta de outra empresa, responsável pelo direcionamento de todo resíduo gerado pela indústria. Quando há falta de “chapelonas” são utilizadas fitas adesivas para a vedação dos veículos, que são descartadas em cestos com sacos plásticos (Figura 5-13).

As embalagens de papelão ondulado são separadas para coleta por uma empresa de reciclagem, em uma caçamba específica para resíduos sólidos (Figura 5-14 e 5-15).



Figura 6-13. Resíduos sólidos oriundos da etapa de impermeabilização

Fonte: Volkswagen



Figura 6-14. Resíduos de embalagens e outros materiais em caçamba

Fonte: Volkswagen



Figura 6-15. Caçamba utilizada para resíduos sólidos

Fonte: Volkswagen

No caso de contaminação do papelão com materiais que impossibilitem sua reciclagem, o material é destinado a uma empresa que produz cimento, para incineração e geração de energia. Esta empresa avalia a capacidade calorífica das chapelonas contaminadas e, conforme o resultado, as direcionam para incineração (energia) ou para serem utilizadas como carga em cimento. A cada semana são realizadas duas coletas de resíduos.

6.4.4. Dados documentais

Para a coleta de dados foram fornecidas pela *Volkswagen* listas de “chapelonas” utilizadas na produção (este documento não será anexado à dissertação por solicitação da empresa). Estes documentos permitiram identificar que a *Volkswagen* utilizava 28 tipos de “chapelonas”, para a produção de três modelos de veículos. A maioria das “chapelonas” tinha dimensões reduzidas (entre 3 e 10cm), e apenas quatro modelos ultrapassavam este tamanho (cerca de 20 cm). As “chapelonas” eram fabricadas em polietileno de alta densidade, pelo processo de termoformagem.

A *Volkswagen* forneceu também imagens fotográficas do processo, que auxiliaram no seu entendimento. Esses dados foram combinados com a observação direta das etapas do processo internas à empresa, desde a chegada do caminhão até o descarte na caçamba (ver Item 4.4.3). Verificou-se que, para o transporte destas peças, são necessários quatro tipos de caixas de papelão ondulado (ver item 4.4.6.).

Com o auxílio de um *software* de cálculo, quantificou-se a quantidade de papelão ondulado consumida durante um mês e detectou-se que, na etapa de descarte, são gerados cerca de 570 Kg de resíduos de papelão ondulado oriundo das caixas de transporte de “chapelonas”, e cerca de 50 kg de filme plástico. Dos resíduos gerados

pela Volkswagen, 93% são reciclados, 5% são reaproveitados na produção e 2% (lixo comum, hospitalar e de sanitários) são destinados a aterros ou incineração. No caso do papelão ondulado, segundo os dados fornecidos pela Volkswagen, o índice de reciclagem é em torno de 75%, similar à média nacional (77%) para este tipo de material.

6.4.5. *Análise do mapeamento do processo e dos dados documentais*

Perceberam-se, a partir do mapeamento do processo, que há um excesso de operações no processo estudado e, com isso, desperdícios de tempo, energia, materiais e trabalho, que estão diretamente relacionadas a impactos ambientais. O *Design* pode ajudar a minimizar estes impactos, propondo sistemas mais eficientes, nos quais a embalagem poderia até mesmo ser eliminada.

Em termos operacionais, verificou-se que o excesso de “chapelonas” e o uso de embalagens inadequadas favorecem o excesso de operações. A primeira não pode ser reduzida no curto prazo, mas é possível reduzir a variedade de embalagens, que não segue nenhuma padronização de formato e tamanho. A melhoria das “chapelonas” foge do escopo desta dissertação, o que poderia envolver revisão do *Design* do próprio veículo no sentido de reduzir a variedade excessiva destes componentes.

No caso das embalagens serem mantidas no sistema, uma necessidade premente é a redução da variedade, ampliando o nível de padronização de formato e tamanho. Esta padronização traria benefícios ambientais, pois implicaria em uso mais racional do espaço dos caminhões e em maior facilidade de manuseio por parte dos operadores.

No entanto, a melhoria em termos de funcionalidade agregada à embalagem também deve ser considerada, pois poderia facilitar etapas como o enchimento com “chapelonas” no fornecedor, o descarregamento, o uso na UBS pelos operadores ou mesmo a desmontagem rápida para o reuso.

Da mesma forma, o nível de informação agregado à embalagem poderia ser melhorado, informando aos operadores o modo correto de uso, ou para qual modelo de carro o produto é destinado. A atenção a esses aspectos não foi verificada na embalagem atual.

Verificou-se também que o transporte é feito por tipo de “chapelona” (foco no componente) e que haveria a possibilidade de se transportar por tipo de veículo (foco no benefício final). Com isso, poderiam ser obtidos ganhos de produtividade e redução de impacto ambiental, pois são produzidos apenas três tipos de veículo, contra 28 tipos de “chapelonas”.

Nas operações internas à Volkswagen, verificou-se a ocorrência eventual de falta de “chapelonas” no sistema, não detectada no recebimento das embalagens. Este problema poderia ser minimizado utilizando-se sistemas de controle como RFID (identificação por rádio-freqüência) aplicados ao sistema de uma forma geral, ou às embalagens, caso sejam mantidas.

Observou-se também que há um sistema de destinação final dos resíduos das embalagens com foco na reciclagem, por meio de uma empresa terceirizada, que retira o material e o destina apropriadamente. No entanto, é gerada uma quantidade significativa de resíduos de papelão ondulado que poderia ser minimizada de duas formas: criando-se um sistema em que as embalagens não fossem mais necessárias, ou outro em que as embalagens fossem reutilizadas em um sistema de embalagens retornáveis.

6.4.6. Descrição das embalagens: caixas de papelão ondulado

As embalagens estudadas consistiam de caixas feitas de papelão ondulado de onda simples de baixa qualidade, formado por papelão reciclado tanto nas ondas externas quanto nas duas capas externas. As embalagens recebiam impressão por serigrafia em uma única cor, geralmente vermelha ou preta. As Figuras 5-16 e 5-17 mostram alguns dos tipos de caixas de papelão ondulado utilizadas pela Volkswagen para o transporte e proteção das “chapelonas”.



Figura 6-16. Embalagens em papelão ondulado utilizadas para o transporte de “chapelonas”

Fonte: Volkswagen



Figura 6-17. Embalagens em papelão ondulado utilizadas para o transporte de “chapelonas”

Fonte: Volkswagen

Verificou-se que, para o transporte das “chapelonas”, eram necessários quatro tipos de caixas de papelão ondulado nas seguintes medidas: 55 x 37,5 x 25,5 cm, 52,5 x 37,5 x 49 cm, 57 x 47,5 x 57 cm e 62 x 61 x 50 cm.

6.4.7. Entrevistas para complementação da coleta de dados e validação interna dos dados coletados na observação direta e nos documentos

A validação interna dos dados observados e coletados foi feita a partir de entrevistas individuais com cinco profissionais da Volkswagen, de cinco setores diferentes: logística (um diretor e um especialista), pintura, gestão ambiental, comercial (um diretor). Nestas entrevistas foram apresentados os dados coletados, cuja veracidade foi confirmada com os profissionais.

Em termos ambientais, os entrevistados relataram que há um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) implantado, bem como da certificação ISO14001, o que indica um comprometimento da Volkswagen com aspectos ambientais ligados ao processo produtivo. Apesar disso, foram verificados problemas ambientais no processo estudado quanto aos resíduos das “chapelonas” e das embalagens, entre eles a contaminação das “chapelonas” e eventualmente das embalagens com massa impermeabilizante e outros materiais.

Em seguida, os dados coletados foram avaliados com o uso de ferramentas de análise qualitativa e quantitativa, e os resultados serão apresentados a seguir.

6.4.8. *Análise qualitativa ambiental-econômica do sistema (SDO-MEPSS)*

A análise qualitativa dos dados ambientais e econômicos do sistema coletados anteriormente foi feita com auxílio do *checklist* presente na ferramenta SDO-MEPSS. Os resultados foram divididos com foco no sistema e na embalagem. A seguir serão apresentados os resultados desta análise, e sugestões de melhoria para cada tópico. As sugestões com foco no sistema serão feitas com base na estratégia de PSS, e as voltadas à embalagem, com base nas estratégias de *ecodesign*, num contexto de PSS.

6.4.8.1. **Problemas encontrados no sistema e possíveis soluções à luz das estratégias de PSS**

- Há falta de conhecimento e experiência em PSS, que ainda não são adotados pela empresa, ao menos em nível local. Isto poderia ser minimizado por meio da realização de eventos como *workshops* e palestras sobre PSS, com profissionais e pesquisadores externos;
- O nível de maturidade em PSS é ainda muito baixo na empresa estudada, pois o foco é essencialmente econômico, embora tenha sido verificada preocupação com alguns impactos ambientais. No entanto, essas preocupações ainda são no sentido de atender às legislações ambientais (postura reativa), e restritas às embalagens (tipo de material, forma de descarte), e não ao sistema. A incorporação dos conceitos de PSS ao sistema de gestão da Volkswagen poderia colaborar para que a empresa assumisse uma postura mais pró-ativa quanto às questões ambientais;
- Não há histórico de *codesign* em serviços, apenas de embalagens no caso de transporte e proteção de componentes de alto valor agregado. Isto poderia ser feito inicialmente como um projeto-piloto em algum ponto específico do processo (ex.: a etapa de pintura, estudada nesta dissertação), para então expandir a abordagem para outras partes do sistema onde o PSS fosse aplicável;

- A gestão do ciclo de vida das embalagens é feita parcialmente pela empresa, com terceirização do fim de vida por meio de reciclagem das embalagens. A gestão poderia ser toda feita por uma empresa contratada, especializada em serviços de proteção e transporte e em fornecimento de embalagens;
- Os fornecedores de “chapelonas” e de embalagens localizam-se distantes da indústria estudada (500 km). Portanto, o transporte é feito por uma distância relativamente longa para um produto (chapelona) de baixo valor agregado e alto volume. Poderiam ser buscados fornecedores próximos à indústria para produtos de baixo valor agregado, como parte de um possível PSS a ser adotado;
- Verificou-se um excesso de operações de transporte, espera e verificação no processo. Algumas destas operações poderiam ser suprimidas, por exemplo, com o uso de um PSS que incorporasse o sistema de identificação RFID, que permitiria automatizar estas etapas e agregar um nível de controle mais efetivo e confiável;
- São utilizados sistemas de transporte com caminhões a diesel, de alto impacto ambiental na cadeia logística na empresa estudada, devido ao uso de energia não renovável e à emissão de gases tóxicos. A substituição deste modal por outro menos impactante, ou ao menos a redução no número de viagens, poderiam trazer redução nos impactos ambientais. Um PSS que previsse a substituição deste modal por outro menos impactante, ou ao menos a redução no número de viagens, poderia trazer redução nos impactos ambientais;
- As embalagens estudadas apresentavam baixa densidade de transporte e armazenagem, devido ao baixo peso e alto volume dos componentes transportados. Um PSS para este sistema deveria prever o aumento na densidade de transporte a partir do uso de sistemas a granel, e nos quais as peças viessem encaixadas e ordenadas, ocupando melhor o espaço no caminhão;
- Há grande quantidade de resíduos gerados no fim de vida (cerca de 570 kg de embalagens em papelão ondulado) no sistema estudado, que são recicladas (cerca de 77%) por outra empresa. Esses resíduos poderiam ser

evitados ou minimizados em um PSS que previsse o reuso, reparo, remanufatura e atualização das embalagens, ou mesmo que evitasse a necessidade destas;

- A matriz energética utilizada no processo estudado é baseada em usinas hidrelétricas e, portanto, renovável. Sugere-se que se otimize o uso desta energia por meio de dispositivos de economia, e da redução do número de etapas no processo.

6.4.8.2. Problemas encontrados na embalagem e possíveis soluções à luz das estratégias de ecodesign no contexto de PSS

Minimização no uso de recursos e uso de materiais de baixo impacto (em todas as etapas)

- A Volkswagen não utiliza quantidade significativa de materiais consumíveis, apenas filme plástico (cerca de 50 kg/mês) e etiquetas de papel. Mesmo esses materiais poderiam ser suprimidos se as embalagens fossem auto-encaixáveis (evitaria o filme plástico) e com etiquetas RFID, que permitem o reuso;
- O uso das embalagens é racional, pois as embalagens tinham praticamente todo o volume interno ocupado pelas “chapelonas”. No entanto, há falta de padronização e modularidade para uso no caminhão. As embalagens devem ser desenvolvidas a partir de medidas padrão (ex.: palete PBR), que otimizam o uso do espaço nos caminhões;
- A embalagem não utiliza recursos que apresentassem riscos de toxicidade para o usuário (operadores que manuseiam as embalagens). Esta característica deve ser conservada no desenvolvimento de novas propostas.

Otimização da vida útil dos produtos (etapa de uso)

- As embalagens utilizadas não permitem o uso compartilhado com outras etapas da cadeia, o que implicava em baixa intensidade de uso. Isso ocorre pelo fato de serem produzidas com material de baixa qualidade, que era rapidamente descartado, e também devido ao dimensionamento fora de padrão.

Extensão da vida útil dos materiais e facilidade de desmontagem (etapa de descarte)

- O papelão ondulado utilizado nas embalagens é feito de material reciclado, pouco durável, e necessitava de cuidados adicionais (proteção contra umidade, impactos pontuais). Poderia ser utilizado um papelão mais resistente e de melhor qualidade, para que as embalagens pudessem ser reutilizadas;
- As embalagens não permitem manutenção, troca de partes frágeis, nem intercâmbio de componentes com outras embalagens. Estas características devem ser buscadas nas propostas de melhoria;
- Verificou-se que ocorre contaminação ocasional das embalagens de papelão ondulado com outros materiais, inviabilizando a reciclagem e restringindo a destinação destes materiais à incineração. Recomenda-se que sejam identificadas quais as partes da embalagem em que a contaminação é mais freqüente, para que seja facilitada a separação destas;
- As embalagens utilizam simetria de desenho para facilitar o empilhamento e a montagem, e podiam ser empilhadas e compactadas por dobra (papelão) para encaminhamento à reciclagem. Estas características devem ser mantidas nas propostas de melhoria;
- As embalagens utilizam apenas um tipo de material, e adesivos biocompatíveis para a junção das laterais, o que facilitava a separação para reciclagem, mas não apresentavam identificação de materiais, idade, número de reciclagens e aditivos usados, nem instruções sobre o ciclo de vida. Devem ser previstas estas identificações.

6.4.9. Análise quantitativa ambiental do sistema (ACV com Simapro)

A realização de uma ACV é composta de três fases principais: Definição do objetivo e escopo, montagem do inventário e análise dos dados.

Conforme a NBR ISO 14040, o objetivo da ACV deve declarar inequivocamente a aplicação pretendida, as razões para conduzir o estudo e o público alvo. (NBR ISSO 14040, 2007). O objetivo foi definido como “verificar, no processo produtivo e logístico estudado, o impacto ambiental gerado pelo uso de embalagens de papelão ondulado descartáveis em comparação ao uso de embalagens de papelão ondulado retornáveis”.

A ACV foi realizada com fins de pesquisa acadêmica, e o público-alvo foi definido como sendo a própria Volkswagen e a instituição de pesquisa (NDS/UFPR).

O escopo da ACV compreende prioritariamente a definição da unidade funcional, os limites do sistema e a qualidade dos dados (ano, região, tipo de tecnologia). Como unidade funcional definiu-se **embalar 1,1t de “chapelonas”**, que é a quantidade deste produto utilizada durante um mês na Volkswagen. Como limites do sistema foram definidos a Volkswagen estudada e seus fornecedores de componentes plásticos e embalagens, tendo como recorte temporal o período atual e até dez anos após.

Os dados de entrada restringiram-se ao banco de dados Ecoindicator99, que acompanha o software Simapro7 versão educacional.

Os dados de entrada que compuseram o inventário para a realização da ACV preliminar foram obtidos junto ao especialista em logística com referência ao banco de dados Ecoindicator99, e abrangem:

- Tipo de caminhão utilizado, fixado em um modelo com capacidade para transporte de 16 toneladas, movido a óleo diesel;
- Distância percorrida pelo caminhão em quatro viagens mensais (4.000 km);
- Tipo e quantidade de papelão ondulado usado na confecção das embalagens, composto em parte por papel reciclado para a embalagem atual (547 Kg);
- Quantidade de resíduo de filme de PE gerado na situação avaliada (50 kg);
- Quantidade de papelão ondulado reciclada após o descarte (75%).

A partir dos dados anteriormente citados, foi feita uma avaliação considerando-se a situação encontrada na pesquisa de campo e a situação proposta, com o uso do software Simapro7 versão educacional. Os resultados são apresentados a seguir.

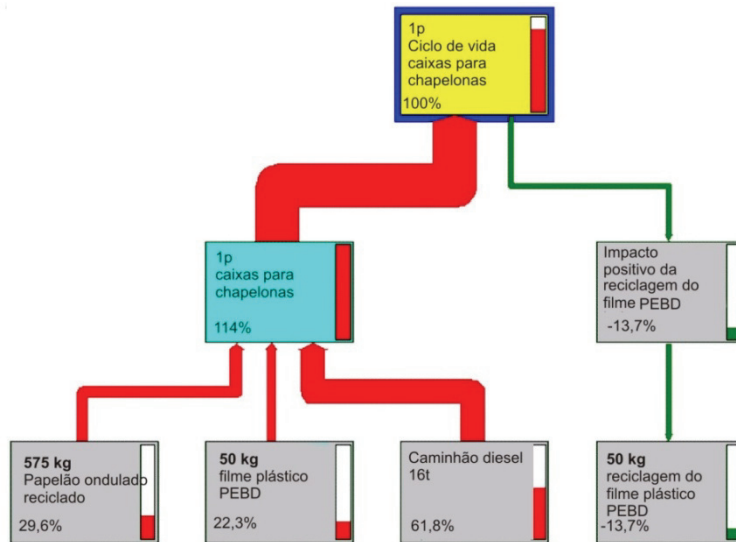


Figura 6-18. Árvore de impactos ambientais da embalagem de papelão ondulado na situação existente

O gráfico 5-18 apontou a etapa de transporte como a mais impactante ambientalmente (61,8% do total de impactos ambientais do sistema), e para a qual deveria haver maior atenção na geração de soluções de *Design* que serão propostas na etapa de novos conceitos. Os tipos de impacto serão descritos a seguir.

O gráfico 5-19 mostra as principais categorias de impacto ambiental associadas ao sistema avaliado. Estas categorias são descritas no *Apêndice 6*. A ACV apontou que o consumo de combustíveis fósseis (1, em verde) e a emissão de compostos inorgânicos respiráveis (9, em amarelo) são as duas categorias mais impactantes, seguidas de alterações climáticas (8, em cinza).

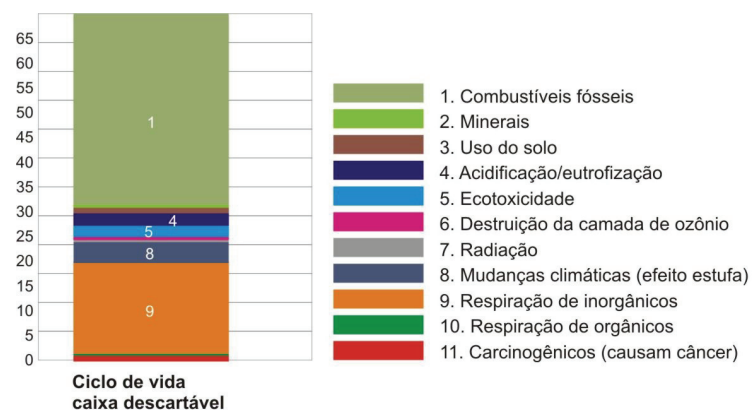


Figura 6-19. Nível de impacto ambiental da embalagem de papelão ondulado na situação existente, por categoria de impacto

Estas três categorias são causadas em boa parte pela emissão de CO² e outros gases por parte dos caminhões a diesel e atividades industriais. Esses impactos podem ser

minimizados com a adoção de sistemas produto-serviço que considerem a redução de transporte como uma diretriz básica de planejamento.

Acidificação e eutrofização (definidas no Apêndice 6) (4, em azul escuro) e ecotoxicidade (idem) (5, em azul-esverdeado), decorrentes de emissões de CO² e outros gases tóxicos e de outras emissões industriais, vêm em seguida, e, embora representem menor proporção de impacto, são também relevantes.

Como visto, os dois gráficos apresentam resultados que convergem para a relevância do transporte nos impactos ambientais do sistema estudado. O modal de transporte brasileiro é predominantemente rodoviário, e combina o uso de caminhões movidos por combustível fóssil com a existência de estradas nem sempre bem conservadas.

Por outro lado, no sistema estudado, as embalagens transportadas não são desenvolvidas visando à otimização no uso dos caminhões, o que acarreta desperdícios de combustível, recursos, tempo e mão-de-obra. Em ambas as situações, o impacto ambiental pode ser minimizado por ações de *Design*, sejam elas com foco no sistema (PSS) ou nas embalagens (*ecodesign*). Uma vez que o grande problema detectado é o transporte, a adoção de uma estratégia sistêmica pode trazer resultados mais efetivos.

Com base nos dados, concluiu-se que as ações de *Design* poderiam ser divididas em duas abordagens: ações sistêmicas e ações localizadas. As ações sistêmicas referem-se a decisões estratégicas, como a diminuição no número de viagens, a escolha de fornecedores próximos ou a opção por utilizar embalagens retornáveis em vez de descartáveis, dentre outras.

No entanto, estas ações requerem do *Designer* um nível de capacitação e responsabilidade maior do que normalmente ocorre na atividade de *Design*, o que implicaria em se formarem novas competências, principalmente na área de administração. Estas novas competências também exigiriam da empresa uma abertura maior para considerar o *Design* como atividade estratégica em vez de apenas operacional e, portanto, com poder de decisão ampliado.

As ações localizadas são aquelas normalmente ligadas a aspectos específicos do processo (operações), e a maior parte das atividades de *Design* nas empresas tem sido neste sentido. Entre as ações possíveis, neste caso, estão a melhoria ou *reDesign* de produtos, a escolha de novos materiais e, eventualmente, a melhoria de alguns

processos produtivos. Estas ações também são importantes, mas não representam, necessariamente, mudanças significativas no sistema.

6.4.10. *Requisitos para o novo conceito*

A partir dos problemas detectados e das sugestões de melhoria pelos entrevistados, foram delineados requisitos para possíveis novos cenários para o sistema. Estes cenários prevêm um horizonte temporal de dez anos, e consideram basicamente duas situações: uma em que as “chapelonas” ainda fossem utilizadas no processo de produção dos veículos, e outra em que as “chapelonas” não fossem mais utilizadas. Para cada uma destas situações foram geradas quatro propostas de cenários, que serão apresentadas e discutidas no item 1.8 (Proposição de Novos Conceitos).

6.4.10.1. **Requisitos do sistema**

A partir da análise do sistema e dos problemas encontrados, foram estabelecidos os seguintes requisitos para a proposição de novos cenários de sistema:

- Criar uma cultura de *codesign* em sistemas produto-serviço na empresa estudada, o que ainda não ocorre;
- Criar conhecimento e experiência em PSS, que ainda não são de domínio da empresa;
- Criar propostas de intervenção que estejam alinhadas com o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) implantado, e que efetivamente colaborem para resolver os problemas ambientais encontrados, tais como a contaminação das “chapelonas” e eventualmente das embalagens com massa impermeabilizante e outros materiais;
- Utilizar o poder que a empresa tem de determinar junto aos seus fornecedores as especificações dos produtos e embalagens que adquire, procurando envolvê-los nas melhorias ambientais propostas;
- Rever a política de *payback* da empresa, procurando considerar de forma mais sistemática o custo ambiental na contabilidade, e o que ele representa em termos de ganho;
- Verificar se os caminhões utilizados para o transporte das “chapelonas” são adequados à função, e, se necessário, adequá-los ou substituí-los;

- Verificar a possibilidade de se produzir as “chapelonas” próximo à indústria, evitando as longas viagens atualmente feitas, bem como contratar localmente outros fornecedores (embalagens, manutenção, reciclagem);
- Diminuir o número de etapas de transporte, espera durante o estoque, inspeção e controle dentro da indústria estudada;
- Evitar a troca de “chapelonas” da caixa de papelão ondulado para a de plástico;
- Utilizar sistemas ou dispositivos que evitem a falta de “chapelonas” durante o processo (EX.: RFID – identificação por rádio-freqüência);
- Minimizar a quantidade de modelos de “chapelonas”;
- Abolir o uso de embalagens plásticas destinadas a material produtivo;
- Evitar a contaminação de “chapelonas” com a massa PVC.

6.4.10.2. Requisitos da embalagem

Minimização no uso de recursos e uso de materiais de baixo impacto (em todas as etapas)

- Uso de papelão ondulado certificado com selo FSC, de origem renovável e atóxico para o usuário;
- Baixo peso e uso racional de material;
- Dispositivo que permita o controle efetivo do material transportado, desde o fornecedor até a produção, bem como o rastreio do ciclo de vida;
- Medidas adequadas à paletização padrão PBR, com padronização de tamanhos e possibilidade de empilhamento;
- Uso da embalagem diretamente na célula de produção, como *dispenser*.

Otimização da vida útil dos produtos (etapa de uso)

- Reuso tanto das embalagens quanto de elementos de suporte;
- Uso compartilhado da embalagem com outros elos da cadeia;
- Previsão de serviços de suporte, manutenção e atualização tecnológica e estética das embalagens.

Extensão da vida útil dos materiais e facilidade de desmontagem (etapa de descarte)

- Desmontagem rápida e minimização do número de operações de manuseio;
- Aplicação gráfica, identificando o conteúdo e estimulando os operadores a preservar a embalagem do descarte precoce;
- Possibilidade de manutenção, reparo ou substituição de componentes ou, se necessário, de toda a embalagem por parte de uma empresa de serviços de embalagem terceirizada, reduzindo a quantidade de resíduos gerados.
- Uso de um único material ou de materiais compatíveis;
- Facilidade de identificação, desmontagem e separação das partes, possibilitando a reciclagem dos componentes;
- Não uso de vernizes ou revestimentos que inviabilizem a reciclagem.

6.4.11. Outros aspectos relevantes para o novo conceito

Além das questões ambientais e econômicas, algumas questões operacionais relevantes foram estudadas para que as propostas de melhoria do sistema e da embalagem fossem viabilizadas. A partir da necessidade de adequação da embalagem ao uso do palete padrão brasileiro (PBR 120x80cm) para otimização da logística (ver item 2.6.1) da análise quantitativa de “chapelonas” utilizadas e do registro fotográfico tanto do uso do carrinho elétrico de transporte quanto da operação na UBS, constatou-se que:

- Seria possível utilizar o dimensionamento de 120x80cm também no *buffer* de espera e na mesa de trabalho da UBS sem prejuízo à usabilidade por parte dos operadores, pois o *buffer* tem 192x162x214cm e a mesa tem 210x90x60cm;
- Seria possível utilizar uma caixa de 120x80cm que contivesse todas as peças necessárias para cada tipo de veículo (três tipos). Isso facilitaria a operação na UBS, na qual atualmente se utilizam cinco tamanhos de caixas plásticas;
- Embora teoricamente fossem necessários três tipos de configurações para os três tipos de veículos produzidos, na prática verificou-se que as configurações poderiam ser reduzidas a duas. Isto se deve ao fato de que entre dois dos três modelos de veículos (modelo 2 e 3) a diferença de

configuração é de apenas um tipo de chapelona (vide Figura 5-18). Com isso, seria possível utilizar a mesa central em dois níveis, o que facilitaria a troca rápida para cada modelo de veículo.

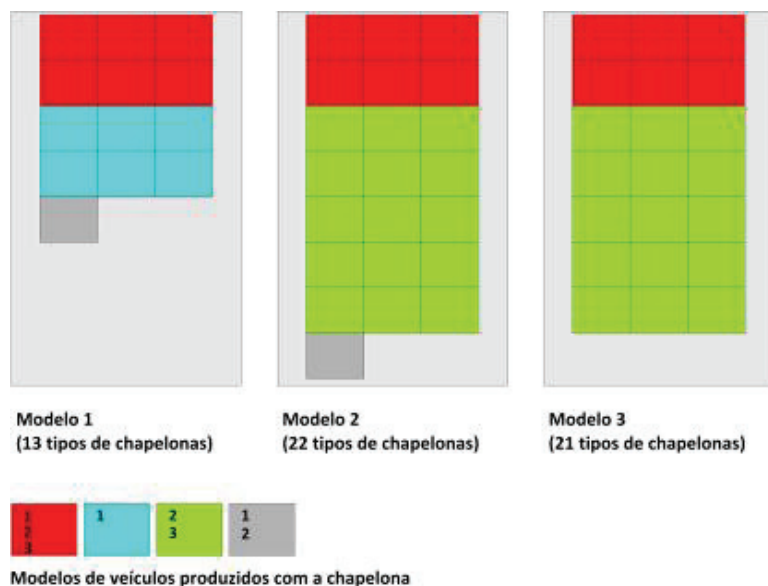


Figura 6-20. Configurações das “chapelonas” necessárias para os três tipos de veículos produzidos pela Volkswagen

6.4.11.1. Sugestões dadas pelos especialistas da Volkswagen

A partir das entrevistas com os especialistas da indústria foram coletadas também as seguintes sugestões para a etapa 03 do estudo de caso (proposta de novos conceitos):

- Transporte entre São Paulo e Curitiba em *bigbags* (*espécie de sacola de grande porte, resistente, em lona ou polipropileno*), para otimizar o uso do caminhão. O especialista em logística entrevistado apontou esta possibilidade, comentando que poderia haver eventual amassamento de “chapelonas”;
- Alimentação automática da chapelona no processo, por meio de tubos;
- Eliminação do almoxarifado interno, entre o NPM e a UBS. Segundo os especialistas, esta etapa é totalmente dispensável, e a embalagem contendo as “chapelonas” poderia seguir direto do NPM para a UBS;

- Uso de um novo *buffer* para linha de produção com cinco níveis para abastecimento e dimensões de 162 x 214 x 192 mm. Com isso haveria aumento na capacidade de alimentação da UBS com as “chapelonas”;
- Caixas coloridas para classificação das “chapelonas” por modelo de carro, para facilitar a identificação ao longo do processo.

Todas as sugestões são plausíveis tanto em termos operacionais quanto econômicos e ambientais, e deverão ser consideradas na geração de novos conceitos. As duas primeiras (*bigbags* e tubos) consideram a possibilidade de não haver as caixas descartáveis de papelão ondulado, e podem favorecer o uso mais racional do caminhão, portanto apresentam potencial de redução do impacto ambiental. No entanto, nenhuma das propostas considera a transferência do fornecimento para próximo da indústria, a redução no número de viagens ou a troca de modal rodoviário por outro menos impactante.

6.4.12. Discussão

A partir dos resultados da coleta e análise de dados foi possível perceber que o foco principal de impacto no sistema estudado não é embalagem e seus resíduos, mas a etapa de transporte. Desta forma, não basta apenas que sejam estabelecidos requisitos para uma embalagem menos impactante, mas principalmente, requisitos para um sistema mais eficiente.

A abordagem de *ecodesign* não se mostra, portanto, suficiente para dar conta dos impactos ambientais no sistema estudado. É preciso uma abordagem sistêmica, que considere não apenas o fluxo de material (embalagem), mas o benefício final esperado no sistema. Neste caso, o que a empresa efetivamente necessita é fazer a vedação da parte inferior dos automóveis para a impermeabilização. Isso poderia ocorrer até mesmo sem a “chapelona”, o que evitaria a necessidade de um PSS.

No caso de se considerar a existência da “chapelona”, o que a empresa efetivamente necessita é que ela seja transportada e entregue na UBS em condições de uso, e neste caso a abordagem de PSS torna-se útil para a empresa.

Desta forma, serão apresentados a seguir alguns cenários possíveis para o sistema com base em PSS, considerando estas duas possibilidades: uma em que não houvesse mais a chapelona e, portanto, **sem embalagens** ou PSS, e outro em que ela

ainda existisse. Nesta última, será utilizada a abordagem de PSS com foco em agregar valor ao ciclo de vida da embalagem (ver tipos de PSS no item 2.4.3.4). Serão apresentadas possibilidades de PSS utilizando tanto embalagens em papelão quanto outros sistemas alternativos.

6.5. Proposição de novos conceitos

A partir dos requisitos, que foram definidos separadamente para o sistema e para a embalagem, foram gerados conceitos de novos cenários com base em duas abordagens: cenários de aplicação futura e cenários de aplicação imediata. Os **cenários futuros** consideram um limite temporal mínimo de dez anos, com base nas proposições de Manzini e Vezzoli (2002), que defendem a transição para uma sociedade sustentável nos próximos decênios. Estes cenários consistem basicamente de duas situações: uma em que as “chapelonas” ainda fossem utilizadas no processo de produção dos veículos, e outra em que as “chapelonas” não fossem mais utilizadas. Para cada uma destas situações foram geradas quatro propostas de cenários.

Os conceitos de **cenários de aplicação imediata** foram gerados considerando como horizonte temporal a atualidade, ou seja, são propostas para implantação em curto prazo, considerando a existência das “chapelonas” no processo. Estas propostas foram divididas em duas abordagens: transporte das “chapelonas” por tipo de componente e por modelo de automóvel produzido.

As propostas de cenários futuros abrangem seis conceitos, sendo três em que as “chapelonas” não fossem mais utilizadas e três em que elas ainda fossem utilizadas no processo de produção dos veículos.

6.5.1. *Cenários para 2016 considerando o não-uso das “chapelonas” (eliminação das embalagens e do PSS)*

6.5.1.1. **Cenário 01: Impermeabilização eletrostática**

Neste conceito propôs-se o uso de um sistema semelhante ao utilizado em pintura eletrostática (Figura 5-19). A massa de impermeabilização aderiria ao automóvel devido à carga eletrostática recebida. Não seria mais utilizada a “chapelona”, evitando-se a embalagem de transporte.

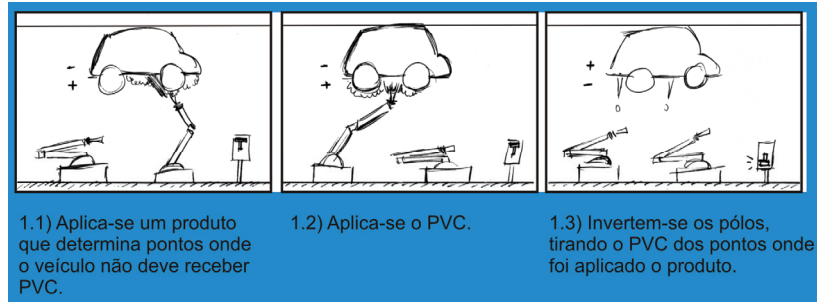


Figura 6-21. *Storyboard* do cenário 01

Desta forma, o sistema seria simplificado com relação ao número de operações (ver Figura 5-20), mas haveria a necessidade de se investir em um equipamento específico para a operação de impermeabilização.

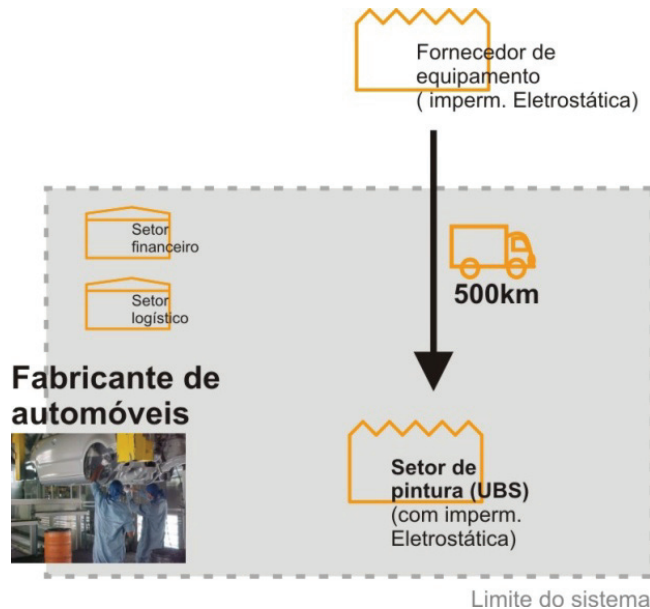


Figura 6-22. *System Map* do cenário 01

Os atores deste sistema seriam basicamente o fornecedor do equipamento e a indústria estudada, que compraria o equipamento. Não haveria, portanto, relação continuada de serviços, que caracteriza um PSS.

6.5.1.2. Cenário 02: robôs inteligentes

Neste conceito propõe-se o uso de robôs (Figura 5-21) que reconheceriam os pontos de aplicação da massa de impermeabilização. Também neste caso não se

6. RESULTADOS E ANÁLISE

6.1. Seleção da empresa

Tendo em vista os critérios de seleção da empresa e do processo apresentados no capítulo 3 (Método e Pesquisa), o estudo de caso foi realizado junto à indústria Volkswagen, localizada na Região Metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná. Os critérios foram considerados da seguinte forma:

- Critério porte da empresa: Trata-se de uma empresa de grande porte do setor de manufatura. A Volkswagen emprega mais de dois mil funcionários e produz cerca de 18.000 automóveis/mês em sua unidade fabril localizada no Paraná. Possui estrutura operacional e fornecedores em condições de viabilizar o uso de embalagens retornáveis.
- Critério localização geográfica: A Volkswagen localiza-se a cerca de 30 quilômetros do NDS/UFPR, onde foi desenvolvida a maior parte da pesquisa para esta dissertação.
- Critério existência de Sistema de Gestão Ambiental: A Volkswagen vem empreendendo esforços para mitigar ou reduzir o impacto ambiental dos processos que utiliza, destacando-se a existência de um Sistema de Gestão Ambiental implantado e certificado (ISO 14000).

6.2. Caracterização da empresa

Na época de realização da pesquisa, a empresa estudada era subsidiária de uma multinacional que tem como negócio principal a montagem de veículos automotores. A montadora estudada produz veículos no Brasil há mais de 50 anos, e era naquele momento a segunda do país em vendas, tendo sido líder de mercado por muitos anos. Possuía três unidades industriais instaladas no Brasil, sendo duas voltadas à produção de automóveis e uma para caminhões e ônibus urbanos. A unidade estudada localizava-se na Região Metropolitana de Curitiba, e produzia três modelos de veículos de passageiros em sua linha de produção.

Nesta unidade de produção, as embalagens voltadas à logística (B2B) apresentavam grande variedade de aplicações, desde componentes de alto valor agregado consideradas como material produtivo por ficar no veículo após a produção

utilizaria mais a “chapelona” e, portanto, não seria necessária também a embalagem de transporte.

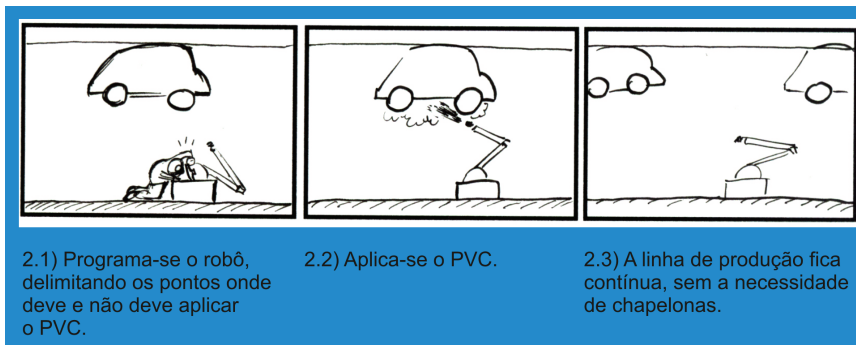


Figura 6-23. Storyboard do cenário 02

Assim como no cenário 01, o sistema seria simplificado com relação ao número de operações (ver Figura 5-22), mas também haveria a necessidade de se investir em um equipamento específico para a operação de impermeabilização.

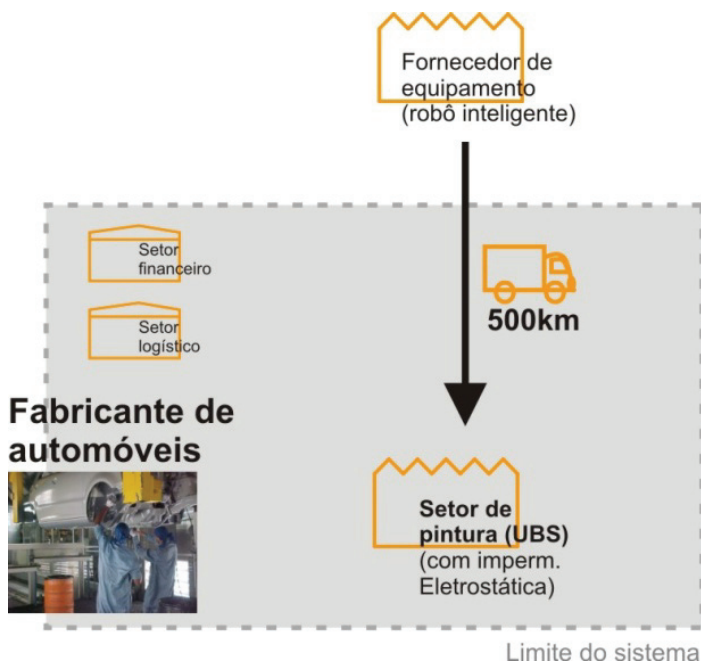


Figura 6-24. System Map do cenário 02

Assim como na proposta anterior, os atores do sistema seriam basicamente o fornecedor do equipamento e a indústria estudada, não havendo relação continuada de serviços e, portanto, o PSS.

6.5.1.3. Cenário 03: Sistema de cabos flexíveis

Neste sistema, propôs-se o uso de cabos flexíveis com ponteiros reutilizáveis (Figura 5-23) que fizessem a vedação das aberturas no assoalho do veículo, para aplicação do impermeabilizante, e que em seguida fossem retiradas.

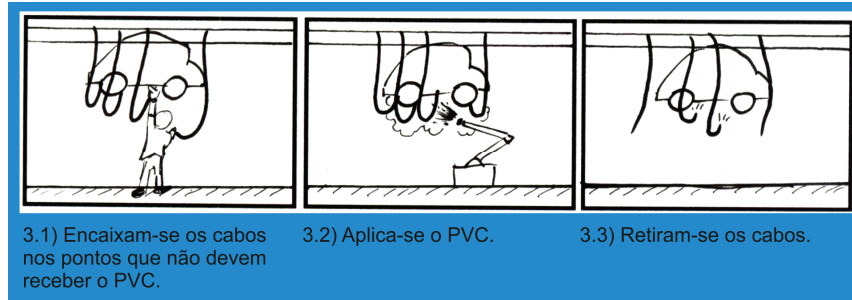


Figura 6-25. Storyboard do cenário 03

Este sistema também permitiria uma redução considerável na quantidade de operações, mas, por outro lado, exigiria um alto investimento no sistema de cabos (ver Figura 5-24).

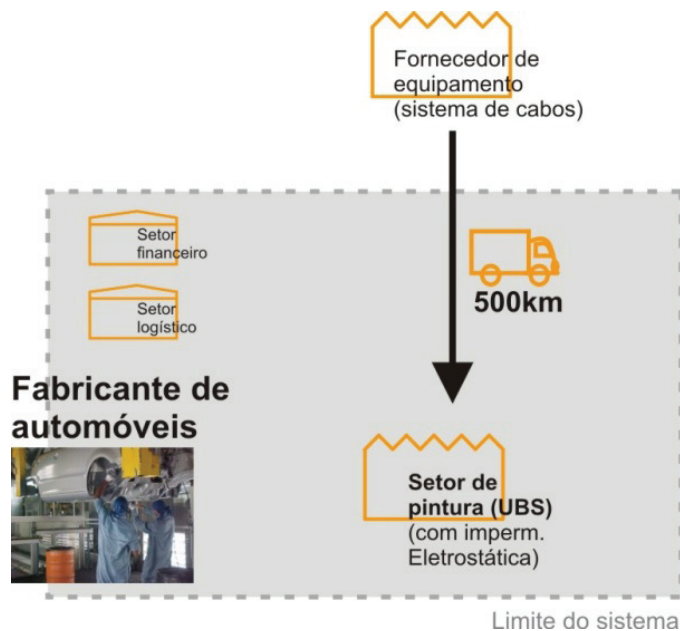


Figura 6-26. System Map do cenário 03

A interação entre os atores ocorreria como nos dois cenários anteriores, nos quais não haveria relação prolongada de serviço (PSS).

6.5.2. Cenários para 2016 considerando o uso das “chapelonas” (PSS agregando valor ao ciclo de vida da embalagem)

Nos cenários a seguir serão descritas propostas que implicariam no uso da abordagem de PSS, seja com foco nos resultados finais (serviços de proteção e transporte das “chapelonas”) ou no incremento do ciclo de vida das embalagens pelo reuso (embalagens retornáveis).

6.5.2.1. Cenário 04: Redução do número de chapelonas no desenvolvimento do automóvel

Neste cenário, propõe-se que a redução na quantidade de chapelonas fosse feita desde o momento em que o automóvel é desenvolvido (ver Figura 5-25), pois na pesquisa de campo detectou-se que havia modelos de chapelonas bastante semelhantes, e que poderiam ser simplificados em uma menor variedade de formatos e tamanhos.

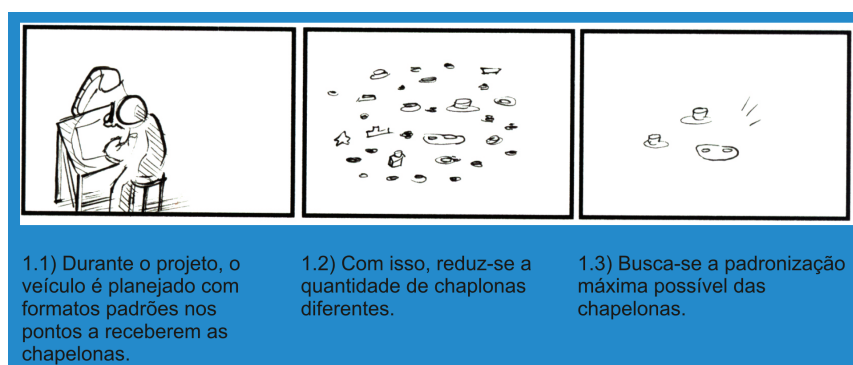


Figura 6-27. Storyboard do cenário 04

O benefício mais visível da revisão da quantidade de “chapelonas” no desenvolvimento do automóvel seria a possibilidade de redução na quantidade e variedade de fornecedores, e, com isso, no fluxo de embalagens. Dependendo desta redução, poderia haver até mesmo um único fornecedor e, portanto, uma otimização no fluxo das embalagens em termos de produção, estocagem, controle e descarte.

A proposta de redução na variedade de “chapelonas” não caracterizaria, por si só, uma proposta de PSS, por isso não foi descrita com o uso do *System Map*. No entanto, é uma idéia que poderia ser combinada com outras propostas, como as dos cenários 6, 7 e 8 que serão descritos à frente.

6.5.2.2. Cenário 05: Máscara reutilizável (PSS agregando valor ao ciclo de vida da embalagem)

Esta proposta previa o uso de uma máscara integrada reutilizável (vide Figura 5-26) que vedaria todas as aberturas da parte inferior do automóvel em uma única etapa. Com isso, seria evitado o uso das “chapelonas”, e das embalagens utilizadas para transportá-las, pois as máscaras viriam embaladas em rolos.

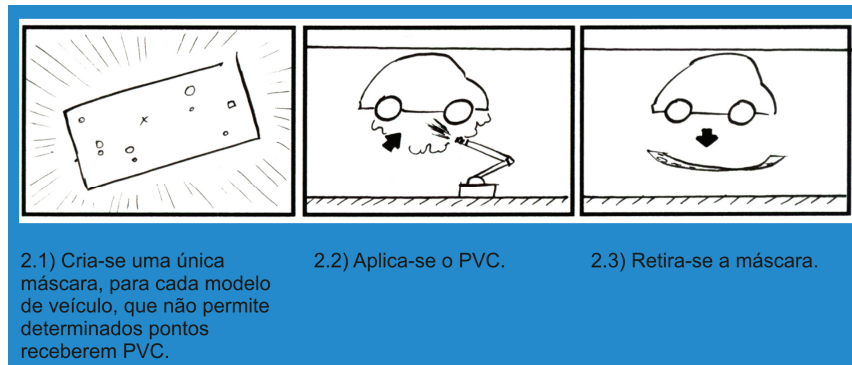


Figura 6-28. Storyboard do cenário 05

Neste cenário não haveria mais a necessidade de embalagens para o transporte das “chapelonas”, mas haveria um fornecedor externo para as máscaras. O fluxo de embalagens seria reduzido consideravelmente (ver Figura 5-27).

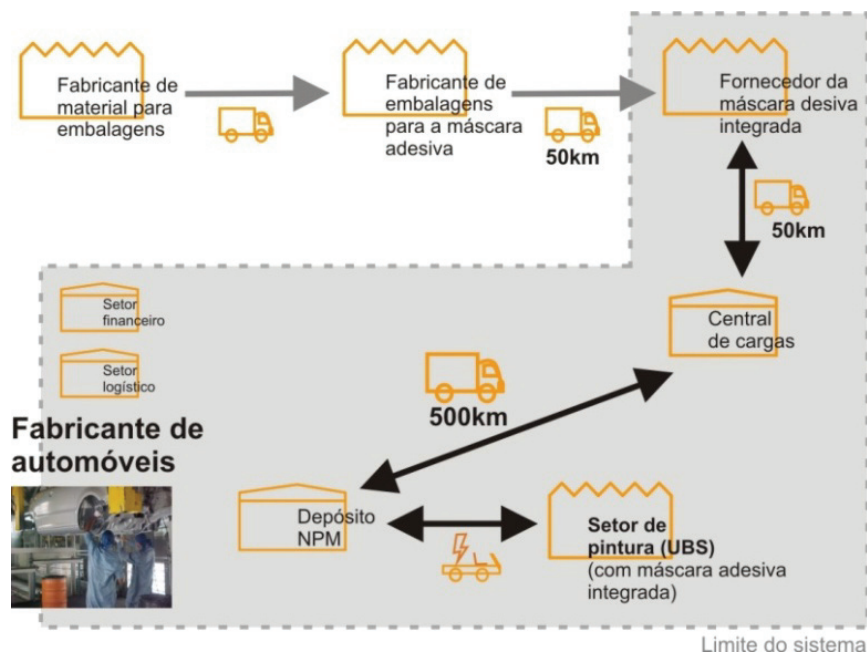


Figura 6-29. System Map do cenário 05

Neste sistema a máscara poderia vir em rolos dentro de embalagens retornáveis, que poderiam ser de papelão ondulado ou mesmo de outro material.

6.5.2.3. Cenário 06: Alimentação por tubos (PSS com foco em resultados finais)

Neste cenário, propõe-se que a produção fosse alimentada com as “chapelonas” por meio de um sistema de tubos (ver Figura 5-28), eliminando a necessidade de caixas de papelão, usadas atualmente. As “chapelonas” poderiam ser entregues a granel em caçambas ou em *bigbags* (bolsas de grande tamanho feitas em lona ou plástico flexível).

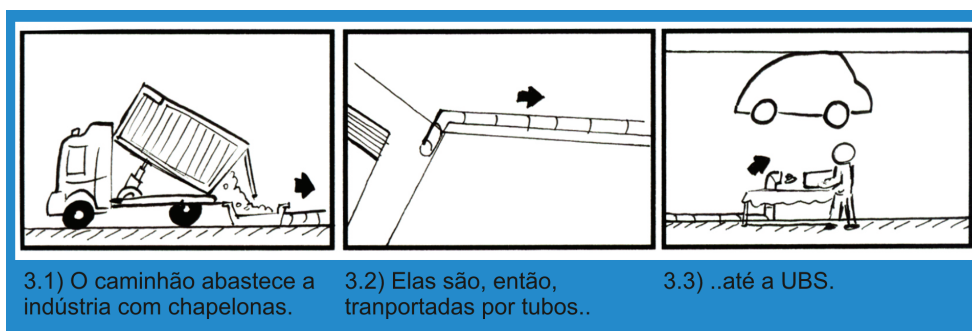


Figura 6-30. Storyboard do cenário 06

Neste sistema, a redução no número de atores também seria considerável, restringindo-se a um fornecedor que utilizasse caminhão do tipo caçamba ou sistema de embalagens *bigbag* retornáveis (ver Figura 5-29). É importante notar que a Volkswagen poderia adquirir os *bigbags* em vez de contratar os serviços de outra empresa.

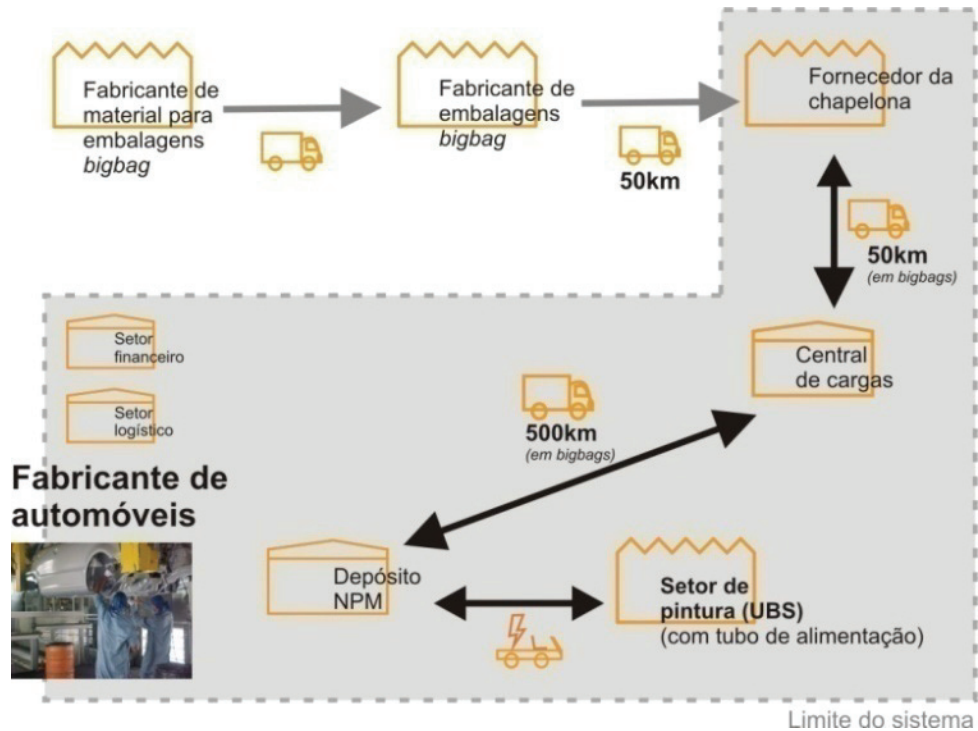


Figura 6-31. System Map do cenário 06

As propostas com foco na resolução imediata do problema são apresentadas a seguir, em dois cenários que consideram o uso das chapelonas: um considerando o transporte por tipo de chapelona e outro por modelo de veículo.

6.5.3. Cenários para 2006 considerando o uso das “chapelonas” (PSS com valor agregado ao ciclo de vida do produto)

Considerando-se que as chapelonas existam e devam ser transportadas, utilizou-se a abordagem de **embalagem retornável** para a geração das propostas a seguir.

6.5.3.1. Cenário 07: Caixa retornável individual

Neste conceito propôs-se o uso de caixas de papelão ondulado individuais para cada tipo de “chapelona” que retornariam ao fornecedor após o uso (vide Figura 5-30).



Figura 6-32. Storyboard do cenário 07

Buscou-se, nesta proposta, adaptar-se o máximo possível à situação existente, na qual há vários fornecedores de “chapelonas”, mastambém otimizar o ciclo de vida da embalagem pelo reuso da mesma, e pela possibilidade de reparo, remanufatura e atualização de componentes. A fornecedora de embalagens seria responsável pela gestão de todo o ciclo de vida da embalagem, inclusive o descarte. Esta atribuição atualmente é da fabricante de automóveis.

A Figura 5-31 apresenta os principais atores e o fluxo da embalagem retornável no sistema. O fabricante de embalagens teria um papel fundamental no sistema, pois seria ele quem efetivamente proveria não apenas as embalagens, mas o serviço de manutenção, reparos, atualização e recolhimento das mesmas ao final da vida útil, encaminhando à destinação adequada.

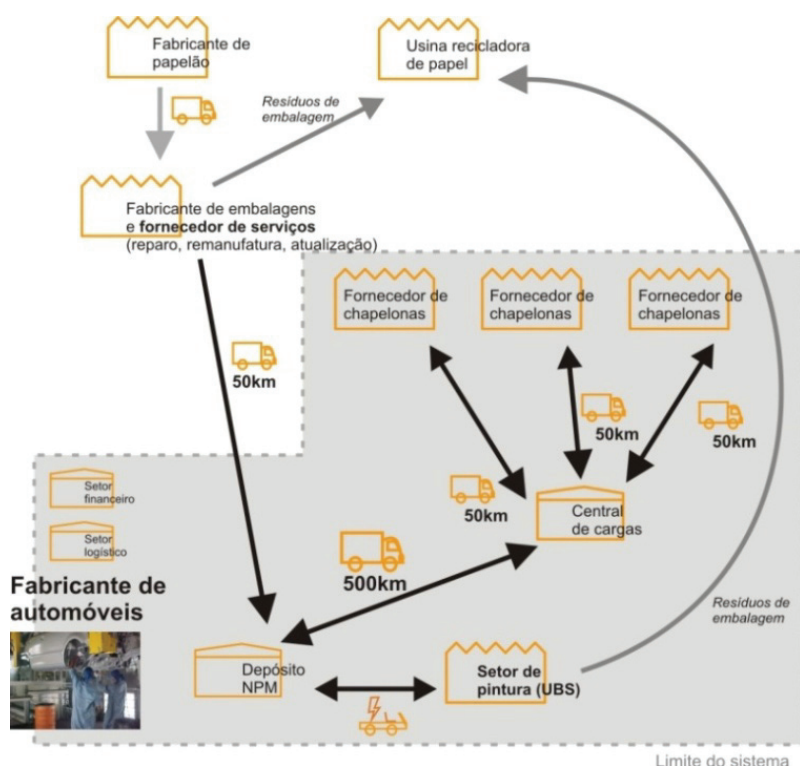


Figura 6-33. System Map do cenário 07

A área em cinza indica o espaço de circulação da embalagem no sistema, entre os fornecedores das chapelonas e o setor de pintura da Volkswagen. É possível notar, no entanto, que o transporte continuaria sendo feito pelas mesmas distâncias da situação inicial. Não haveria, portanto, mudanças significativas quanto ao impacto ambiental do

transporte, que continuaria a utilizar o mesmo modal existente (caminhão movido por combustível fóssil).

Com relação aos requisitos do sistema, esta proposta atenderia apenas a alguns deles, pois buscaria minimizar a quantidade de resíduos, mas apenas da embalagem, não das “chapelonas”. Além disso, diminuiria o número de etapas de espera, inspeção e controle, e propõe-se a redução no número de viagens pela metade (de quatro para duas mensais).

A proposta evitaria a troca de “chapelonas” de uma embalagem para outra, pois seria utilizada diretamente na UBS, e utilizaria um sistema que evitaria a falta de “chapelonas” durante o processo (RFID).

Apesar destas melhorias, este conceito não atenderia ao restante dos requisitos do sistema, pois não criaria efetivamente uma cultura de PSS, nem conhecimento e experiência no assunto, pois há dificuldades em se rever a política de *payback* da empresa, pela dificuldade em se contabilizar o custo ambiental do sistema. Não foi prevista a mudança de modal de transporte nem a possibilidade de se produzir as “chapelonas” próximas à Volkswagen, evitando as longas viagens. Também não foi minimizada a quantidade de modelos de “chapelonas”, nem se evitou a contaminação destas com a massa PVC.

Quanto aos requisitos para a embalagem, foram atendidos os referentes ao uso de papelão ondulado com selo FSC, ao baixo peso e uso racional do material, padronização de tamanho e medidas adequadas à paletização padrão PBR, com possibilidade de empilhamento. A proposta permitiu também desmontagem rápida e minimização do número de operações de manuseio, e o rastreio do ciclo de vida da embalagem com o uso de sistema RFID. Foi facilitado o uso da embalagem diretamente na produção, como *dispenser*.



Figura 6-34. Proposta de caixa retornável desmontável em papelão ondulado, individual para cada tipo de chapelona

A vida útil da embalagem, estimada em um mínimo de dez ciclos de ida e volta, seria otimizada pela desmontagem rápida (Figura 5-32) e pela minimização do número de operações de manuseio, e previu-se a aplicação gráfica, identificando o conteúdo e estimulando os operadores a preservar a embalagem do descarte precoce, bem como a possibilidade de manutenção, reparo ou substituição de componentes, ou mesmo, de toda a embalagem. Como na embalagem proposta previu-se identificação, desmontagem e separação das partes, e o uso de um único material, a reciclagem seria facilitada, não havendo também o uso de vernizes ou outros revestimentos.

6.5.3.2. Cenário 08: kit integrado por modelo de automóvel

Nesta proposta previu-se o uso de uma caixa retornável em papelão ondulado de maior tamanho, que poderia acomodar todos os tipos de “chapelonas” necessárias para a montagem de cada modelo de automóvel (Ver Figura 5-33).



Figura 6-35. Storyboard do cenário 08

Conforme demonstra a Figura 5-34, o sistema proposto para a embalagem tipo *kit* implicaria em uma redução na quantidade de atores no processo, restringindo-se a

um único fornecedor de chapelonas que montaria os kits de “chapelonas” (Figura 5-36), a partir das embalagens retornáveis fornecidas pela fabricante de automóveis.



6-36. Proposta de caixa retornável desmontável em papelão ondulado, formando um kit integrado para cada modelo de automóvel

Esta, por sua vez, receberia as embalagens do fornecedor de embalagens, que seria responsável não apenas pelo fornecimento, mas pela gestão de todo o ciclo de vida das mesmas, inclusive o descarte. Esta atribuição atualmente é da fabricante de automóveis estudada.

Assim como na proposta anterior, o fabricante de embalagens teria um papel fundamental no sistema (Figura 5-37), fornecendo tanto as embalagens quanto o serviço de manutenção, reparos, atualização e recolhimento no fim de vida.

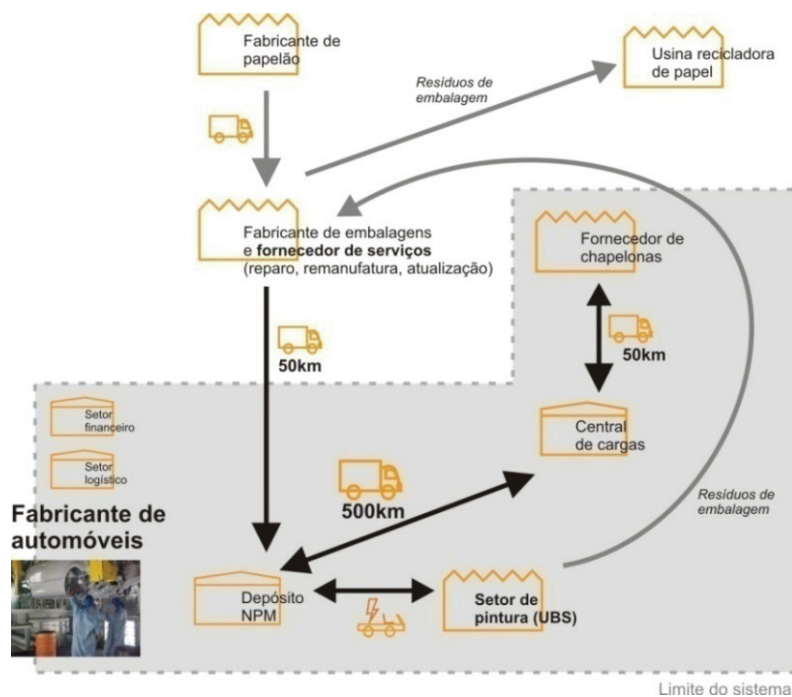


Figura 6-37. System Map do cenário 08

Em termos ambientais, esta proposta agregaria valor em termos de redução do impacto ambiental, pois a redução na quantidade de fornecedores implicaria na redução da distância de transporte envolvendo estes atores. Poderia haver uma redução de, no mínimo, duzentos quilômetros por ciclo, sendo cem quilômetros de ida e volta por fornecedor. Este dado é relevante, pois o grande impacto ambiental do sistema vem do transporte.

Neste conceito, os requisitos de sistema atendidos seriam os mesmos da proposta anterior, com a diferença que, pelo fato de haver apenas um fornecedor, haveria uma redução maior na distância percorrida, citada anteriormente. Da mesma forma, os requisitos do sistema não atendidos por esta proposta seriam os mesmos da anterior.

Quanto aos requisitos para a embalagem, também seriam atendidos os mesmos da proposta anterior, havendo, contudo, uma redução ainda maior no número de operações devido à menor variedade de embalagens, pois seriam usadas apenas três variações nesta proposta, contra 28 da proposta anterior.

6.6. Análise dos conceitos propostos

A análise dos conceitos foi feita de forma comparativa com referência à abordagem de PSS, e também a partir dos resultados de *workshop* realizado junto aos especialistas da Volkswagen nos setores de logística, gestão ambiental e pintura.

6.6.1. Análise Comparativa dos Cenários à Luz do PSS

Pode-se verificar, a partir dos conceitos propostos, que a redução efetiva do impacto ambiental no sistema estudado poderia ser obtida com a supressão das chapelonas e, portanto, das embalagens utilizadas para transportá-las. Isto implicaria até mesmo em não haver PSS para o sistema, como nas três primeiras propostas (cenários 01, 02 e 03), em que se sugere a compra de um equipamento que substituiria as chapelonas.

No caso das propostas com uso de embalagens retornáveis (cenários 04 a 08), só é possível considerar o sistema efetivamente um PSS caso haja uma interação efetiva dos *stakeholders* envolvidos (fornecedores de embalagens e “chapelonas” e empresa), e na qual o ciclo de vida da embalagem é gerido pela empresa que fornece a embalagem,

e não pela Volkswagen. Além disso, deve haver estratégias de redução no uso do transporte, que é a etapa ambientalmente mais impactante, como demonstrou a ACV.

Portanto, o simples uso de uma embalagem retornável não caracteriza efetivamente um PSS, aproximando-se muito mais da abordagem de *ecodesign*, que busca muito mais a eficiência ambiental da embalagem do que do sistema como um todo.

Para a implantação efetiva de um PSS com base em alguma das propostas apresentadas seria necessário também superar outras barreiras, como a falta de conhecimento no assunto, a política de *payback* da empresa e o foco na aquisição de bens em vez do uso de serviços com foco em resultados. Desta forma, os cenários idealizados anteriormente poderiam ser viabilizados.

Os conceitos propostos, tanto de cenários futuros quanto de curto prazo foram primeiramente avaliados pelo pesquisador e, subseqüentemente, encaminhados para avaliação da empresa. Os critérios da avaliação da empresa centraram-se na avaliação do nível de melhoria operacional, da viabilidade de implementação e dos possíveis ganhos econômicos e ambientais. Para isso, realizou-se um *workshop* na empresa com os profissionais envolvidos, tanto da Volkswagen quanto de fornecedores de embalagem (ver item 1.6.5), no qual foram apresentadas e discutidas as dez idéias.

6.6.2. Resultados do *workshop*

Com relação aos **cenários de longo prazo**, a proposta de alimentação da produção por meio de tubos (cenário 06) foi considerada pelos profissionais da Volkswagen como a mais interessante, pois se evitaria a geração de resíduos de embalagem que precisam ser gerenciados. O uso do caminhão seria otimizado, pois os *bigbags* ocupam melhor os espaços ociosos, permitindo que se transportem mais “chapelonas” e se reduza o número de viagens. A redução no número de operações foi outro ponto considerado positivo, bem como o custo de implantação do sistema, que foi considerado viável.

É importante observar que nesta proposta poderia até mesmo se evitar um PSS, pois o transporte poderia ser feito pela própria Volkswagen, que apenas compraria os *bigbags* para utilizá-los no sistema.

Quanto aos **cenários de curto prazo**, a proposta de PSS com base no uso de uma embalagem tipo *kit* foi considerada a mais promissora, pois minimizaria o risco de falta de alguns modelos de “chapelonas” na produção, agilizaria o processo e reduziria a quantidade de resíduo gerado. Além disso, o custo inicial de investimento superior ao das embalagens utilizadas atualmente poderia ser viabilizado com uma flexibilização na expectativa de *payback* da Volkswagen.

Com base nas duas propostas escolhidas, iniciou-se a análise das mesmas quanto aos aspectos de interação entre os atores e desempenho ambiental e econômico, em termos qualitativos e quantitativos. Em função de limitações de tempo para o desenvolvimento de uma análise aprofundada do cenário futuro escolhido (cenário 06), e como o objetivo desta dissertação é verificar **“Como tornar mais sustentável o uso da embalagem em papelão ondulado movimentada entre empresas?”**, optou-se pela análise do PSS utilizando embalagem retornável tipo *kit* em papelão ondulado (cenário 08).

Desta forma, nas análises seguintes, o cenário 08 é o objeto de análise e comparação em relação ao sistema existente.

Para efeito de comparação entre a situação anterior e a nova proposta, a quantidade de etapas de reuso da nova embalagem proposta foi fixada em dez, ou seja, somente após dez viagens seria necessário produzir uma nova embalagem. Esta quantidade foi estimada após consulta técnica à empresa fabricante de embalagens de papelão ondulado Embrart. Foi definido este número também pelo fato de que, com dez reutilizações, o custo entre a embalagem retornável proposta e a anterior (descartável) se equipararia, conforme orçamento da empresa fabricante de embalagens (ver *Apêndice 8*).

6.6.3. Análise do conceito de PSS escolhido, atores e interações

Verificou-se, no item 4.5.3.2 (Cenário 08: kit integrado por modelo de automóvel) que parte dos requisitos definidos para o sistema foi atendida, e que havia uma redução na distância percorrida pela embalagem no sistema. Reduziu-se o número de atores, e a gestão do ciclo de vida da embalagem passou a ser de responsabilidade da empresa fornecedora de embalagens. Esta empresa tinha motivação econômica em fornecer um serviço mais eficiente, pois seu foco de negócio não era necessariamente

vender mais embalagens, mas entregar as “chapelonas” com qualidade e no tempo certo na indústria contratante.

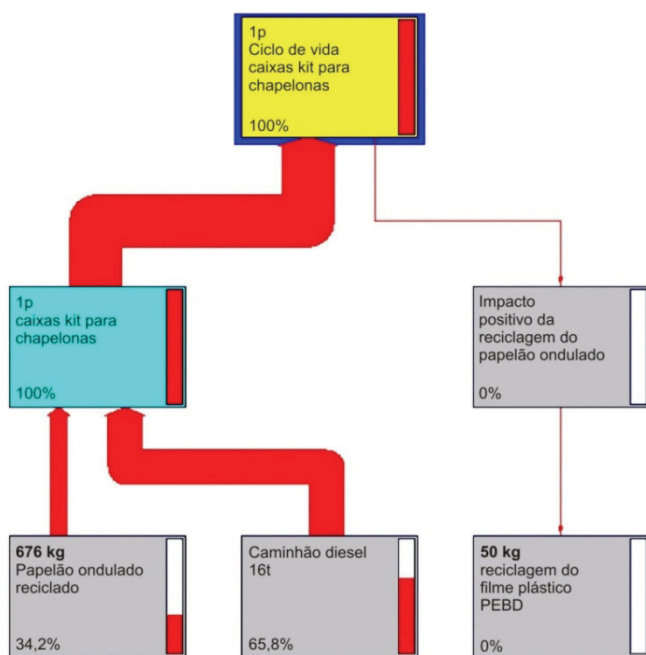
O mesmo ocorreu com os requisitos para a embalagem, com um ganho operacional, pois houve redução no número de operações, devido à menor variedade de embalagens. Foram utilizados materiais de baixo impacto ambiental, estendeu-se a vida útil da embalagem e dos materiais e facilitou-se o descarte.

No entanto, a verificação dos reais benefícios ambientais e econômicos desta proposta se comparadas à situação anterior só pode ser feita a partir do uso de ferramentas de análise quantitativa específicas, como a Análise do Ciclo de vida. Estes resultados serão apresentados a seguir.

6.6.4. Análise quantitativa ambiental do conceito de sistema escolhido (ACV com Simapro)

Assim como na análise do sistema existente, a ferramenta Análise do Ciclo de vida também foi aplicada para o novo conceito proposto no cenário 8 (*kit integrado*), com uso do software Simapro7 na versão educacional. Foram gerados os mesmos três tipos de gráfico: árvore de impactos, nível de impacto por categoria (desta vez na nova proposta) e comparativo por categoria de impacto entre a situação anterior e a proposta.

O gráfico relativo à árvore de impactos é apresentado na Figura 5-38. Este gráfico apresenta a proporção de cada elemento do sistema no total de impacto ambiental gerado.

6-38. Árvore de impactos ambientais da embalagem na proposta de *kit* integrado

O gráfico 5-38 apontou, na nova proposta, que a etapa de transporte continua sendo mais impactante ambientalmente (65,8% do impacto ambiental do sistema). Isto ocorre porque não foi diminuída a distância do fornecedor de “chapelonas”, nem o modal de transporte não foi alterado (caminhão a diesel).

Deve-se ressaltar, no entanto, que na nova proposta prevê-se a redução no número de viagens mensais entre o fornecedor e a linha de produção de quatro para duas. Embora seja evidente a redução do impacto ambiental ao se reduzir o número de viagens, neste gráfico é insuficiente visualizar este ganho, o que será feito no gráfico seguinte. Houve também pequenos ganhos, devido à redução no uso de filme plástico, mas que não são significativos no sistema.

O gráfico 5-39 mostra as principais categorias de impacto ambiental associadas ao novo conceito proposto. Este gráfico demonstra que o consumo de combustíveis fósseis (1, em verde) e a emissão de compostos inorgânicos respiráveis (2, em amarelo) continuam sendo, assim como na situação inicial, as duas categorias mais impactantes no novo conceito. As alterações climáticas (3, em azul) vem em seguida.

As emissões de CO² e outros gases, por parte dos caminhões a diesel e atividades industriais, continuam sendo significativas. Estas emissões provocam também

os efeitos de acidificação e eutrofização (4, em azul escuro) e ecotoxicidade (5, em azul-esverdeado) que, embora representem menor proporção de impacto, são também relevantes.

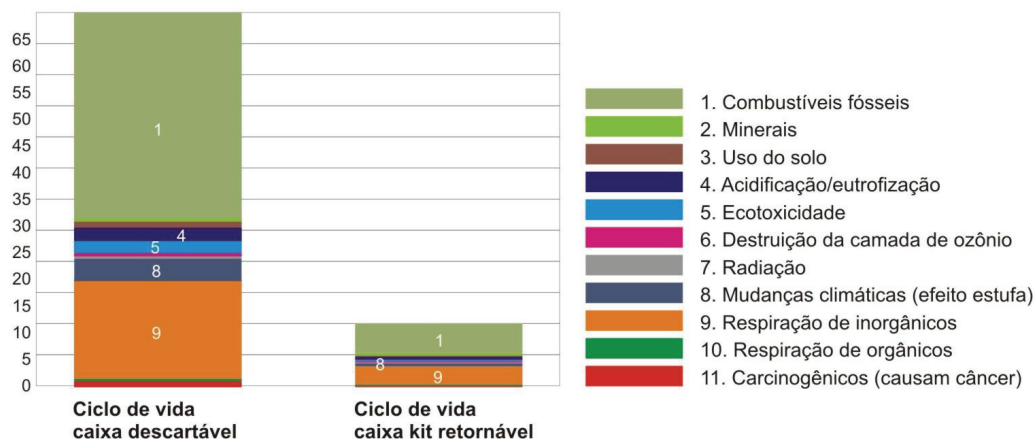


Figura 6-39. Nível de impacto ambiental da embalagem no sistema existente e na nova proposta, por categoria

No entanto, este gráfico já permite visualizar um ganho ambiental devido à reutilização da embalagem e à redução na quantidade de viagens de quatro para duas, principalmente com respeito ao uso de combustíveis fósseis e emissão de compostos inorgânicos respiráveis. A menor altura do gráfico à direita (novo conceito) em relação ao gráfico à esquerda (situação anterior) representa que há uma redução significativa no impacto ambiental gerado.

No gráfico 5-40 é novamente mostrado um comparativo entre o sistema existente (barras verticais em vermelho) e a nova proposta (barras verticais em verde), em cada uma das diversas categorias de impacto ambiental. O resultado mostra que há, para o novo conceito, uma significativa redução de impacto em todas as categorias, quando comparado à situação encontrada.

O gráfico aponta também que as categorias em que há redução mais significativa de impacto ambiental são: mudanças climáticas, utilização de combustíveis fósseis, emissão de substâncias carcinogênicas (causadoras de câncer), emissão de compostos inorgânicos, acidificação/eutrofização e ecotoxicidade.

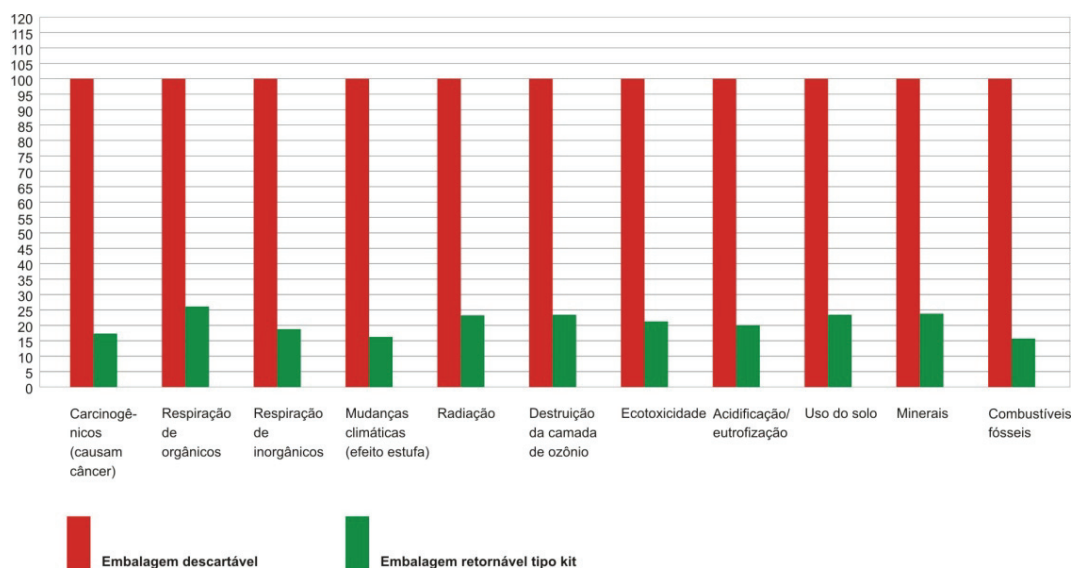


Figura 6-40. Comparativo de impacto ambiental entre a situação inicial e a nova proposta, por categoria

Os resultados apresentados nos gráficos evidenciam a relevância do transporte nos impactos ambientais do sistema estudado. Embora a nova proposta de sistema considere estratégias como a redução no número de viagens e a otimização no uso do caminhão, percebe-se que há um limite além do qual o *Designer* não tem como agir, pois foge do seu escopo tradicional de atuação, que é a configuração dos produtos.

No caso dos transportes, existem ações que passam por outros tomadores de decisão, como gerentes de logística, gerentes comerciais, ou mesmo, a diretoria executiva da Volkswagen. Decisões estratégicas como a troca de fornecedores, o modal de transporte ou expectativas de *payoff* mais longas fogem do escopo do *Design*, mas este trabalho demonstra a importância do *Designer* ter competências para detectar os pontos do sistema em que há deficiências ambientais.

Os resultados evidenciaram também que não é suficiente o *Designer* projetar uma embalagem mais eficiente em termos ambientais e operacionais, pois nem sempre a embalagem é o problema principal. Portanto, faz-se necessário o desenvolvimento de novas habilidades e competências para o designer que for atuar no desenvolvimento de sistemas logísticos ambientalmente mais responsáveis.

Na sequência, será verificada até que ponto é possível a generalização dos dados obtidos com os resultados na avaliação ambiental deste estudo de caso. Para tanto, serão apresentados os dados relativos a um meta-estudo de caso, no qual foram realizados três outros estudos de caso envolvendo embalagens retornáveis em papelão

ondulado. Buscar-se-á, a partir destes resultados, a comparação com os do estudo de caso principal, para se verificar possíveis generalizações.

Os estudos referem-se às empresas Fiat, Correios e Indústria de cabeçotes, reportadas na Revisão Bibliográfica (item 2.6.5 – Exemplos de aplicação em embalagens B2B).

6.7. Resultados do meta-estudo de caso

Com o propósito de aumentar a validade externa do estudo, os estudos complementares foram realizados de forma semelhante ao estudo de caso principal. Iniciou-se com um diagnóstico da situação, e em seguida, a análise das interações entre os atores e dos problemas ambientais e econômicos. No entanto, a questão ambiental foi analisada apenas de forma qualitativa, pois não foi possível a realização de uma Análise do Ciclo de vida de cada um dos sistemas, por limitações técnicas e cronológicas.

A análise qualitativa foi feita com o uso do *checklist* do SDO-MEPSS, e os resultados comparados com o estudo de caso principal. Assim como no estudo de caso principal, os problemas encontrados foram analisados com foco no sistema e na embalagem, e posteriormente comparados.

6.7.1. Estudo de caso na empresa 2 (Fiat)

6.7.1.1. Caracterização

Maia (2001) relata um estudo de caso relativo à indústria FIAT do Brasil, situada em Betim (MG) que envia diversos componentes automotivos para a cidade de Córdoba (Argentina) a cerca de dois mil quilômetros de distância, e utiliza tanto embalagens descartáveis quanto retornáveis em madeira e aço.

Neste sistema as embalagens retornáveis são utilizadas apenas para peças de médio e grande porte, e o retorno da embalagem ao Brasil é feito de duas formas: desmontadas ou transportando componentes da Argentina para o Brasil. No caso de desmontagem há a necessidade de limpeza para o reuso, e a relação de compactação varia entre 1:2,3 e 1:5, conforme a embalagem. Não foram disponibilizadas imagens destas embalagens.

Em termos ambientais, Maia (2001) constata que há uma redução considerável na quantidade de embalagens, sendo mais de 600 em apenas oito meses do ano de 2000. No entanto, é importante ressaltar que a maioria destas embalagens retornáveis

era feita em madeira, e que há uma tendência crescente em se evitar este tipo de material, devido a problemas de contaminação por pragas. Neste caso é necessário que as embalagens passem pelo processo de fumigação, que apresenta restrições tanto ambientais (uso de produto químico tóxico) quanto econômicas (custo extra do processo).

Maia (2001) relata o uso, nas embalagens descartáveis, de materiais auxiliares como pregos, fitas, parafusos, lonas plásticas e espumas, que são materiais que dificultam a separação da embalagem no fim de vida.

Em termos econômicos, Maia (2001) compara as embalagens B2B descartáveis e reutilizáveis, e conclui que as reutilizáveis representam para a empresa ganhos entre 11 e 32%, dependendo do modelo utilizado.

6.7.1.2. Descrição e análise do sistema, atores e interações (System Map)

Com base na visualização do sistema adotado pela FIAT neste estudo de caso (Figura 5-41), percebeu-se que há diversos atores ligados ao fornecimento de materiais usados para a confecção das embalagens retornáveis. Isso ocorre devido à diversidade de materiais utilizados, e implica em uma série de impactos ambientais que poderiam ser minimizados se algumas etapas fossem suprimidas. Isto seria possível a partir do *reDesign* das embalagens.

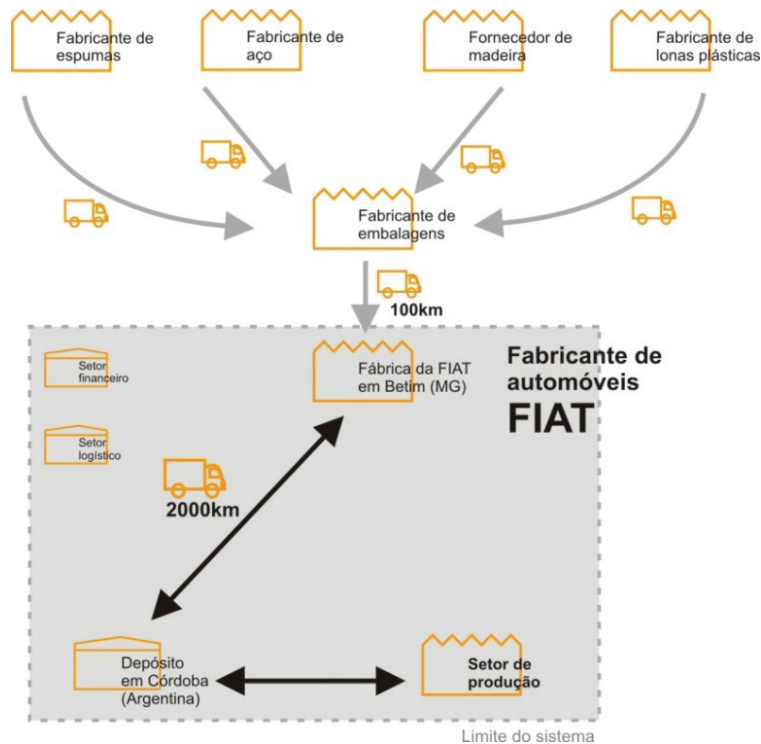


Figura 6-41. *System Map* do sistema adotado pela FIAT no meta-estudo de caso

Percebeu-se também que as embalagens percorrem grandes distâncias, o que pode indicar um grande impacto ambiental na etapa de transporte, uma vez que praticamente todo o transporte é feito com caminhões movidos a combustível fóssil (óleo diesel).

6.7.1.3. Análise dos problemas encontrados no sistema à luz das estratégias de PSS

Neste estudo de caso foram encontrados também problemas comuns ao estudo de caso da Volkswagen, como a falta de conhecimento e experiência em PSS, e nível de maturidade em PSS baixo, pois o foco também é essencialmente econômico. A preocupação com impactos ambientais do sistema também se resume ao fim de vida da embalagem, configurando uma postura basicamente reativa. Não há histórico de *codesign* em serviços, apenas de embalagens, cuja gestão do ciclo de vida é feita pela própria empresa.

A embalagem é transportada por distâncias muito longas (mais de 2.000 km) e com uso de caminhões movidos por combustível fóssil (óleo diesel), o que evidencia a ausência de preocupação ambiental focada no sistema em vez da embalagem. Além disso, há um excesso de atores (fornecedores) no sistema, devido à quantidade de

materiais usados, e com isso excesso de etapas de transporte e de movimentação de material.

Com base nas características apresentadas, o sistema da FIAT apresenta apenas algumas características de um PSS, mas não pode ser considerado um. Aproxima-se mais da abordagem de *ecodesign*, devido ao foco no fim de vida do produto, e ao fato de que as embalagens eram compradas pelo cliente.

6.7.1.4. Análise dos problemas encontrados na embalagem à luz das estratégias de PSS

No que se refere à embalagem e suas implicações no sistema, verificou-se que há problemas quanto à minimização de recursos e uso de recursos de baixo impacto, pois se utiliza madeira tratada pelo processo de fumigação, que apresenta restrições ambientais (uso de produto químico tóxico). Há excesso de peso devido ao material utilizado (madeira e aço), e necessidade de limpeza para o reuso.

A otimização da vida útil das embalagens é possível devido ao reuso e manutenção das mesmas. No entanto, a manutenção é dificultada pela variedade de materiais diferentes utilizados e modo de aplicação, pois se utilizam materiais auxiliares como pregos, fitas, parafusos, lonas plásticas e espumas. Estes materiais dificultam também a separação da embalagem no fim de vida, o que é agravado pela falta de identificação destes materiais e de informações sobre o ciclo de vida.

6.7.2. Estudo de caso na empresa 3 (Correios)

6.7.2.1. Caracterização

A ECT (Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos) foi fundada em 1969, e criou em 1989 uma marca chamada Correios, que atualmente é a responsável pela distribuição de encomendas e correspondências para todo o território brasileiro e exterior. Neste estudo, tomou-se como referência a unidade dos Correios de Curitiba/Paraná, e especificamente a expedição de encomendas.

Os Correios utilizam, entre outros sistemas, *racks metálicos* para acondicionamento e transporte de volumes na logística interna da empresa (B2B). Como o uso dos *racks* é intenso, a empresa começou a buscar alternativas para a redução de peso e volume, e também para a necessidade de compactação rápida, uma vez que os *racks* antigos eram retornáveis.

A partir desta necessidade, a indústria de embalagens Embrart desenvolveu e fornece atualmente para a empresa Correios um sistema alternativo de proteção e transporte de encomendas composto de embalagens retornáveis em papelão ondulado (caixa) e polipropileno (tampa), denominado Embrapack (ver Figura 5-42).



Figura 6-42. Seqüência de desmontagem e empilhamento do sistema Embrapack

Fonte: Embrart (2007)

Este sistema foi adotado em função do menor peso, resistência e durabilidade, e pela possibilidade de compactação rápida da embalagem, ocupando pouco volume no retorno. A embalagem suporta até 3.000 kg, segundo o fabricante, e pesa 30 kg.

A embalagem apresenta desgaste diferente em cada parte, sendo que a parte inferior e a superior são as mais exigidas em termos de impactos e atrito. Nestes pontos, utilizam-se peças de plástico reforçado (polipropileno), que é mais resistente do que o papelão para estas exigências, enquanto que o papelão é mais usado nas paredes e tampa lateral. As laterais em papelão ondulado são dobráveis e compactáveis, formando uma chapa plana que facilita o retorno caso voltem vazias.

Como a chapa de papelão não recebe nenhum tipo de revestimento contra umidade, deve haver um cuidado maior para a embalagem não entre em contato com água, o que poderia causar danos e descarte precoce do material.

Além da embalagem, a Embrart fornece serviços de manutenção, reparo e destinação final das embalagens, em caso de descarte, mas os Correios compram apenas a embalagem, não estes serviços. Com isto, agregam-se à embalagem valores ambientais, uma vez que é evitado o descarte precoce de material. A limpeza da embalagem é feita pelos Correios, quando há necessidade.

Segundo a Embrart, a embalagem é competitiva em termos econômicos, tendo um custo inferior ao do *rack* metálico anteriormente utilizado.

6.7.2.2. Análise do sistema, atores e interações (System Map)

A distribuição neste sistema é feita com o uso de caminhões a diesel, por distâncias que variam de 500 a 3000 km (ver Figura 5-43). Em termos operacionais, a empresa não relatou excessos de operações durante o processo.

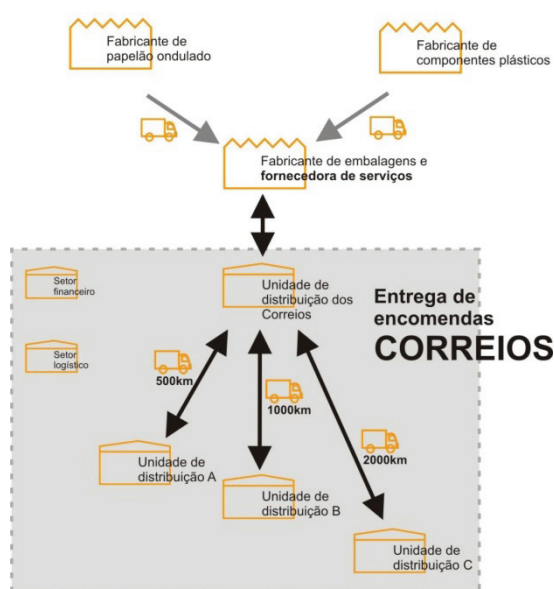


Figura 6-43. System Map do sistema adotado pelos Correios no meta-estudo de caso

Neste sistema, a empresa de embalagens desempenha um papel fundamental, fornecendo não apenas as embalagens retornáveis, mas também serviços de manutenção, reparo, atualização e substituição das mesmas. Além disso, é responsável pelo recolhimento das embalagens no fim de vida, dando-lhes destinação adequada.

6.7.2.3. Análise dos problemas encontrados no sistema à luz das estratégias de PSS

Tendo como base os requisitos para o sistema utilizados para a proposta feita para a Volkswagen (Item 4.4.10.1), verificou-se que boa parte deles foi atendida no sistema utilizado pelos Correios. Reduziu-se o número de atores, especialmente na etapa de fornecimento, e a gestão do ciclo de vida da embalagem passou a ser de responsabilidade da empresa fornecedora de embalagens, que tinha motivação econômica em fornecer um serviço mais eficiente, com embalagens retornáveis mais duráveis.

No entanto, além dos Correios adquirirem as embalagens em vez de comprarem os serviços de proteção e transporte, não foi relatada qualquer redução na distância percorrida pela embalagem no sistema. Isto ocorre porque a logística de transporte é

feita pelo cliente (Correios), e não pela empresa de embalagens. Além disso, as embalagens podem, eventualmente, voltar vazias, gerando transporte extra.

A partir dos resultados da ACV feita para o estudo de caso da Volkswagen, pode-se denotar que a etapa de transporte também seja a mais impactante no estudo de caso dos Correios, pois neste a distância percorrida é ainda maior (de 500 até mais de 3.000 km), e o modal de transporte semelhante (caminhão a diesel). Portanto, para que esse sistema possa realmente ser considerado um PSS é preciso levar em conta esses dois aspectos.

Devido às características citadas, este sistema aproxima-se do conceito de PSS, pois abrange parte das características desta abordagem. No entanto, também não pode ser considerado um PSS autêntico, pois são compradas as embalagens e não os serviços. Devido ao foco na compra e no fim de vida do produto, a abordagem de *ecodesign* é mais evidenciada.

6.7.2.4. Problemas encontrados na embalagem

Quanto aos requisitos para a embalagem no contexto do sistema, verificou-se que foram utilizados materiais de baixo impacto ambiental (papelão ondulado e plástico reciclável), estendeu-se a vida útil da embalagem dos materiais devido ao reuso, e facilitou-se o descarte, pela fácil separação dos materiais. Contudo, percebeu-se que, como a embalagem não recebe nenhum tipo de revestimento para protegê-la da umidade, pode haver danos e perda do material. Além disso, o uso de dois tipos de material (papelão ondulado e polipropileno) com ciclos de vida diferentes exige um cuidado maior no gerenciamento dos mesmos.

6.7.3. Estudo de caso na empresa 4 (indústria de cabeçotes)

6.7.3.1. Caracterização

O terceiro estudo que compõe o meta-estudo de caso refere-se ao processo logístico de uma indústria fabricante de cabeçotes automotivos localizada em Canoas, no Rio Grande do Sul. Esta empresa produz e exporta cabeçotes para uma fabricante de automóveis situada em Melrose Park, nos Estados Unidos (MAIER; SELLITOS, 2007).

Os cabeçotes são transportados de caminhão do fabricante até o Porto de Rio Grande/PR, e deste ponto seguem por via marítima até o porto de Baltimore (EUA). Deste porto, os cabeçotes são levados até a indústria de destino por via rodoviária.

As embalagens retornam vazias e compactadas por via rodoviária e marítima ao porto de Rio Grande no Brasil, a partir do porto de Jacksonville (EUA). Em termos operacionais, Maier e Sellitos (2007) relataram que foram verificadas operações excessivas, principalmente na etapa de retorno da embalagem vazia, com necessidade de controle adicional.

Em termos ambientais, Maier e Sellitos (2007) relataram ganhos como a redução na quantidade de resíduos gerados, pois as embalagens anteriores eram descartáveis e feitas em papelão ou madeira. Esta última apresenta problemas de tratamento (feito por fumigação, que emite gases tóxicos) e destinação final (é necessário incinerar o material).

Foram relatados ganhos também porque as embalagens retornáveis ocupam menor volume e pesam menos, e transportam mais cabeçotes (12) do que as anteriores descartáveis (06). Com isso, há otimização do transporte no contêiner. Além disso, as embalagens são facilmente recicladas ao fim da vida útil, por serem feitas de um material único e reciclável (polipropileno) (MAIER; SELLITOS, 2007).

Foram detectados, segundo Maier e Sellitos (2007) dois problemas ambientais relevantes neste sistema de embalagens retornáveis: há necessidade de um contêiner vazio somente para o retorno das embalagens, o que implica em grande impacto na etapa de transporte, pois a distância é grande (mais de 10.000 km); há necessidade de limpeza (lavagem) das embalagens antes do retorno.

Em termos econômicos, Maier e Sellitos (2007) relataram que, apesar do custo extra do retorno das embalagens, o balanço final é favorável porque as mesmas são adquiridas apenas uma vez, e o operador logístico responsável pelas embalagens já existia na situação anterior (embalagens descartáveis).

Foram relatados também ganhos no armazenamento devido à possibilidade de empilhamento, e à maior proteção dos cabeçotes, que tem alto valor agregado. É importante ressaltar, entretanto, que o tempo de retorno do investimento (*payback*) para o sistema foi estimado em dezoito meses, apesar da vida útil prevista de dez anos.

O sistema utilizado consiste no embalamento dos cabeçotes em paletes retornáveis feitos de plástico termoformado pelo processo *twinsheet* (duas chapas prensadas a quente, criando vazios internos), em conjuntos de doze peças (Figura 5-44).



Figura 6-44. Paletes plásticos utilizados para o transporte de cabeçotes automotivos

Fonte: Maier e Sellitos (2007)

Maier e Sellitos (2007) relataram que, em caso de danos, as embalagens não são reparadas, mas enviadas para reciclagem, que é feita por uma empresa especializada.

6.7.3.2. Análise do sistema, atores e interações (System Map)

O sistema é descrito na Figura 5-45, e demonstra que há poucos atores envolvidos no sistema. Isto ocorre principalmente porque a embalagem retornável é feita em um único material (plástico termoformado), o que exige apenas um fornecedor.

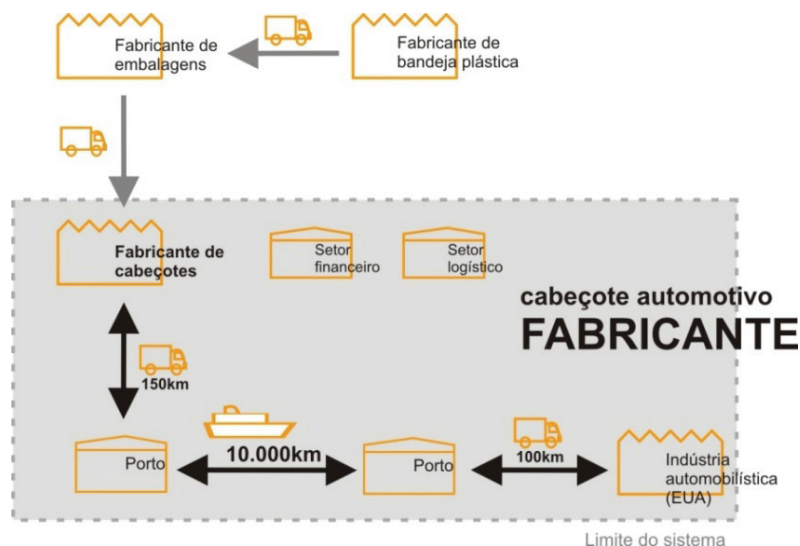


Figura 6-45. System Map do sistema utilizado pelo fabricante de cabeçotes

Pode-se observar que a embalagem circula com produtos basicamente entre a indústria fornecedora de cabeçotes e a indústria automobilística situada nos EUA, e que há dois atores (portos) ligados à transferência da embalagem de um modal a outro.

O sistema adotado neste estudo de caso é o que apresenta maiores distâncias de deslocamento da embalagem entre todos os estudos de caso pesquisados (mais de 10.000 km) e utiliza, além do caminhão a diesel, o modal naval. Desta forma, pode-se também denotar neste estudo, a partir dos resultados da ACV feita para o estudo de caso da Volkswagen, que a etapa de transporte seja a mais impactante.

6.7.3.3. Análise dos problemas encontrados no sistema à luz das estratégias de PSS

Neste estudo de caso foram encontrados problemas comuns aos estudos de caso da Volkswagen e FIAT, como a falta de conhecimento e experiência em PSS, e nível de maturidade em PSS baixo, pois o foco do sistema era, também, essencialmente econômico. A preocupação com impactos ambientais do sistema é focada no fim de vida da embalagem, por meio da reciclagem. Não foi detectado histórico de *codesign* em serviços, apenas das embalagens em plástico, cuja gestão do ciclo de vida era feita pela própria empresa.

O transporte por longas distâncias (mais de 10.000 km) é necessário por tratar-se de um cliente estrangeiro, mas, neste caso, o uso de uma embalagem retornável evidencia que a preocupação ambiental não é considerada de modo adequado, pois a embalagem retorna vazia por mais de 10.000 km. Além disso, há necessidade de limpeza das embalagens, devido a eventuais vazamentos de óleo dos cabeçotes, o que representa mais um impacto devido ao consumo de água e produtos químicos.

Neste caso, o uso de uma embalagem que fosse descartada no destino seria possivelmente mais adequado em termos ambientais, sendo necessária a realização de uma ACV para confirmar esta proposição.

Com base nas características apresentadas, o sistema da FIAT apresenta apenas algumas características de um PSS, mas não pode ser considerado um. Aproxima-se mais da abordagem de *ecodesign*, devido ao foco no fim de vida do produto, e ao fato das embalagens serem compradas pelo cliente.

6.7.3.4. Análise dos problemas encontrados na embalagem à luz das estratégias de PSS

Com relação à embalagem e suas implicações no sistema, foram verificados problemas relativos à minimização de recursos e uso de recursos de baixo impacto, pois o material utilizado é de origem não-renovável (plástico) que, embora possa ser reciclado, é descartado em caso de danos. Apesar disso, não foi verificado excesso de peso devido ao material utilizado, e a embalagem pode ser limpa em caso de vazamentos, sem que seja danificada.

A otimização da vida útil das embalagens era possível devido ao reuso das mesmas, mas não há manutenção. Não foi relatado o uso de materiais diferentes dos utilizados na embalagem, o que pode ser considerado positivo, pois isso facilita o descarte. No entanto, não foi relatada a existência de identificação adequada do material na embalagem, nem de informações sobre o ciclo de vida.

Embora Maier e Sellitos (2007) tenham relatado que o custo inicial das embalagens era alto devido ao processo (termoformagem *twinsheet*) e material (polipropileno) utilizado, implicando em um *payback* alto (18 meses), estes autores relataram que a possibilidade de reuso por várias vezes amortizava este custo, tornando o sistema viável.

Pode-se considerar que este sistema possuía apenas algumas características de PSS, na medida em que o sistema de embalagem retornável funcionava de modo satisfatório e era viável economicamente para a empresa. No entanto, não há a gestão efetiva do ciclo de vida por parte de uma empresa especializada, que ofereça não apenas a venda da embalagem (o que ocorria neste sistema), mas o serviço de proteção e transporte como um todo. Deste modo, o sistema utilizava muito mais elementos de *ecodesign* do que propriamente de PSS.

6.7.4. Análise do Meta-Caso x Estudo de Caso

A partir das análises dos problemas relativos ao sistema e à embalagem no estudo de caso principal e no meta-estudo de caso, buscou-se a validação dos resultados do estudo a partir da comparação entre ambos. Isto foi feito por meio de um *checklist* comparativo dos sistemas e outro das embalagens, elaborado a partir da ferramenta SDO-MEPSS.

6.7.5. Comparação entre o conceito proposto e o meta-estudo

Com relação aos aspectos de PSS, verificou-se que havia histórico de *codesign* das embalagens nas empresas estudadas, mas não de serviços, pois o nível de conhecimento, de experiência e de maturidade em PSS era ainda baixo em todas as empresas estudadas.

Em todos os estudos de caso verificou-se que o critério de decisão era essencialmente econômico, e as preocupações ambientais ainda eram no sentido de atender às legislações ambientais, e restritas às embalagens (tipo de material, forma de descarte), e não aos sistemas.

Caso houvesse foco sistêmico deveria haver uma preocupação maior com o transporte, etapa de maior impacto ambiental, pois todas as empresas estudadas localizavam-se distantes ou muito distantes dos clientes finais e utilizavam o modal rodoviário com caminhões a diesel. Isso era agravado pelo fato das embalagens retornarem vazias, algo comum nos estudos realizados. O impacto do transporte torna-se ainda mais relevante porque, devido ao modal rodoviário, todas as empresas estudadas apresentavam emissão de gases tóxicos durante a etapa de distribuição, e uma utilizava também modal naval.

Os resultados indicaram também que a gestão do ciclo de vida das embalagens era feita pelas empresas de forma parcial em todos os estudos de caso, e que a manutenção e reparo das embalagens é algo comum na maioria das empresas. No entanto, este aspecto poderia ser aprimorado com o uso de um PSS, no qual houvesse uma empresa responsável e especializada para tal. Da mesma forma, esta empresa faria a destinação adequada dos resíduos, que já é terceirizada pelas empresas estudadas.

De forma geral, observou-se que as empresas apresentam atenção quanto aos aspectos ambientais das embalagens utilizadas, pois apenas uma empresa (FIAT) utilizava grande quantidade de materiais consumíveis (pregos, fitas, parafusos, lonas plásticas e espumas) nas embalagens retornáveis. Da mesma forma, apenas esta empresa utilizava materiais tóxicos ou potencialmente tóxicos na produção das embalagens, devido ao tratamento da madeira por fumigação (feito com brometo de metila) ou no fim de vida (incineração).

6.8. Proposição de diretrizes para PSS em embalagens retornáveis

A partir dos resultados obtidos no estudo de caso principal, bem como da comparação com o meta-estudo de caso, foram propostas diretrizes de *Design*, objetivo secundário desta dissertação. Desta forma, as **diretrizes para o desenvolvimento de sistemas produto-serviço (PSS) voltado a embalagens em papelão ondulado movimentadas entre empresas de modo a reduzir o impacto ambiental** são apresentadas a seguir, divididas em diretrizes com foco no sistema e diretrizes com foco na embalagem.

6.8.1. Diretrizes para PSS com foco no sistema

- Suprir a falta de conhecimento e experiência em PSS na empresa por meio da realização de eventos como *workshops* e palestras sobre PSS, com apresentação de conceitos, princípios, metodologias e ferramentas, com participação de especialistas externos à empresa;
- Elevar o nível de maturidade em PSS com a incorporação dos conceitos de PSS ao sistema de gestão da empresa (ex.: foco na diferenciação, *codesign* com os fornecedores, relações de longo prazo, etc.), para que a empresa assuma uma postura mais pró-ativa quanto às questões ambientais;
- Criar um histórico de *codesign* em serviços por meio de projetos-piloto em pontos específicos do processo, para então expandir a abordagem para outras partes do sistema onde o PSS seja aplicável;
- Terceirizar a gestão do ciclo de vida do sistema de proteção e transporte para uma empresa especializada em PSS voltado a esta necessidade;
- Buscar, sempre que possível, fornecedores próximos à indústria para produtos de baixo valor agregado, como parte de um possível PSS a ser implementado;
- Evitar o excesso de operações de transporte, espera e verificação com o uso de PSS que incorporem sistemas de identificação como o RFID, que permitem automatizar etapas do processo e obter um nível de controle mais efetivo e confiável;
- Optar por sistemas de transporte ambientalmente menos impactantes (hidroviário, ferroviário) e baseados em fontes energéticas renováveis, ao

invés do modal rodoviário. Este modal normalmente utiliza caminhões a diesel, de alto impacto ambiental devido ao uso de combustíveis fósseis e à emissão de gases tóxicos. Caso seja necessário utilizar este modal, reduzir o número de viagens;

- Elevar a densidade de transporte, por meio do transporte a granel, que ocupa melhor o espaço de carga no caminhão;
- Evitar o uso de embalagens, ou prever o reuso, reparo, remanufatura e atualização destas, caso sejam retornáveis;
- Evitar o uso de embalagens retornáveis em cadeias logísticas que exijam grandes distâncias de retorno, pois alguns especialistas (ex. VEZZOLI, 2006) defendem que nesta situação os impactos ambientais aumentam consideravelmente, devido à matriz fóssil usada no Brasil. Neste caso pode ser mais interessante prever embalagens de uso único que possam ser facilmente desmontadas e recicladas, caso o local de destino disponha de um sistema de coleta e reciclagem adequado, ou mesmo reutilizadas para novas aplicações nos locais de destino. Neste caso, projetar a embalagem considerando a possibilidade de reciclagem em cascata no destino é fundamental;
- Otimizar o uso de energia por meio de dispositivos de economia, e da redução do número de etapas no processo logístico.

6.8.2. Diretrizes para PSS com foco na embalagem

As diretrizes para PSS com foco na embalagem foram estruturadas com base nas etapas do ciclo de vida, da extração da matéria-prima até o descarte, e nas estratégias de *life cycle Design* propostas por Manzini e Vezzoli (2002) e por CfD/RMIT (2001).

6.8.2.1. Etapas de Pré-produção e produção:

- Considerar, na fabricação da embalagem, a possibilidade de se utilizar papelão ondulado com certificação FSC (ex. Klabin), cujo processo produtivo busca considerar o manejo sustentável de florestas manejadas e o uso de parte da matéria-prima reciclada (ondas internas das chapas);
- Considerar, dentro do possível e sem afetar a resistência estrutural da embalagem, a possibilidade do uso de papelão ondulado reciclado, o que

minimiza o uso de novos recursos florestais e estimula a geração de renda em empresas de reciclagem e cooperativas de coleta e separação de resíduos;

- Evitar o uso de tintas e vernizes que utilizem em sua composição metais pesados, bem como materiais e processos de clareamento agressivos ao meio ambiente e aos funcionários envolvidos na produção, como o cloro.

6.8.2.2. Etapa de transporte/uso:

- Otimizar o uso dos caminhões, por meio de embalagens dimensionadas a partir de medidas-padrão de paletização, especialmente a do PBR - palete brasileiro, com medidas de 1200x1000mm;
- Reduzir o peso das embalagens, o que contribui para a redução do consumo de combustível dos caminhões;
- Reduzir o volume das embalagens, o que contribui para um melhor aproveitamento do espaço nos caminhões;
- Evitar o superdimensionamento das embalagens, analisando cuidadosamente o tipo de produto a ser transportado e a capacidade máxima de empilhamento, e com isso definindo o tipo de chapa ideal para a embalagem;
- Permitir a máxima compactação das embalagens quando retornarem vazias;
- Possibilitar a incorporação de suportes nas embalagens, e com isso dispensar o uso de paletes;
- Possibilitar a montagem e desmontagem rápida da embalagem, otimizando o tempo e a eficiência de operação. Para isso, evitar o uso de dispositivos e componentes muito complicados (podem causar erros de manuseio), avulsos (podem perder-se), ou de fechamento permanente. Dar preferência a dispositivos de encaixe rápido, como o “fundo mágico”;
- No caso de peças com alto peso (ex. motores, caixas de câmbio), prever a utilização de calços internos. É desejável que estes calços sejam feitos em um único material para facilitar a separação e a reciclagem (ex.: papelão ondulado com uso da técnica CFG);

- Considerar a possibilidade de se utilizar materiais diferentes na embalagem retornável conforme o nível de esforço exigido em cada parte da mesma (ex. base e tampa em termoplástico resistente, laterais em papelão ondulado);
- Desenvolver a embalagem considerando a finalidade de uso do produto nela transportado, e a possibilidade de agregar à embalagem funções adicionais que maximizem esta finalidade (ex.: embalagem retornável que serve como organizador e *dispenser* na produção);
- Dependendo da função, tamanho e peso da embalagem retornável, projetar aberturas para o encaixe das mãos dos operadores, a fim de proporcionar conforto e segurança no manuseio;
- No caso de peças com superfícies sensíveis, considerar o uso de materiais complementares que evitem o contato direto com o papelão ondulado devido à sua abrasividade;
- Nas laterais, divisões internas e outros planos da embalagem posicionados verticalmente, considerar sempre o uso do papelão ondulado com as ondas na vertical, pois neste sentido o material apresenta máxima resistência;
- Considerar a possibilidade de utilizar tecnologias que permitam o controle e identificação da embalagem ao longo do ciclo de vida, como o RFID (*Radio Frequency Identification* ou Identificação por Radio-frequência) aplicado na embalagem por meio de etiquetas adesivas. Com isto pode-se, por exemplo, reduzir custos com controle de inventário, tempos de operação e problemas de falta de material na produção.

6.8.2.3. Etapa de fim de vida

- Possibilitar a manutenção, reparo e até mesmo a remanufatura das embalagens retornáveis por meio de materiais compatíveis (ex. fitas adesivas em *kraft*), evitando grampos ou colas não-compatíveis. Com isso, estende-se a vida útil da embalagem sem comprometer a separação e a reciclagem;
- Evitar o uso de impermeabilizantes na embalagem (ceras, vernizes, tintas) que inviabilizem a reciclagem;

- Possibilitar a aplicação, na embalagem, de mensagens visuais e textuais relacionadas à matéria-prima utilizada, forma de uso, transporte, manutenção e descarte, incentivando a adoção de atitudes ambientalmente corretas. Inserir simbologia adequada de reciclagem;
- Dar preferência, na impressão, a tintas compatíveis que não inviabilizem a reciclagem, e evitar áreas de impressão muito chapadas.

No capítulo seguinte são apresentadas as conclusões finais do trabalho, com algumas considerações sobre o método de pesquisa utilizado e sugestões de trabalhos futuros.

Capítulo 07

Conclusão

7. CONCLUSÃO

7.1. Conclusão geral

A questão de **“Como tornar mais sustentável o uso da embalagem em papelão ondulado movimentada entre empresas?”**, proposta no início desta dissertação, pode ser respondida afirmando-se que é possível reduzir os impactos ambientais relativos às embalagens B2B com o uso de sistemas produto-serviço (PSS). Pode-se afirmar isto com base nos resultados obtidos no estudo de caso principal e na sua comparação com o meta-estudo de caso.

Estes resultados indicaram que o impacto ambiental nos processos logísticos das empresas estudadas é tratado focando-se a embalagem em si, e não o sistema como um todo. Com isso, ocorrem erros em termos de ações de redução de impacto ambiental, pois se prioriza, por exemplo, ações como a reciclagem em situações em que seria melhor o reuso da embalagem, ou o reuso em situações em que seria mais adequado o descarte no destino final.

O uso da abordagem de PSS minimiza este tipo de erro, na medida em que considera o impacto ambiental de todo o sistema, e não apenas da embalagem. Com isso, há situações em que a embalagem nem mesmo é necessária, substituindo-se o seu uso por outros sistemas de proteção e transporte.

No estudo de caso principal desenvolvido nesta dissertação, percebeu-se que a etapa ambientalmente mais impactante é o transporte, o que foi comprovado pela análise quantitativa (análise do ciclo de vida, ou ACV). Este resultado, cuja validade pôde ser ampliada com a realização do meta-estudo de caso, influenciou diretamente na proposição das diretrizes apresentadas no capítulo anterior. Se, no estudo de caso da Volkswagen, a etapa de transporte era a ambientalmente mais impactante, isto possivelmente ocorreria também nas outras três empresas do meta-estudo de caso, pois, nestas, as distâncias de transporte são ainda maiores.

Considera-se como atingido o objetivo de **“Propor um método para o desenvolvimento de sistemas produto-serviço (PSS) voltado a embalagens em papelão ondulado movimentadas entre empresas de modo a reduzir o impacto ambiental deste produto”**, pois o método usado no estudo foi efetivamente testado e validado, ainda que parcialmente até a etapa de validação do conceito. Da mesma forma, as

diretrizes propostas foram baseadas nos resultados de uma avaliação final comparativa entre as análises qualitativa e quantitativa da situação anterior e da intervenção proposta, bem como de comparação com casos similares de uso de embalagens retornáveis entre empresas.

7.2. Considerações sobre o método

A seguir são feitas algumas considerações sobre o método de pesquisa utilizado, o estudo de caso precedido de revisão de literatura sobre o tema, e complementado com um meta-estudo de caso composto de três estudos de caso complementares.

7.3. Considerações sobre o estudo de caso

O estudo de caso com ênfase exploratória mostrou-se como a mais adequada abordagem ao tipo de estudo feito, pois, permitiu responder de modo satisfatório a questão da pesquisa, se comparado a um experimento ou a uma pesquisa-ação.

Embora houvesse uma proposta de intervenção e sua análise, este estudo não exigia um grande controle sobre os eventos ligados ao sistema estudado (não caracterizando, portanto, um experimento), mas sim um entendimento sobre as ligações operacionais entre os vários elementos envolvidos neste processo.

A estruturação do estudo de caso com um método específico para o desenvolvimento de PSS (MEPSS) mostrou-se bastante adequada e produtiva, na medida em que facilitou a estruturação e a montagem do cronograma da pesquisa de campo, pois o MEPSS apresenta estrutura modular, já testado em projetos que envolvem parcerias academia-indústria em vários países europeus (Itália, Holanda, Alemanha).

Além disso, deu mais solidez à pesquisa na fase de coleta de dados (diagnóstico), permitindo uma compreensão integrada e visualização do sistema original por meio de ferramentas como o *System Map*, e facilitou a proposição da intervenção feita e sua visualização, com o uso do *System Map* e a construção de cenários por meio de *storyboards*.

Quanto ao uso de ferramentas de avaliação quantitativa, a análise do ciclo de vida foi fundamental para se verificar, por exemplo, que no caso estudado o maior impacto ambiental não era relacionado à embalagem em si, mas ao tipo de transporte utilizado.

Desta forma, sugere-se que o método de estudo de caso complementado com um método específico para PSS deva ser considerado como uma possibilidade de abordagem metodológica particularmente adequada para pesquisas que envolvam a implementação de PSS em empresas, desde que aliado a uma revisão bibliográfica consistente e à comparação com outros estudos de caso similares, apoiado também pelo uso de um método específico para o desenvolvimento de PSS.

A pesquisa de casos similares ao estudado para posterior avaliação comparativa mostrou-se uma estratégia útil para corroborar ou não os resultados obtidos nas avaliações quantitativas e qualitativas, pois foram encontrados vários aspectos comuns aos sistemas estudados que foram passíveis de generalização.

Esta comparação permitiu apontar que há um erro de foco quanto aos impactos ambientais nos sistemas estudados, e que só foi possível detectar a partir da análise do ciclo de vida do estudo de caso principal e da confrontação com o meta-estudo de caso.

Pode-se considerar, portanto, que a realização do meta-estudo de caso foi fundamental para se confirmar parte dos resultados obtidos no estudo de caso principal, e para a proposição das diretrizes de PSS voltadas a embalagens retornáveis.

7.4. Considerações sobre a pesquisa de campo

Com relação à pesquisa de campo, uma das dificuldades encontradas foi a sincronização entre os tempos da pesquisa e os da Volkswagen, pois, devido ao porte da empresa, havia restrições de procedimentos, devido a normas internas da empresa, bem como de prazos, devido às prioridades dos profissionais envolvidos nas atividades internas à indústria. Houve também dificuldades para a realização da intervenção proposta e sua validação, devido a questões operacionais, uma vez que o sistema proposto deveria ser testado preferencialmente na produção.

Apesar disso, houve grande colaboração por parte dos profissionais no fornecimento das informações verbais e visuais necessárias para a pesquisa, o que permitiu uma boa qualidade dos dados coletados. Houve esse apoio também na fase de avaliação da nova proposta, o que permitiu a coleta de impressões de diferentes profissionais tanto para o PSS proposto quanto para os novos cenários.

Na fase de proposição de novas idéias, além do uso das ferramentas do MEPSS (*storyboard*, *System Map*), foi fundamental a execução do protótipo da embalagem

retornável em papelão ondulado em parceria com a empresa Embrart, pois permitiu a verificação de pontos para melhoria e a realização de um estudo de custos, bem como a apresentação de um protótipo de qualidade para a realização do *workshop* junto à indústria.

É importante ressaltar, no entanto, que o orçamento apresentado pela Embrart à montadora referiu-se apenas ao preço de venda da embalagem, não a um estudo de prestação de serviços mais ampliado que considerasse também a manutenção, reparos ou reposição da mesma. Da mesma forma, não foi feito por parte da montadora um estudo de viabilidade econômica para a contratação destes serviços, mas apenas da substituição da embalagem usada atualmente pela retornável em papelão ondulado.

7.5. Sugestões de trabalhos futuros

Embora os resultados finais desta dissertação possam ser considerados bastante positivos quanto aos objetivos iniciais propostos, foram detectadas algumas lacunas que apontam possibilidades de melhoria e aprofundamento que podem ser exploradas em futuros trabalhos.

A primeira delas refere-se à dimensão social da sustentabilidade, a menos explorada neste trabalho. Futuros estudos sobre o impacto social do uso de embalagens retornáveis são desejáveis num país em que mais de 200.000 pessoas sobrevivem da coleta e separação de resíduos, pois o uso deste tipo de embalagem pressupõe uma redução na quantidade de resíduos gerados.

A segunda sugestão é a de se realizar estudos sobre até que ponto a adoção de PSS com base em embalagens retornáveis são ambientalmente favoráveis em relação à distância percorrida, e a partir de que limite passa a ser interessante um PSS que utilize embalagem descartável.

A terceira lacuna a ser explorada é a comparação do nível de sustentabilidade entre diferentes sistemas produto-serviço que utilizem embalagens retornáveis (caixas, latões, *bigbags*) produzidas com diferentes materiais (plásticos, madeira, papelão ondulado, metal, lonas), pois nesta dissertação o estudo teve como material principal o papelão ondulado.

Sugere-se, por fim, uma exploração mais aprofundada das possibilidades de aplicação de PSS em micro e pequenas indústrias brasileiras, que representam cerca de

98% do total de indústrias, e que geram 69,2% de todos os empregos industriais no país, segundo o SEBRAE (2006). Esta sugestão baseia-se também na tendência do crescimento do setor de serviços no Brasil, que representa atualmente cerca de 54% do PIB (2006) enquanto que a indústria tem apresentado crescimento desacelerado, compondo cerca de 38% do PIB em 2006, segundo dados do IBGE (2006).

Referências

8. REFERÊNCIAS

- AGENDA 21 NACIONAL. Disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br/agenda21/indice.htm>. Última consulta em 07 de Maio de 2007.
- BALLOU, Ronald. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 1993. 388p. Cap. 9, p. 195-200: Manuseio e acondicionamento do produto. Cap. 10, p.384-385: Em busca do amanhã.
- BREEZER, Han *et al.* **Promise Manual**. Delft University of Technology. Rathenau Istitut, Holanda, 1996.
- BRUNDTLAND, G.H. *et al.* **Our Common Future**, WCED, New York – Oxford, Oxford University Press, 1987, pág. 43).
- CAMPANÁRIO, M. A.; SILVA, M. M. **Fundamentos de uma nova política industrial**. In: FLEURY, M. T. L.; FLEURY, A. (Org.). Política industrial 1. São Paulo: Publifolha, 2004. v.1. Citado em: <http://www.iedi.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=20&infoid=866> e em: http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialregulacao/pagina_3.asp Última consulta em 07 de setembro de 2007.
- CORDIS. Disponível em http://cordis.europa.eu/fp5/src/gp1_i1.htm. > Última consulta em 05 de setembro de 2007.
- Enviros Consulting Ltd. **International waste prevention and reduction practice**: final report. Vol. 1 de 1, Manchester: 2004.
- EPELBAUM, Michel. **A influência da gestão ambiental no sucesso empresarial**. Dissertação de Mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia da Produção. São Paulo: 2004.
- FOLADORI, Guillermo. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Trad. Marise Manoel. Campinas, São Paulo: Editora da Unicamp, 2001.
- FUAD LUKE, Alastair. **Manual de diseño ecológico**. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.
- GARRARD, Greg. **Ecocrítica**. Trad. Vera Ribeiro. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2006.
- HALEN C. van, VEZZOLI, C., WIMMER, R. **Methodology for product service system innovation**: How to implement clean, clever and competitive strategies in European industries. Royal Van Gorcum. Assen: 2005.
- HALME, M., JASCH, C., SCHARP, M., **Sustainable homeservices? Toward household services that enhance ecological, social and economic sustainability** Ecological Economics, Volume 51, Issues 1-2, 1 November 2004, Pages 125-138.
- HAWKEN, Paul. **Natural capitalism**: creating the next industrial revolution. New York: Little, Brown and Company, 1999.
- HELIAS, A., HAES U. e VAN ROOIJEN, M. **Life Cycle Approaches**: The road from analysis to practice. UNEP – United Nations Environment Programme. Paris, 2002.
- ICARE. Disponível em <http://dev.icare.info/idproser/PublicScreens/wfDefault.aspx> Última consulta em 05 de setembro de 2007.
- INDACO Department, Politecnico di Milano. Creative Communities – EMUDE. Milão: 2004.

INNOPSE. Disponível em <<http://www.innopse.de/>> Última consulta em 05 de setembro de 2007.

ITIA. Disponível em <http://www.itia.cnr.it/Sito_EN/Progetti/europei.php> Última consulta em 05 de setembro de 2007.

JÉGOU, François, JOORE, Peter. **Food delivery solutions**: Cases of solution oriented partnership. European Comission Growth Programme. Cranfield University. Cranfield: 2004.

JELSMA, Jaap e KNOT, Marjolijn, **Designing environmentally efficient services**: a “script” approach. The Journal of Sustainable Product *Design* 2: 119–130. Kluwer Academic Publishers. Holanda: 2002.

KLEVAS, J. **Organization of packaging resources at a product-developing company**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 35, No. 2, p. 116-131. Emerald Group Publishing Limited: 2005.

LAMBERT, Douglas, STOCK, James, VANTINE, José. **Administração Estratégica da Logística**. São Paulo: Vantine Consultoria, 1998. Cap. 8, p.325-330: Estratégias de decisão em armazenagem. Cap. 18, p. 749-751: O plano estratégico de logística. Cap. 19, p. 809-810: A logística no Brasil em perspectiva.

LEE, S.G., LYE, S.W., **Design for manual packaging**, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management Vol. 33 No. 2. Singapura: 2003. p. 163-189.

MAIA, Weliton Duarte. **O uso de embalagens reutilizáveis nos canais de exportação da FIAT**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia da Produção. São Paulo: 2004.

MALAGUTI, Cintia. **Requisitos Ambientais para o Desenvolvimento de Produtos** - Manual Técnico. Centro São Paulo *Design* – CSPD. São Paulo, 2006.

MANN, Darrel e JONES, Elias, **Sustainable services & systems (3s) through systematic innovation methods**. The Journal of Sustainable Product *Design* 2: p. 131–139. Kluwer Academic Publishers. Holanda: 2002.

MANZINI, E., VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp – Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

MANZINI, Ezio e JÉGOU, François. **Sustainable everyday**: scenarios of urban life. Milão: Edizione Ambiente, 2003.

MANZINI, Ezio, COLLINA, Luisa, EVANS, Stephen. **Solution oriented partnership**: How to *Design* industrialised sustainable solutions. European Comission Growth Programme. Cranfield: Cranfield University, 2004.

MANZINI, Ezio, **Context-based wellbeing and the concept of regenerative solution**: A conceptual framework for scenario building and sustainable solutions development. The Journal of Sustainable Product *Design* 2: 141–148. Kluwer Academic Publishers. Holanda: 2002.

_____. **Medidas de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior**.

Disponível

em<<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/ascom/imprensa/20040331PlanoPoliticaIndustrial.pdf>> Última consulta em 05 de setembro de 2007.

- MORABITO, R., MORALES, S. R., WIDMER, J. A. **Loading optimization of palletized products on trucks**. Transportation Research Part E 36 (2000) 285-296. Elsevier Science Ltd.: 2000.
- MOURA, Reinaldo, BANZATO, José Maurício. **Embalagem, Unitização e Containerização**. São Paulo: IMAM, 1997. 354 p.
- O'CONNOR, Frank, HAWKES Dennis, **A multi-stakeholder abridged environmentally conscious *Design* approach**. The Journal of Sustainable Product *Design*, Volume 1, Issue 4, Dec 2001, p. 247 – 262.
- PEARCE, D. et. al. **Environmental Economics**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1993.
- PLANO BRASIL 2004. Disponível em <<http://www.planobrasil.gov.br/texto.asp?cod=12>>. Última consulta em 05 de Maio de 2007.
- Política Industrial - Medidas Implementadas. Disponível em<<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sdp/polIndustrial/MedidasPolIndus-livreto.pdf>> Última consulta em 05 de setembro de 2007.
- PORTER, M. E. **Vantagem competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 7ª. Ed.
- RITZEN, Sofia, BESKOW, Cecília, **Actions for integrating environmental aspects into product development**. The Journal of Sustainable Product *Design* 1: 91-102. Kluwer Academic Publishers. Holanda: 2002.
- RUNDH, B. **The multi-faceted dimension of packaging: Marketing logistic or marketing tool?** British Food Journal, Vol. 107 No. 9, p. 670-684. Emerald Group Publishing Limited, 2005.
- SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.
- SANTOS, Milton. **Economia Espacial: Críticas e Alternativas**. Trad. Maria Irene de Q. F. Szmrecsanyi. 2ª. ed. São Paulo: Edusp - Editora da Universidade de São Paulo, 2003.
- SMITH, Mark., **Eco innovation and marketing transformation**. The Journal of Sustainable Product *Design* 1: 19-26. Kluwer Academic Publishers. Holanda: 2002.
- STEVENS, Ab. **Five ways to be green and profitable**. The Journal of Sustainable Product *Design* 1: 81-89. Kluwer Academic Publishers. Holanda: 2002.
- SUSPRONET. Disponível em<<http://www.suspronet.org/>> Última consulta em 05 de setembro de 2007.
- The Packaging Federation (2004a), **Packaging in the 3rd Millennium**. Competitiveness Study for the Packaging Industry in the UK, The Packaging Federation, London. Disponível em: www.packagingfedn.co.uk/news/ Última consulta em 12 de Novembro de 2004.
- TUKKER, A., van HALEN, C., **Innovation Scan for Product Service Systems: A manual for the development of new Product Service Systems for companies and intermediaries for the SME sector**. Delft/Utrecht, Holanda, Julho de 2003.
- UNEP – United Nations Environment Programme. **Product-Service Systems and Sustainability**. INDACO Department, Politecnico di Milano. Milão: 2004.
- UNEP - United Nations Environment Programme. **Draft Summary Report**. Expert Meeting on Product Service System. Paris: 2000.

UNEP - United Nations Environment Programme. The role of Product-Service Systems in a Sustainable Society. Paris, 2001.

UNESCO/ONU – **Década do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em<http://www.unesco.org.br/areas/ciencias/areastematicas/educacaoambiental/index_html/mostra_documento> Última consulta em 05 de setembro de 2007.

URSINI, T.R., SEKIGUCHI, C. **Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: Rumo à Terceira Geração de Normas ISO**. Coleção Uniemp Inovação – Inovação e Responsabilidade Social. 2º. Volume. São Paulo: Instituto Uniemp, 2005.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade**. Uma Análise Comparativa. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

WILLIAM, Young C., JACO, Quist, KLARA, Toth, KEVIN, Anderson and KEN, Green. **Exploring sustainable futures through ‘Design Orienting Scenarios** – The case of shopping, cooking and eating. The Journal of Sustainable Product *Design* 1: p. 117–129. Kluwer Academic Publishers. Holanda: 2001.

WU, H. J., DUNN, S.C. **Environmentally responsible logistics systems**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 25 No. 2, p. 20-38. MCB University Press, 1995

Apêndices

8.1. APÊNDICE 1



TERMO DE SIGILO

O NDS - Núcleo de *Design* e Sustentabilidade da Universidade Federal do Paraná - UFPR, sediado no Edifício D. Pedro I – Rua General Carneiro, 460 - 8o andar, Curitiba - Paraná – Brasil, neste ato representado pelo Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos, portador da carteira de identidade 4531159-7 expedida pela SSP-PR, CPF nº 611979989-34, a seguir denominado NDS/UFPR.

CONSIDERANDO QUE:

- a) o NDS/UFPR vem coordenando o projeto de pesquisa “desenvolvimento de embalagens e produtos para exportação utilizando a tecnologia CFG - Cushion-Folder-Gluer para o papelão ondulado”, com apoio financeiro do CNPq;
- b) para a realização de estudo de caso para o projeto supra citado o NDS/UFPR poderá ter eventual acesso a Informações Confidenciais da EMPRESA ou de seus parceiros;

Firma NDS/UFPR o presente TERMO DE SIGILO, mediante as cláusulas e condições a seguir:

CLÁUSULA PRIMEIRA – DO OBJETO

É objeto do presente termo o sigilo pelo NDS/UFPR das informações técnicas confidenciais a que tiver acesso para fins de realização do projeto “desenvolvimento de embalagens e produtos para exportação utilizando a tecnologia CFG - Cushion-Folder-Gluer para o papelão ondulado”, desenvolvido pelo NDS/UFPR através de equipe coordenada pelo Professor Dr. Aguinaldo dos Santos.

O presente projeto de pesquisa compreende o levantamento das etapas presentes na produção e transporte de componentes automotivos, bem como suas implicações quanto ao uso de embalagens, a fim de se avaliar o ciclo de vida das mesmas.

Pretende-se então a proposição de soluções para os problemas detectados, e a realização de um estudo prospectivo de um novo cenário produtivo para 2015.

CLÁUSULA SEGUNDA - DO CONCEITO

A expressão “Informação Confidencial” abrange toda a informação revelada e associada à tecnologia citada na cláusula primeira supra, sob a forma escrita, verbal ou por quaisquer outros meios de comunicação, inclusive eletrônicos.

Parágrafo único: fica excluído do conceito “Informação Confidencial” todo o conteúdo que estiver sob domínio público antes de sua revelação à UFPR, ou que se tornar público pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial-INPI ou pelo Órgão competente em âmbito internacional.

CLÁUSULA TERCEIRA - DO PRAZO

O presente termo terá prazo indefinido, enquanto houver interesse da EMPRESA em manter sob sigilo as Informações Confidenciais presentes no projeto. A divulgação de tais informações somente poderá ocorrer com autorização formal da referida empresa.

CLÁUSULA QUARTA - DAS OBRIGAÇÕES DO NDS/UFPR

O NDS/UFPR compromete-se a:

- a) garantir que “Informações Confidenciais” provindas da empresa estejam protegidas de forma adequada contra revelação, cópia, registro ou uso indevido e não autorizado;
- b) não reclamar a qualquer tempo posse de direito relativo ao uso de produtos ou processos derivados da “Informação Confidencial”;
- c) devolver todos os documentos relacionados à “Informação Confidencial”, incluindo cópias, tão logo solicitado pela EMPRESA.

Curitiba, 15 de Março de 2005.

Núcleo de *Design* e Sustentabilidade/UFPR
Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos, PhD
Coordenador

8.2. APÊNDICE 2

MODELO DE MAPEAMENTO DO SISTEMA (SHINGO, 2002)

	TRANSPORTE	PROCESSAMENTO	ESTOQUE-ESPERA	INSPEÇÃO-CONTROLE	TEMPO	DISTÂNCIA	DESCRIÇÃO
Fornecedor de matéria-prima							
Fornecedor de embalagens							
Comprador de embalagens							
Recebimento no cliente final							
Estoque geral							
Almoxarifado interno							
Linha de produção							
Descarte							
TOTAL							

8.3. APÊNDICE 3

ÍCONES PARA MONTAGEM DE *SYSTEM MAP*

CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA



HABITAÇÃO INDIVIDUAL



NEGÓCIO LOCAL



INSTITUIÇÃO PÚBLICA



ASSOCIAÇÃO LOCAL



EMPRESA DE SERVIÇOS



EMPRESA INDUSTRIAL



HABITAÇÃO COLETIVA

CARACTERIZAÇÃO DOS ATORES



ÍCONES DE TIPOS DE FLUXOS



FLUXO PRINCIPAL
DE MATERIAL



FLUXO SECUNDÁRIO
DE MATERIAL



LIMITE DO SISTEMA



FLUXO PRINCIPAL
DE INFORMAÇÃO



FLUXO SECUNDÁRIO
DE INFORMAÇÃO



FLUXO DE SENTIDO ÚNICO
(VAI)



FLUXO PRINCIPAL
FINANCEIRO



FLUXO SECUNDÁRIO
FINANCEIRO



FLUXO DE SENTIDO DUPLO
(VAI E VOLTA)



FLUXO PRINCIPAL
DE TRABALHO



FLUXO SECUNDÁRIO
DE TRABALHO

8.4. APÊNDICE 4

CHECKLIST DE ASPECTOS GERAIS DO SISTEMA (PSS)

	Estudo FIAT	Estudo Indústria de cabeçotes	Estudo Correios	EST. CASO PRINCIPAL Volkswagen
A empresa descrita nos estudos de caso tinha algum histórico de <i>codesign</i> em serviços com fornecedores?	Não	Não	Não	Não
As empresas estudadas localizavam-se próximas ou distantes dos clientes finais? Quais as distâncias?	Distantes (mais de 2.000 km)	Muito distantes (mais de 10.000 km)	Distantes (até mais de 2.000 km)	Distantes (mais de 500 km)
Qual a etapa ambientalmente mais impactante nos estudos de caso?	Transporte (caminhão a diesel)	Transporte (caminhão a diesel e navio)	Transporte (caminhão a diesel)	Transporte (caminhão a diesel)
Havia excessos de operações (transporte, processamento, espera e controle)?	sim	sim	Não relatou	Sim
Há gestão do ciclo de vida? Quem é o responsável	Em parte (reciclagem) A empresa terceiriza	Em parte (reciclagem) A empresa terceiriza	Em parte (reciclagem) A empresa terceiriza	Em parte (reciclagem) A empresa terceiriza
Há venda de serviço em vez da embalagem?	Não	Não	Não	Não
qual o nível de maturidade do pss?	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo

Checklist detalhado de sustentabilidade ambiental do sistema (SDO-MEPSS, 2007)

	Estudo FIAT	Estudo Indústria de cabeçotes	Estudo Correios	EST. CASO PRINCIPAL Volkswagen
A.1 otimização da vida do sistema				
• São usados sistemas descartáveis?	Não	Não	Não	Não
• São usados produtos, embalagens e/ou suportes descartáveis?	Não	Não	Não	Não
• As partes do sistema tendem a se tornar tecnologicamente/culturalmente/esteticamente obsoletas?	Sim	Sim	Sim	Sim
• O sistema é usado individualmente, quando poderia ser compartilhado?	Não	Sim	Sim	Sim
• Algumas partes do sistema tendem a se desgastar mais facilmente?	Sim	Sim	Sim	Sim
• O sistema é desprovido de serviços de suporte de manutenção e upgrade?	Não	Sim	Não	Não
A.2 minimização do consumo no transporte				
• São utilizados meio de transporte pesado (com alta intensidade de emissão de poluentes) na distribuição dos bens de consumo?	Sim	Sim	Sim	Sim
• São utilizados meios de transporte pesado na	Sim	Sim	Sim	Sim

distribuição de produtos semi-acabados ou produtos finais?				
• São usados meios de transporte pesado para transportar pessoas?	Sim	Sim	Sim	Sim
• Há uso inútil (uma viagem vazia) dos meios de transporte?	Não	Não	Não	Não
• As embalagens são superdimensionadas (projetadas com materiais e dimensões além do necessário)?	Sim	Não	Não	Não
A.3 redução dos recursos				
• O sistema consome uma elevada quantidade de energia?	Não	Não	Não	Não
• O sistema consome uma grande quantidade de recursos naturais?	Sim aço	Sim Plástico (petróleo)	Sim renovável	Sim renovável
• O sistema absorve uma grande quantidade de produtos consumíveis (como tinta para impressora, papel, etc.)?	Sim pregos, fitas, parafusos, lonas plásticas e espumas	Não	Não	Não
• Os produtos, embalagem ou os produtos de suporte têm uma elevada intensidade material?	Sim	Não	Não	Não
A.4 minimização/ valorização dos resíduos				
• Todos os resíduos do sistema são destinados ao descarte?	Sim	Sim	Sim	Sim
• O sistema produz uma grande quantidade de resíduos no fim de vida?	Sim	Sim	Sim	Sim
• A produção das embalagens e produtos de suporte do sistema gera uma grande quantidade de lixo descartável?	Sim	Não	Não	Não
• O sistema é desprovido de serviços para recolher embalagens e outros componentes do sistema descartados?	Não	Não	Não	Não
A.5 conservação/ biocompatibilidade				
• A energia em uso deriva somente de combustíveis fósseis?	Na maior parte	Na maior parte	Na maior parte	Na maior parte
• Todas as formas de energias usadas no sistema derivam de fontes não-renováveis?	Não	Não	Não	Não
• A maior parte dos materiais empregados na fabricação dos produtos finais, dos produtos de suporte, das embalagens e da infra-estrutura não é renovável?	Sim	Sim	Não	Não
• O funcionamento dos processos produtivos dos componentes do sistema é alimentado por recursos não renováveis?	Não	Não	Não	Não
• Os recursos utilizados nos processos produtivos dos vários elementos do sistema são tóxicos ou potencialmente tóxicos para os trabalhadores?	Sim Fumigação da madeira	Em parte Produção da embalagem termoform ada	Em parte Produção da tapa da embalagem termoform ada	Não
A.6 não-toxicidade				

• Os recursos empregados na distribuição são tóxicos ou potencialmente tóxicos?	Sim Emissões do caminhão	Sim Emissões do caminhão	Sim Emissões do caminhão	Sim Emissões do caminhão
• São empregados recursos tóxicos ou potencialmente tóxicos para o usuário?	Não	Não	Não	Não
• Há efeitos tóxicos ou potencialmente tóxicos gerados pelo produto final, produtos de suporte, pelas embalagens ou da infra-estrutura nos tratamentos de fim de vida?	Sim Incineração da madeira	Não Material é reciclado	Não Material é reciclado	Não Material é reciclado

Checklist simplificado de sustentabilidade ambiental de embalagens (SDO-MEPSS, 2007)

	Estudo FIAT	Estudo Indústria de cabeçotes	Estudo Correios	EST. CASO PRINCIPAL Volkswagen
Há compatibilidade do ciclo de vida da embalagem com o seu uso?	Sim A madeira e o aço são duráveis	Em parte O plástico é muito durável	Em parte O papelão ondulado é durável se manejado adequadamente , e o plástico é muito durável	Em parte O papelão ondulado é durável se manejado adequadamente
Há adequação e otimização das características físicas da embalagem com a função?	Não Excesso de peso da madeira e aço	Sim O plástico é leve e resistente	Sim O plástico é leve e resistente	Sim O papelão ondulado é leve e resistente
Há alta densidade de transporte e armazenagem?	Sim É alta (muito peso em relação ao volume)	Sim É alta (muito peso relação ao volume)	Em parte É média (médio peso relação ao volume)	Não É baixa (pouco peso relação ao volume)
Há compartilhamento com outros elos da cadeia produtiva?	Sim A embalagem retorna com outros componentes	Não	Não	Não
São utilizados materiais atóxicos?	Sim	Sim	Sim	Sim
São utilizados materiais renováveis ou biodegradáveis?	Em parte A madeira é renovável, e o aço é reciclável, mas não renovável	Em parte O plástico é reciclável ou reutilizável, mas não renovável	Em parte O papelão é reciclável ou reutilizável, e de origem renovável, e o plástico é reciclável ou reutilizável, mas não renovável	Em parte O papelão é reciclável ou reutilizável, e de origem renovável
Há possibilidade de reuso ou re-fabricação?	Sim Mas a empresa não refabrica a embalagem,	Sim Mas a empresa não refabrica a embalagem,	Sim	Sim

	apenas recicla	apenas recicla		
Há semelhança na vida útil dos materiais?	Não O aço é muito mais durável do que a madeira	Sim É todo feito em termoplástico	Não O plástico é muito mais durável do que o papelão ondulado	Sim É todo feito em papelão ondulado
Há possibilidade de manutenção ou atualização?	Sim Mas a empresa prefere reciclar em caso de danos	Sim Mas a empresa prefere reciclar em caso de danos	Sim	Sim
Há possibilidade de substituição de partes frágeis?	Não	Não	Sim	Sim
Há presença de instruções sobre o ciclo de vida?	Não	Não	Não	Não
Há possibilidade de intercambialidade de componentes?	Não	Não	Não	Não
Há possibilidade de modularidade das embalagens?	Em parte	Sim São modulares	Sim São modulares	Sim São modulares
Há possibilidade de recolhimento de embalagens?	Sim	Sim	Sim	Sim
Há presença de identificação de materiais?	Não	Sim	Sim	Sim
São usados termoplásticos em vez de termorrígidos?	Não se aplica	Sim	Sim	Não se aplica
Há possibilidade de minimização do tamanho ou empilhamento das embalagens?	Em parte Podem ser empilhadas, mas não minimizadas	Sim Podem ser empilhadas e minimizadas por encaixe	Sim Podem ser empilhadas e minimizadas por dobra (papelão) e encaixe (plástico)	Sim Podem ser empilhadas por dobra
Há informações complementares sobre idade, número de reciclagens e aditivos usados?	Não	Não	Não	Não
É feito uso de apenas um material e há facilidade de separação?	Não São usados pregos, fitas, parafusos, lonas plásticas e espumas	Sim	Em parte São usados dois materiais, mas há possibilidade de separação, exceto o grampo metálico	Sim
É evitado o uso de adesivos?	Sim	Sim	Não É utilizada cola PVA	Sim
É evitado o uso de materiais não biodegradáveis junto com compostáveis?	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

É facilitada a retirada de materiais não-biodegradáveis?	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
É evitado o uso de partes assimétricas, que dificultam empilhamento ou montagem?	Sim	Sim	Sim	Sim

8.5. APÊNDICE 5

DECLARAÇÃO

Declaro que os resultados do estudo da Avaliação de Ciclo de Vida de caixas para transporte de chapelonas, realizado com auxílio de Cássia Maria Lie Ugaya e Carla Regina Vitolo Coelho, têm fins exclusivamente acadêmicos e que foi desenvolvido a partir dos dados fornecidos. Eventuais divulgações do trabalho devem citar o nome dos co-autores.

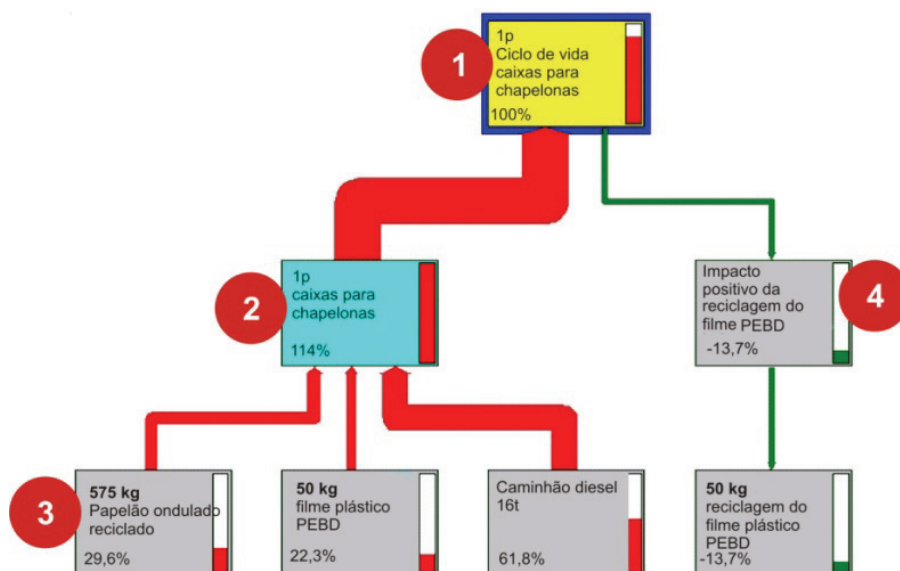
Curitiba, 20 de agosto de 2007.

Cláudio Pereira de Sampaio

8.6. APÊNDICE 6

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA COM O SOFTWARE SIMAPRO 7 STUDENT VERSION - CATEGORIAS DE IMPACTO E GRÁFICOS GERADOS

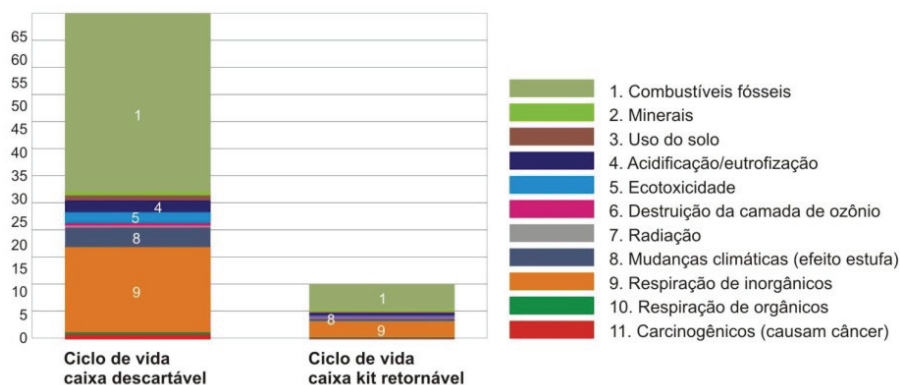
1. Gráfico árvore de impactos:



Neste gráfico são demonstradas as proporções de impacto (em %) para cada elemento (ex.: transporte, embalagem, filme plástico) do sistema estudado. A caixa superior (1) refere-se ao objeto de análise (ex.: ciclo de vida caixas para chapelonas), e divide-se em dois fluxos: um relativo aos impactos ambientais decorrentes do sistema, à esquerda, e outro relativo às compensações devido à reciclagem de elementos do sistema (ex.: filme plástico reciclado), à direita. Quanto mais espessa a linha de fluxo, mais significativo é o impacto ambiental causado pelo elemento correspondente.

Os impactos ambientais causados referem-se ao conjunto dos elementos mais relevantes (3), sendo, neste exemplo, o uso de papelão ondulado e filme plástico na embalagem, e o transporte com caminhão a diesel.

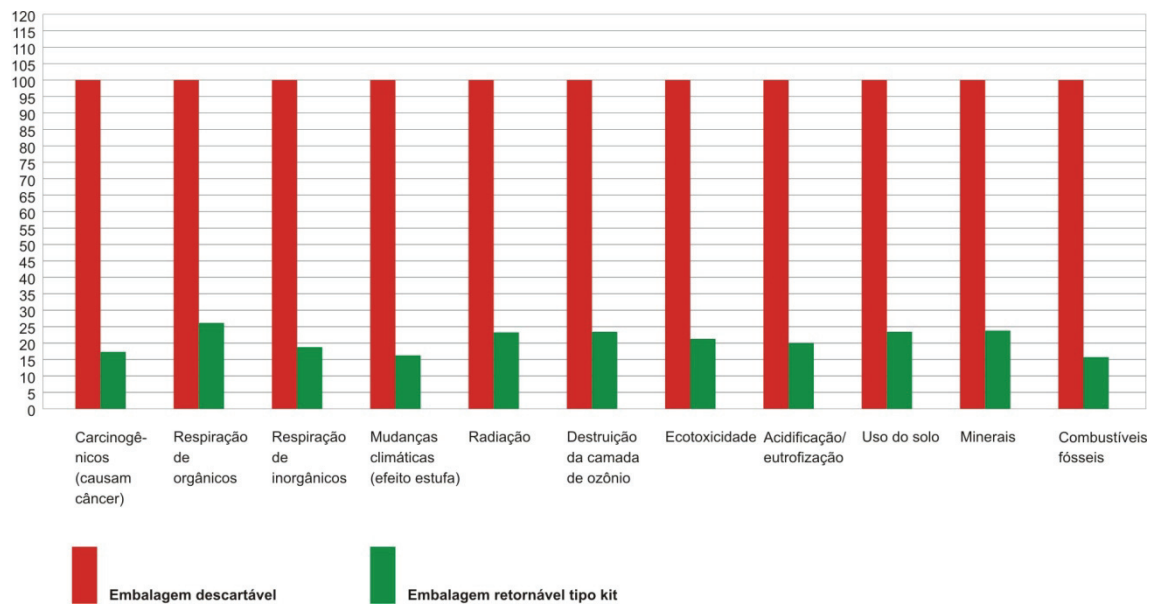
2. Gráfico comparativo da situação anterior e proposta quanto à proporção de cada categoria de impacto ambiental



Este gráfico é apresentado em forma de barras verticais, e apresenta a relevância de cada categoria de impacto ambiental no impacto geral de cada situação avaliada (inicial e proposta). O gráfico à esquerda refere-se à situação inicial, e o gráfico à direita, ao conceito proposto. A altura total de cada gráfico indica a intensidade total de impacto (mais alto na situação inicial, neste exemplo).

As categorias de impacto que compõem este gráfico são: emissão de substâncias carcinogênicas, emissão de compostos orgânicos e inorgânicos respiráveis, mudanças climáticas, emissão de radiação, depreciação da camada de ozônio, ecotoxicidade, acidificação/eutrofização, uso do solo, uso de minerais e uso de combustíveis fósseis. As áreas maiores em cada um dos gráficos indicam os impactos mais relevantes (no exemplo, referem-se ao uso de combustíveis fósseis e a emissão de compostos orgânicos respiráveis).

3. Comparativo de impacto entre as situações existente e proposta por tipo de impacto ambiental

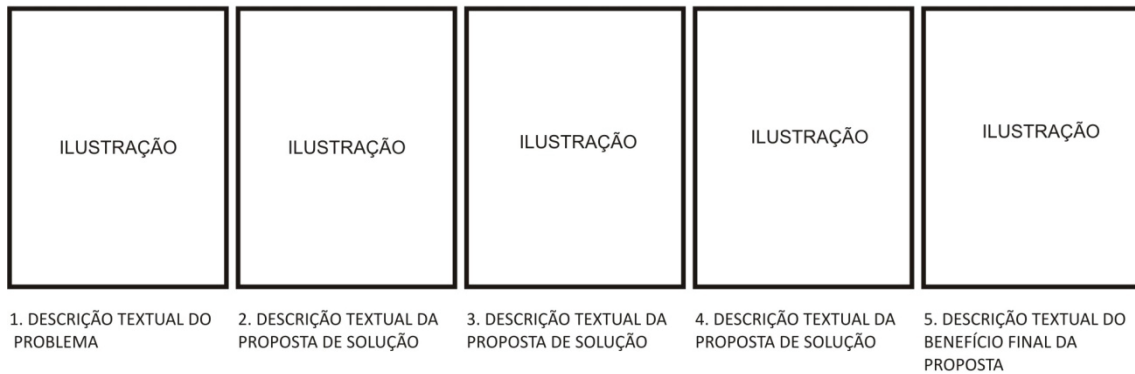


Este gráfico é apresentado em forma de barras verticais, e apresenta um comparativo entre a situação anterior e a nova proposta por categoria de impacto ambiental. Desta forma, é possível identificar em quais categorias de impacto houve maior ganho ambiental, e a proporção deste ganho. A barra à esquerda (mais escura) indica o impacto na situação inicial, e a barra à direita (mais clara) indica o impacto na nova proposta.

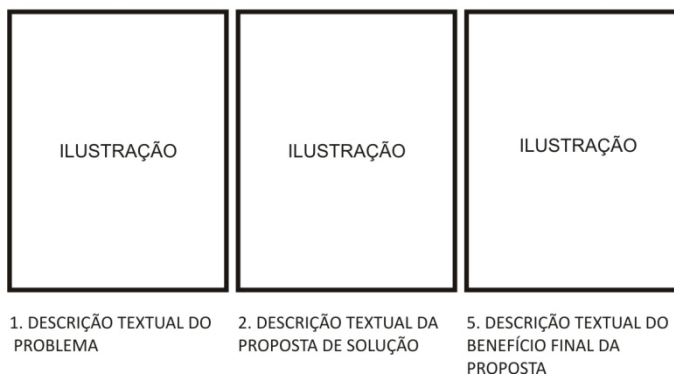
8.7. APÊNDICE 7

ESTRUTURA DE MONTAGEM DE *STORYBOARDS*

ESTRUTURA DE NARRATIVA 01



ESTRUTURA DE NARRATIVA 02



8.8. APÊNDICE 8

ORÇAMENTO

Curitiba, 21 de Março de 2007

De : Sergio Wosch - Embrart

Para : Sr XXX - EMPRESA

Assunto: Orçamento de embalagens de papelão ondulado

Atendendo sua solicitação estamos lhe informando nossas condições para fornecimento de embalagens de papelão ondulado conforme tabela abaixo:

Referência:	Tipo papelão	Qtde.	Dim.Inter.(mm)			Preço unitário	
			Comp.	Larg.	Alt.	Nu	c/ ICMS, PIS e Cofins
Cjto. Kit	KK013BC	1000	1164	988	180	13,68	17,37
Cjto. Individual	KK012B	1000	400	200	250	1,55	1,97

Modelo da Embalagem : Caixa normal com abas encontrantes

Tipo de Papelão: Kraft/Kraft Onda Simples e Dupla

Com impressão

PIS e COFINS: 9,25% já incluso no preço

ICMS : 18% já incluso no preço (Com 33,33% de diferimento sobre a base de cálculo)

IPI : 15% não incluso no preço

Prazo de Pagamento : 28 DDL

Prazo de Entrega : 10 dias úteis

Frete : CIF (Entregamos a mercadoria em sua empresa em XXX/PR)

Atenção: Devido a características específicas de produção de embalagens de papelão ondulado, sobre a quantidade solicitada pode haver variação de +/- 10%.

Atenciosamente,

Sergio Wosch

Gerência de Vendas

(41) 3347-3060 - (41) 8834-4645

8.9. APÊNDICE 9

FORMULÁRIO DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

Dados pessoais:

Nome do entrevistado

Cargo/função que exerce na empresa

Questões sobre a empresa:

A empresa possui Sistema de Gestão Ambiental implantado?

A empresa costuma desenvolver produtos ou serviços em parceria com fornecedores?

A empresa já conhece a abordagem de PSS? Já utiliza PSS? Em que parte do processo?

Qual a expectativa de retorno (*payoff*) dos investimentos feitos na logística e produção na empresa?

Questões sobre o sistema:

Quais são os principais *stakeholders* do sistema?

Quem são, e onde estão localizados os fornecedores?

Como funciona a remuneração dos fornecedores? Recebem por quantidade de produtos fornecidos ou por benefícios finais?

Quem é o responsável pelo transporte dos componentes?

Qual o modal de transporte utilizado?

A que distância os componentes são transportados?

Qual a frequência de transporte (diária, mensal, semanal)? Quantas vezes?

Quem é o responsável pela destinação dos resíduos no processo? Com que frequência?

Qual a matriz energética utilizada no processo logístico?

Questões sobre a embalagem:

Que tipo de embalagem é utilizada no processo estudado? Qual o material?

Quais os tipos e quantidades? Quais as medidas principais?

Como são estocadas?

As embalagens são reutilizadas?

Há contaminação das embalagens com produtos químicos?

Como as embalagens são descartadas?

Quais os problemas mais evidentes nas embalagens?

Sugestões de melhoria:

Quais as suas sugestões para melhorar o sistema? E para as embalagens?

8.10. APÊNDICE 10

COLETA DE DADOS QUANTITATIVOS

1. SITUAÇÃO EXISTENTE

Caixas em papelão ondulado onda simples reciclado

Tamanhos:

P	55x37,5x25,5 = 52.593cm ³	0,27% da G	1,28m ²	604g (usada no cálculo de pesos das chapelonas)
PM	52,5x37,5x49 = 96.468 cm ³	0,51% da G	1,65m ²	782g
M	57x47,5x57 = 154.327 cm ³	0,81% da G	1,98m ²	934g
G	62x61x50 = 189.100 cm ³		2,35m ²	1.109g

Gramatura: 472 g/m² (onda simples)

2. ATUAL

Quantas caixas de papelão de cada tamanho são compradas por mês?

Só tem o peso total

Qual o peso de cada caixa de papelão?

Ver tabela acima

Qual o peso total de papelão gasto no mês?

574.674 Kg

Qual o peso total de papelão reciclado (estimativa de 75%)?

442.500 Kg