

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

YOVANA MARIA BARRERA SAAVEDRA

**Práticas de Estratégias de Fim de Vida Focadas no Processo de
Desenvolvimento de Produtos e suas Aplicações em Empresas que Realizam
a Recuperação de Produtos Pós-Consumo**

São Carlos

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

YOVANA MARIA BARRERA SAAVEDRA

**Práticas de Estratégias de Fim de Vida Focadas no Processo de Desenvolvimento de
Produtos e suas Aplicações em Empresas que Realizam a Recuperação de
Produtos Pós-Consumo**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: “Processos e Gestão de Operações”

Orientador: Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto

São Carlos

2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

Saavedra, Yovana Maria Barrera

Sp Práticas de estratégias de fim de vida focadas no processo de desenvolvimento de produtos e suas aplicações em empresas que realizam a recuperação de produtos pós-consumo / Yovana Maria Barrera Saavedra ; orientador Aldo Roberto Ometto. -- São Carlos, 2010.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Gestão de Operações) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

1. Sustentabilidade. 2. Remanufatura. 3. Estratégias de fim de vida. 4. Práticas. 5. Práticas operacionais. 6. Desenvolvimento de produtos. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

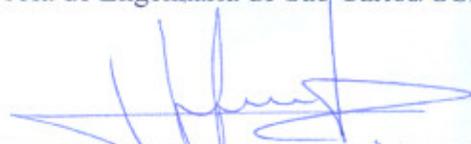
Candidato(a): Ingeniero YOVANA MARIA BARRERA SAAVEDRA.

Dissertação defendida e julgada em 21.09.2010 perante a Comissão Julgadora:



Prof. Dr. **ALDO ROBERTO OMETTO - (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovada



Prof. Dr. **JOSÉ DONATO AMBRÓSIO**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovada



Prof. Dr. **SÉRGIO LUIS DA SILVA**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovada


P/ Prof. Associado **AQUILES ELIE GUIMARÃES KALATZIS**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção



Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

DEDICATÓRIA

A minha Mãezinha Betty Saavedra “in memoriam”, por ser a melhor mãe do mundo! Porque numa simples canção de ninar me ensinou a melodia da vida. e por me perdoar pela nossa distância física, nos seus últimos dias na terra. E ao meu pai, Ernesto Barrera, por estar sempre do meu lado, apoiando-me com grande amor, sacrifício e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus pai, por permitir-me mais uma etapa neste caminho maravilhoso que é a vida. Por me levantar, me carregar e me dar às forças necessárias nesses momentos difíceis da minha existência. Por me deixar conhecer pessoas maravilhosas ao longo do meu caminho, que me permitiram entrar nas suas vidas e me fizeram, sem dúvida alguma, uma pessoa melhor, mais amiga, companheira, profissional e pesquisadora.

Ao meu orientador, Prof. Aldo Roberto Ometto, por abrir-me às portas do mundo da pesquisa, desde o intercâmbio da graduação. Pelas conversas sobre nossa vida pessoal e profissional, mas, especialmente, pela orientação dada, pelo grande apoio nos momentos de dificuldade, pela paciência, confiança e dedicação durante estes dois longos anos de mestrado.

Ao Prof. Henrique Rozenfeld, pelas orientações sugeridas para o desenvolvimento deste projeto. Especialmente, por me auxiliar nos momentos de dúvida e dificuldade, me fazendo entender que os problemas do mundo não são solucionados de uma vez, mas aos poucos, como para a construção de uma grande casa, colocando-se “tijolinho por tijolinho”.

Ao Prof. Sergio Luis da Silva e o Prof. José Donato Ambrósio, pela suas oportunas e valiosas contribuições para o desenvolvimento e melhoramento deste projeto de mestrado.

Aos professores do Departamento de Engenharia de Produção da EESC/USP, pela oportunidade de assistir aulas e compartilhar conversas e momentos curtos, mas significativos para meu crescimento pessoal e profissional: Luiz C.R. Carpinetti, Marcel Andreotti, Edmundo Escrivão Filho, Fernando C. Almada, Daisy A.N. Rebelatto, José Dutra. Especialmente, ao Prof. Daniel Capaldo Amaral, por me incentivar por meio de suas aulas de Processo de Desenvolvimento de Produtos a encarar o desafio de integrar a área ambiental à área de produção. Pela paciência e ajuda nos momentos de angústia, relacionados a minha pesquisa. Agora posso concordar com a opinião do senhor “ os momentos que mais sofri, foram também os momentos que mais aprendi!”

Ao meu amigo Luis José Borrero, “Chamo”, pela amizade adquirida nestes últimos quatro anos. Por ser uma pessoa especial, meu irmão de coração. Pelas nossas conversas sobre nossos sonhos, tristezas, alegrias, desamores e amores. Por estar sempre pronto a me auxiliar. Desejo o melhor na sua vida profissional e nessa nova etapa da sua vida pessoal.

A minha amiga desde os tempos da universidade, Pilar, ou “Pili”, por ter paciência, paciência e mais paciência comigo no ano 2009. Ano complicado para nos duas! Por estar comigo nesse momento triste e difícil da minha vida. Sempre me apoiando e me incentivando para não desistir dos meus sonhos. Pelos momentos que tivemos de alegria e diversão. Pelas lágrimas que derramamos juntas, que fizeram com que fossemos hoje pessoas mais fortes. Para você desejo o melhor do mundo e, especialmente, muitas felicidades na sua vida pessoal e familiar.

Para “minhas colegas e amigas mais recentes, as meninas: Lillian “liloca”, Roberta “Rô”, Sabrina “Sá”, Ana Paula “ Ana”, Camila “florzinha” e Daniela “Dani”- semente do meu trabalho. Por me permitirem entrar nas suas vidas, por compartilharem seus sonhos pessoais, profissionais e familiares. Por estarem sempre prontas a me auxiliar, por corrigir o meu português, e por simplesmente serem elas!!

Aos meus colegas do Laboratório de Gestão de Operações, Grupo Engenharia do Ciclo de Vida e da Universidade Tecnológica de Berlin – TUB, por me aceitarem desde o primeiro momento de meu mestrado: André “baiano”, Catarina, Lie, Larissa, Daniel, Juliana, Fabio, Rafa, Olivia e Rafael, Henry e Semih. Por compartilharem comigo momentos de dúvida, dificuldade, alegria e tristeza, e estarem sempre prontos a me auxiliar.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia de Produção: José Luis, Claudette, Sueli, Talita, Celso, Luiz Fernando e Daniel, pela ajuda e apoio durante a realização deste trabalho e aos funcionários da EESC-USP, pelo auxílio e apoio por meio de palavras ou, simplesmente, de um sorriso.

Aos funcionários da biblioteca da EESC-USP, pela ajuda e apoio durante a realização deste trabalho, especialmente a Elena e a Elenisse.

Às pessoas das empresas, pelo apoio e constante colaboração na minha pesquisa de campo, Gabriel, Edmundo, Luiz Ponce, Airton R. Mattos, Luís Fernando, Luiz Antonio, Rodrigo, Ricardo, Lucas e Jefferson.

À família Cardoza, Cisneros e Guedes de Oliveira, por me acolherem como mais um membro e pelos momentos maravilhosos que compartilhamos, e que serão lembrados por mim com

grande carinho. Loly, Wendy, Claudia, Tio Lito, Alexandre e David Ariel. Especialmente ao Edwin Cardoza, pelo amor, paciência, companheirismo, lealdade, fidelidade, respeito, sinceridade e ajuda incondicional durante o tempo compartilhado. Para você desejo muito sucesso profissional, mas especialmente pessoal. Que encontre a felicidade que tanto procura e que a vida e o destino tragam o melhor para você.

A minha adorada família por me aceitar como sou! Com meus defeitos e minhas qualidades. Por me apoiar nas minhas tantas decisões e nas minhas loucuras. Sempre com grande amor, Liyin, Sandrita, Javi, Fresita, Lalis, Oscar, Nelly, William, Dianita, Paolita, Callila, Alex, Emer, Israel, Jairito, Belarmina e todos os demais. Especialmente aos meus pais, porque sem eles, este sonho nunca teria se realizado. A minha mãezinha Betty, que olha por mim do céu, e ao meu pai Ernesto, por sempre, sempre estarem perto de mim, com grande amor e carinho. Amo vocês!

Ao Gordo “Topi”, por ser como meu segundo pai, por me apoiar e por escutar pacientemente minhas dúvidas pessoais e profissionais. Porque os laços familiares que se criam nos corações nunca se acabam, mesmo com as mudanças que a vida nos traz!

Aos meus amigos, colegas e parceiros de longas datas, e alguns mais recentes: Juanito, Maito, Kelly (por compartilharmos os sonhos de nossas vidas), Felipinho, Jairinho, Lucas, Gladys, Soledad, Edwin, Gabrielito, Bera, Passo, Guido, Andrés Q, Aléx, Richard, Adys, Marcos, Mauricio, Liana, Lina, Rafael, Gina, Rodrigo, Vanessa, Lucio, Amilcar, Giovanni, Carol, Marly, Eugenia, Andre, Sandra, Aymer, Abraham, Jorge e Gé (por aparecer no momento certo!). Obrigada pelo carinho, pelas palavras de apoio, pela amizade e pelos belos e grandes momentos compartilhados, dos quais nunca me esquecerei!

A toda a comunidade estrangeira de São Carlos, por ter a coragem de saírem dos seus países e explorar novos campos de conhecimento e novas oportunidades.

À embaixada do Brasil na Colômbia, pela concessão da bolsa, por meio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

BARRERA SAAVEDRA, Y.M. (2010). **Práticas de estratégias de fim de vida focadas no processo do desenvolvimento de produtos e suas aplicações em empresas que realizam a recuperação de produtos pós-consumo.** 235p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

A recuperação de produtos por meio das estratégias de fim de vida (EoL) é uma alternativa pró-ativa que visa diminuir os impactos ambientais e os resíduos decorrentes do descarte desses produtos. O objetivo deste trabalho é levantar as práticas ligadas às estratégias de fim de vida que podem auxiliar o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) e verificar quais estão sendo aplicadas por algumas empresas que recuperam produtos na fase de pós-consumo. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática que identificou 87 práticas de estratégias de fim de vida e 64 práticas operacionais que podem ser usadas na integração da recuperação de produtos no PDP. De modo a verificar a aplicação das práticas operacionais, foram realizados quatro estudos de caso em empresas reconhecidas pela sua excelência em processos de remanufatura. Os resultados da pesquisa permitem verificar a baixa aplicação de práticas operacionais dentro dessas empresas no processo de desenvolvimento de produtos. Nos casos em que elas foram implantadas, observou-se que elas são uma mera consequência da melhoria continua dos processos. No entanto, as empresas já percebem a importância dessas práticas operacionais para a melhoria da gestão do ciclo de vida de seus produtos e das oportunidades relacionadas com os pilares da sustentabilidade (ambiental, econômico e social). Finalmente, conclui-se que há um paradoxo entre a teoria e a aplicação nas empresas com relação às práticas operacionais de fim de vida do produto, desde o PDP. Isto é ratificado pelo grande número de práticas existentes na literatura quando comparadas com a aplicação destas práticas operacionais nas empresas estudadas.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Remanufatura. Estratégias de fim de vida. Práticas. Práticas operacionais. Desenvolvimento de produtos.

ABSTRACT

BARRERA SAAVEDRA, Y.M. (2010). **Practices of end of life strategies with focus in the product development process and applications to companies that perform the recovery of post-consumer products.** 235p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

The recovery of products using end-of-life strategies (EoL) is a proactive alternative that aims to diminish environmental impacts and waste generated from the disposal of products. This research aims to compile practices based on the EoL strategy that are used by companies in the (PDP). Focus is given to companies that recover products after they have been disposed. To this end, a literature review was carried out, in which 87 EoL-like practices were identified. Additionally, this research identified 64 operational practices that integrate the PDP process with the recovery of products. Four case studies were conducted in companies renowned for their excellence in remanufacturing to assess the applicability of EoL-like practices. It was found a low degree of adoption of such practices in the companies researched, mainly in the PDP process. The practices implemented were a mere implication of the continuous improvement of processes. Nonetheless, it was observed that these companies realize the importance of EoL practices to improve the life-cycle management of their products, which may positively impact all facets of sustainability (environmental, economical and social). Finally, we conclude that there is a gap between theory and practice with respect to EoL practices used in the product development process, which is supported by the great variety of practices found in the literature as opposed to the use of operational practices in the companies studied.

Keywords: Sustainability. Remanufacturing. End of life. Practices. Operational practices. Development process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ciclo de Vida Material dos Produtos.....	22
Figura 2- Estrutura do Texto	25
Figura 3 - Visão Geral do Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Produtos	34
Figura 4 - Ciclo de Vida do Produto e as Diferentes Formas de Recuperação	39
Figura 5 - Estratégias de Fim de Vida dos Produtos (EoL).....	41
Figura 6 - Etapas do Processo de Remanufatura	43
Figura 7 - Visão Geral do Projeto de Pesquisa.....	57
Figura 8 - Etapas da Pesquisa.....	58
Figura 9 - Representação do Processo Sistemático	59
Figura 10 - Fases da Revisão Bibliográfica Sistemática	60
Figura 11 - <i>Print Screen</i> do Formulário de Cadastro das Técnicas, Métodos e Ferramentas no Programa <i>Access</i>	64
Figura 12 - Distribuição por Tipo de Estudo.....	70
Figura 13 – Distribuição das Publicações por Ano	71
Figura 14 - Países com Maior Número de Publicações.....	72
Figura 15- Países em Desenvolvimento em Pesquisas de EoL	73
Figura 16 - Incidência de Práticas Identificadas na RS	75
Figura 17 - Classificação dos Procedimentos Técnicos Utilizados nas Práticas.....	76
Figura 18 - Classificação conforme a Consolidação da Prática	77
Figura 19 - Classificação Conforme a Estratégia de Fim de Vida Aplicada.....	78
Figura 20 - Classificação da Área da Sustentabilidade Abordada pela Prática.....	79
Figura 21 – Visão Geral da Aplicação das Práticas Operacionais na Empresa A.....	87
Figura 22 – Visão Geral da Aplicação de Práticas na Empresa B.....	93
Figura 23 – Visão Geral da Aplicação das Práticas na Empresa C	100
Figura 24 - Visão Geral da Aplicação das Práticas na Empresa D.....	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Abordagens do Ciclo de Vida.....	30
Quadro 2 - Comparação de Modelos de Referência para o PDP	33
Quadro 3 – Produtos com Sucesso em Remanufatura Conforme sua Atividade.....	42
Quadro 4 - Resumo das Estratégias de Fim de Vida (EoL).....	49
Quadro 5 – Benefícios Potenciais da EoL no Contexto da Sustentabilidade.....	50
Quadro 6 – <i>Strings</i> de Pesquisa	62
Quadro 7 - Consolidação de Dados dos Estudos de Caso.....	68
Quadro 8 Práticas Operacionais Identificadas	81
Quadro 9 – Informações Gerais da Empresa A.....	84
Quadro 10 –Relação das Práticas Operacionais Empresa A.....	87
Quadro 11- Informações Gerais da Empresa B	90
Quadro 12 – Relação das Práticas Operacionais Empresa B.....	93
Quadro 13 – Informações Gerais da Empresa C.....	96
Quadro 14 – Verificação das Práticas Operacionais Empresa C	99
Quadro 15- Informações Gerais da Empresa D	102
Quadro 16- Verificação das Práticas Operacionais Empresa D.....	105
Quadro 17 Comparação da aplicação das Práticas Operacionais das Empresas nas Atividades de Desmontagem e Remontagem.....	107
Quadro 18 - Comparação da Aplicação das Práticas Operacionais das Empresas na Atividade de Limpeza.....	108
Quadro 19- Comparação da aplicação das Práticas Operacionais das Empresas na Atividade de Recuperação	110
Quadro 20- Comparação da aplicação das Práticas Operacionais das Empresas na Atividade de Impactos Ambientais.....	111
Quadro 21 Relação entre as Questões da Pesquisa, os Objetivos e os Resultados do Trabalho.....	113
Quadro 22-Leis/Políticas Relacionadas à Recuperação de Produtos	132
Quadro 23 – Padronização dos Estudos Obtidos com a Revisão Sistemática	202
Quadro 24 - Resumo das Práticas das Estratégias de Fim de Vida de Produtos.....	217
Quadro 25 - Classificação das práticas das Estratégias de Fim de Vida de Produtos conforme o Procedimento Técnico Utilizado para a Avaliação do Produto	222
Quadro 26 - Classificação das Práticas das Estratégias de Fim de Vida de Produtos Conforme o Nível de Consolidação da Prática e o Setor de Aplicação	228

Quadro 27 - Classificação das Práticas Conforme a Estratégia de Fim de Vida do Produto .	230
Quadro 28 - Classificação das práticas Conforme a Área de Sustentabilidade Abordada na Estratégia de Fim de Vida do Produto.....	235

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CETESB	Companhia Ambiental do estado de São Paulo
DECEX	Departamento de Comercio Exterior
DFE	<i>Design for Environment</i>
DS	Desenvolvimento Sustentável
ECV	Engenharia do Ciclo de Vida
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
ELV	Fim de vida dos veículos ou <i>End-of-life vehicles</i>
EoL	Estratégias de Fim de Vida
EPR	<i>Extender Producer Responsibility in Cleaner Production</i>
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPP	Política Integrada relativa aos produtos
ISO	<i>The International Organization for Standarization</i>
LCE	<i>Life Cycle Engineering</i>
LCM	<i>Life Cycle Management</i> ou Gestão do Ciclo de Vida
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
OEM	<i>Original Equipment Manufacture</i>
OMC	Organização Mundial de Comercio
ONU	Organização das Nações Unidas
PDP	Processo de Desenvolvimento de produtos
PLM	<i>Product Life Cycle Management</i> ou Gestão do ciclo de vida de produtos
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PSS	<i>Product Service System</i> ou Sistema produto-serviço
REP	Responsabilidade Estendida do Produtor
RoHS	<i>Restriction of Hazardous Substances</i> ou Restrição de substâncias perigosas
RS	Revisão Sistemática
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SPS	Sistema produto-serviço
TR	Relatório técnico

UNEP *United Nations Environment Programme*
USP Universidade de São Paulo
WCED *The World Commission on Environment and Development*
WEEE *Wastes from Electric and Electronic Equipment* ou Resíduos de Equipamentos
eletro-eletrônicos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
1.1	Contextualização e Justificativa da Pesquisa.....	21
1.2	Questão da Pesquisa.....	24
1.3	Objetivo Geral.....	24
1.4	Objetivos Específicos.....	25
1.5	Estrutura do Trabalho.....	25
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1	Abordagens do Ciclo de Vida	27
2.2	Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)	31
2.2.1	Projeto para o Meio Ambiente	36
2.3	Recuperação de Produtos e as Estratégias de Fim de Vida de Produtos (EoL)	38
3	MÉTODO DE PESQUISA.....	53
3.1	Definição do Método Científico.....	53
3.2	Classificação da Pesquisa.....	54
3.3	Etapas da Pesquisa	57
3.3.1	Etapa 1 - Revisão Bibliográfica	58
3.3.2	Etapa 2 - Revisão Bibliográfica Sistemática (RS)	59
3.3.3	Etapa 3 – Múltiplos estudos de caso	66
3.3.4	Etapa 4 – Resultados e Conclusões.....	68
4	RESULTADOS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA (RS).....	69
4.1	Resultados da Revisão Sistemática	69
4.2	Resultados e análises das Práticas das Estratégias de Fim de Vida Identificadas na RS	73
4.2.1	Critérios de classificação das técnicas, métodos e ferramentas das estratégias de fim de vida-EoL	73
4.2.2	Análise das Práticas das Estratégias de Fim de Vida identificadas na RS.....	74
4.3	Resultados das Práticas Operacionais	79
5	MÚLTIPLOS ESTUDOS DE CASO	83
5.1	Empresa A.....	83
5.1.1	Caracterização da Empresa A	83
5.1.2	Caracterização do Produto Recuperado	84

5.1.3	Uso de Práticas Operacionais na Empresa A.....	85
5.2	Empresa B.....	89
5.2.1	Caracterização da Empresa B.....	89
5.2.2	Caracterização do Produto Recuperado.....	90
5.2.3	Uso de Práticas Operacionais.....	91
5.3	Empresa C.....	95
5.3.1	Caracterização da Empresa C.....	95
5.3.2	Caracterização do Produto Recuperado.....	96
5.3.3	Uso de Práticas Operacionais.....	97
5.4	Empresa D.....	101
5.4.1	Caracterização da Empresa D.....	101
5.4.2	Caracterização do Produto Recuperado.....	102
5.4.3	Uso de Práticas Operacionais.....	103
5.5	Análise dos Múltiplos Estudos de Caso.....	106
6	CONCLUSÕES.....	113
6.1	Contribuições Principais da Pesquisa.....	113
6.2	Limitações do trabalho.....	115
6.3	Considerações para futuros trabalhos.....	115
7	REFERÊNCIAS.....	117
8	APÊNDICES.....	131
	Apêndice A- Regulações e Políticas relacionadas à Recuperação de Produtos.....	131
	Apêndice B – Protocolo Carta de Apresentação.....	138
	Apêndice C - Roteio de entrevista.....	139
	Apêndice D Base de Dados da Revisão Sistemática.....	151
	Apêndice E Padronização dos Estudos Obtidos com a Revisão Sistemática.....	153
	Apêndice F Resumos das Práticas das Estratégias de Fim de Vida.....	203
	Apêndice G Classificação das Práticas Conforme o Procedimento Técnico Utilizado para a Avaliação do Produto.....	218
	Apêndice H Classificação das Práticas das Estratégias de Fim de Vida de Produtos Conforme a Nível Consolidação da Prática e o Setor de Aplicação.....	223
	Apêndice I Classificação das Práticas Conforme a Estratégia de Fim de Vida do Produto.....	229
	Apêndice J Classificação das Práticas Conforme a Área de Sustentabilidade Abordada na Estratégia de Fim de Vida do Produto.....	231

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo inicial apresenta a contextualização e a justificativa que norteiam este trabalho. Além dessas informações, são proporcionadas as questões da pesquisa, os objetivos e a estrutura do texto adotada para apresentar os próximos capítulos.

1.1 Contextualização e Justificativa da Pesquisa

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) da Organização das Nações Unidas (ONU), também conhecida como Comissão de *Brundtland*, define o desenvolvimento sustentável como sendo o atendimento às necessidades presentes sem que estas comprometam a possibilidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (THE WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT - WCED, 1987).

A sustentabilidade é apresentada como um conceito sistêmico que visa o balanceamento entre os aspectos Ambientais, Econômicos e Sociais, elementos / dimensões integradas que também são conhecidas como *Triple Bottom Line* (ELKINGTON, 2001; KATES; PARRIS; LEISEROWITZ, 2005).

Em 2008, a *United Nations Environment Programme* - UNEP (2008), acrescentou que o desenvolvimento sustentável pode ser promovido a partir de três estratégias:

- i. Desmaterialização: enfoca a necessidade e a funcionalidade, ao invés do produto em si. O desenvolvimento sustentável se apresenta no acompanhamento do fluxo de materiais e de energia dos processos industriais e de consumo, bem como no aumento da produtividade do recurso.
- ii. Gestão do ciclo de vida: é uma abordagem que integra ferramentas e conceitos de alternativas sustentáveis e repassa as informações relevantes às partes interessadas. A proposta engloba a avaliação do produto em todas as fases do ciclo de vida, (Figura 1) e o principal objetivo é fortalecer o processo de tomada de decisão relacionado com o desenvolvimento de produtos e serviços com menos impactos ambientais.
- iii. Sistema produto-serviço: consiste no desenvolvimento de uma mistura comerciável de bens e serviços que, em conjunto, são capazes de atender às necessidades do cliente,

com menor impacto ambiental¹.

No entanto, os produtos que são fundamentais para a riqueza da nossa sociedade são os principais geradores dos impactos ambientais atuais (ex. poluição e esgotamento de recursos), causados principalmente pelo aumento do consumo desses produtos (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2001).

Nielsen e Wenzel (2002), Baumann, Boons e Bragd (2002), destacam que impactos ambientais são gerados em todas as etapas do ciclo de vida do produto, ou seja, desde a extração de matéria prima até o tratamento e disposição final dos produtos. O ciclo de vida material dos produtos pode ser analisado a partir de dois fluxos (Figura 1): o fluxo principal ou direto, que inicia com a extração da matéria prima, passando pela manufatura, uso até o descarte; e o fluxo secundário ou reverso que fecha o ciclo de vida do produto, destacadando-se o uso das estratégias de fim de vida (EoL – *End-of-Life*): Reuso Reciclagem e Remanufatura.

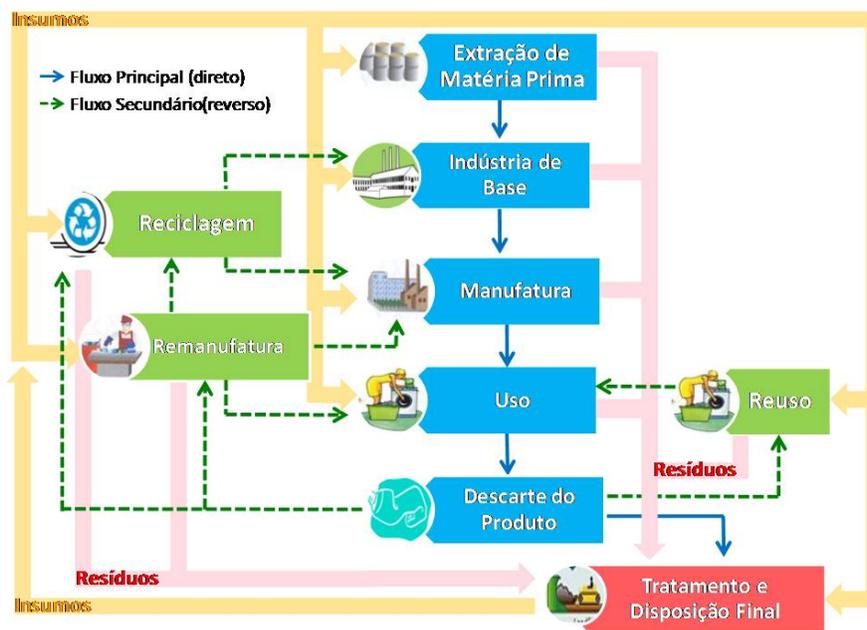


Figura 1- Ciclo de Vida Material dos Produtos
Fonte. Pigosso et al. (2010)

Neste sentido, aparecem legislações como parte de mecanismos que visam pressionar às empresas a oferecer produtos e processos mais sustentáveis, como é o caso das políticas de fabricação de produtos, leis ambientais mais restritivas e exigências para a responsabilidade

¹ Impacto Ambiental é qualquer modificação do meio ambiente adversa ou benéfica que resulte no todo ou em parte dos aspectos ambientais da organização. Por sua vez, aspecto Ambiental são os elementos de atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente (ABNT, 2004).

social. Alguns exemplos desse tipo de mecanismo são: a Política Integrada Relativa aos Produtos (IPP), que visa o desenvolvimento de produtos mais ecológicos, e o conceito de Responsabilidade Estendida do Produtor (REP), definida como a responsabilidade ambiental que as empresas devem dar aos seus produtos ao longo de seus ciclos de vida, incluindo, a etapa de pós-consumo² (LINDHQVIST, 2000).

Desta forma, um dos desafios das empresas é buscar alternativas, cada vez mais pró-ativas, que permitam desenvolver produtos mais sustentáveis e com melhor desempenho ambiental (JACOBSSON, 2000; KAEBERNICK, 2008; LEE et al., 2008; SELIGER; WEINERT; ZETTL, 2007; ZWOLINSKI; LOPEZ-ONTIVEROS; BRISSAUD, 2006). Xing, Loung e Abhary (2005) acrescentam o *design* como uma prática apropriada para melhorar e propor alternativas para recuperar os produtos com seus componentes³ e materiais durante o ciclo de vida.

Existem diversas formas de recuperação dos produtos que oferecem diferentes níveis de reaproveitamento, como por exemplo, a reciclagem considera a recuperação baseada a partir da transformação dos materiais provenientes dos produtos e a remanufatura recupera produtos baseado na mesma qualidade e garantia que um produto novo. Desta forma, as estratégias de fim de vida (*End of life strategies-EoL*) é um meio que permite reduzir os impactos ambientais e otimizar o ciclo de vida dos produtos (GEHIN et al., 2008; SEITZ e WELLS, 2006; THIERRY et al., 1995).

Uma das principais dificuldades para recuperar os produtos é que dificilmente são desenvolvidos para essa finalidade, o qual impede sua recuperação e, em alguns casos, a recuperação pode levar a aumentar os custos totais dos processos de desenvolvimento, produção, logística de distribuição, uso e de logística reversa (ZWOLINSKI; LOPEZ-ONTIVEROS; BRISSAUD, 2006). Além disso, quando os produtos não são desenvolvidos considerando as EoL, esses se limitam a recuperação de componentes e materiais, pois, geralmente é mais caro integrar as diferentes EoL nos produtos existentes do que manter as atividades usuais de descarte e disposição final.

Dentro do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) existem as maiores oportunidades para recuperar os produtos na fase de pós-consumo. Além disso, a tomada de decisão durante as fases iniciais do PDP são responsáveis pela maioria dos impactos

² Pós-consumo se refere à etapa onde os produtos são descartados após sua utilidade original, e que podem ser dados pelas mudanças nas necessidades dos usuários.

³ Neste trabalho os componentes fazem referência às partes e peças de um produto. Conforme Rozenfeld et al (2006 p. 275)

ambientais ocasionados ao longo do ciclo de vida destes (HAUSCHILD; JESWIET; ALTING, 2005; JOHANSSON, 2002; LUTTROPP; LAGERSTEDT, 2006; NIELSEN; WENZEL, 2002;). Deste modo considera-se importante a integração das EoL no PDP para poder garantir que os produtos e processos de manufatura atendam critérios/requisitos relacionados com a recuperação de componentes e materiais nas fases finais do ciclo de vida e, especialmente, na fase de pós-consumo (GEHIN; ZWOLINSKI; BRISSAUD, 2008; SHU; FLOWERS, 1995; WILLEMS et al. 2003; ZWOLINSKI; SGHAIER; BRISSAUD, 2007).

A existência de diversos métodos, técnicas e ferramentas, que representam práticas⁴, visam auxiliar a adoção e integração de conceitos de fim de vida (EoL) dentro do PDP. Entretanto, o elevado número dessas, os diferentes objetivos considerados na aplicação, a quantidade elevada de dados de entrada necessários para utilizá-las, os diferentes procedimentos técnicos, a falta de sistematização das informações e o alto grau de complexidade acabam por reduzir e/ou limitar o uso (LEE et al., 2008; WILLIENS et al., 2003a; WILLIENS et al., 2008b).

Diante deste contexto, optou-se por estudar as práticas das estratégias de fim de vida (EoL) e, derivadas dessas, as práticas operacionais⁵ de forma aproximar e facilitar a adoção de alternativas pró-ativas dentro do PDP, neste caso específico, para a recuperação de produtos na etapa de pós-consumo.

1.2 Questão da Pesquisa

Conforme a contextualização e justificativa da pesquisa apresentada, este trabalho visa contribuir com a discussão de duas questões de pesquisa complementares:

- i. Quais são as práticas de estratégias de fim de vida (EoL) que podem auxiliar o processo de desenvolvimento de produtos?**
- ii. Quais dentre essas práticas operacionais, derivadas das práticas de estratégias de fim de vida, estão sendo aplicadas por empresas que realizam a recuperação de produtos pós-consumo no Brasil?**

1.3 Objetivo Geral

⁴ Conforme Jarrar, Y.F.; Zairi, M. (2000) Uma prática é considerada como qualquer técnica, metodologia, procedimento ou processo que pode ser implementada para melhorar os resultados dos processos de negócio de uma organização, satisfazendo as necessidades de seus clientes e seus stakeholders.

⁵ Neste trabalho, são consideradas “práticas operacionais” aquelas identificadas a partir das práticas de estratégias de fim de vida (EoL) e que podem ser usadas dentro do processo de desenvolvimento de produtos para projetar produtos visando sua recuperação no pós-consumo.

O objetivo do trabalho é levantar as práticas de estratégias de fim de vida (EoL) e as respectivas práticas operacionais que podem auxiliar o processo de desenvolvimento de produtos e verificar as que estão sendo aplicadas por empresas que realizam a recuperação de produtos pós-consumo.

1.4 Objetivos Específicos

Para alcançar esse objetivo geral, é necessário alcançar alguns objetivos específicos, sendo estes:

- ✓ Revisar as práticas (métodos, técnicas e ferramentas) das estratégias de fim de vida voltadas ao desenvolvimento de produto;
- ✓ Identificar as práticas operacionais a partir da revisão realizada e
- ✓ Verificar quais são as práticas operacionais realizadas em algumas empresas que utilizam a recuperação de produtos pós-consumo no Brasil.

1.5 Estrutura do Trabalho

Além deste capítulo introdutório, neste trabalho são apresentados mais seis (6) capítulos, representados e discutidos resumidamente na Figura 2:

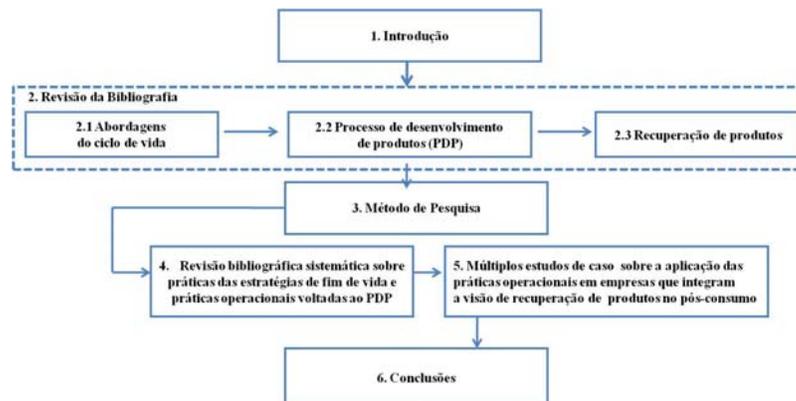


Figura 2- Estrutura do Texto⁶

⁶ Todas as figuras, quadros e tabelas que não apresentem fonte, foram elaborados pela autora.

O **Capítulo 2** descreve a revisão bibliográfica. São discutidos os principais conceitos, abordagens e características dos temas centrais desta pesquisa: abordagens do ciclo de vida, o processo de desenvolvimento de produtos, o projeto para o meio ambiente, a recuperação de produtos com a regulamentação e as políticas relativas à recuperação desses produtos

No **Capítulo 3** é exposta a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho. Em seguida, é definido o método científico adotado e os procedimentos de pesquisa do trabalho. Além disso, são apresentadas as etapas para o desenvolvimento da pesquisa.

Os **Capítulos 4 e 5** relatam os resultados da pesquisa. Especificamente, o **capítulo 4** apresenta os resultados da revisão bibliográfica sistemática (RS) e o **capítulo 5** descreve a análise da verificação da aplicação das práticas operacionais, realizada a partir dos Múltiplos Estudos de Caso conduzidos pela pesquisadora em empresas de Remanufatura que atuam na recuperação de produtos na etapa do pós-consumo.

O **Capítulo 6** apresenta as conclusões, destacando as principais contribuições do trabalho, as limitações da pesquisa e as sugestões para trabalhos futuros.

Na parte pós-textual do trabalho são apresentadas as referências da bibliografia consultada para realizar a pesquisa, os anexos e os apêndices elaborados pela autora durante o desenvolvimento do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são abordados os principais tópicos da revisão bibliográfica. É destacado o conceito e as abordagens do ciclo de vida como mecanismos que permitem acompanhar / avaliar o produto em todas as fases, desde a extração da matéria prima até o descarte final. Neste contexto, o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) deve ser um meio na criação de alternativas que visem a incorporação de opções que permitam o desenvolvimento de produtos com melhor desempenho ambiental. Para isso, o projeto para meio ambiente auxilia na integração dessas questões ambientais dentro do PDP. Já a recuperação de produtos por meio das estratégias de fim de vida se apresenta como alternativas para serem integradas dentro do PDP de forma a auxiliar nesse desempenho ambiental.

2.1 Abordagens do Ciclo de Vida

O ciclo de vida se refere às diferentes etapas pelas quais um produto passa, desde a extração da matéria-prima, manufatura até sua recuperação e descarte final. Neste sentido, Heiskanen (2002) destaca que as empresas devem se responsabilizar pelos danos ambientais causados ao longo do ciclo de vida de seus produtos, levando a um maior comprometimento com relação às questões ambientais.

Pigozzo et al. (2010) acrescenta que o conceito de ciclo de vida se refere à integração das perspectivas do ciclo de vida na estratégia global, planejamento e processo de decisão de uma organização, considerando aspectos ambientais, econômicos e sociais. Isto significa mudar o paradigma que tem orientado às organizações por meio de suas atividades.

Existem diversas áreas de estudo que integram a visão de ciclo de vida, sendo elas: a engenharia, a gestão e a tecnologia de informação. Na área da engenharia é destacado o conceito de Engenharia do Ciclo de Vida (ECV) ou *Life Cycle Engineering* (LCE), definido como a arte de projetar o ciclo de vida de produtos por meio de escolhas referentes ao conceito, a estrutura, aos materiais e aos processos, que integradas com as questões ambientais procuram um melhor desempenho ambiental (ALTING; LEGARTH, 1995).

Dentre os objetivos da ECV está a criação de soluções que garantam a proteção ao meio ambiente e a conservação dos recursos, promovendo um progresso econômico a partir de uma perspectiva de sustentabilidade (HAUSCHILD; JESWIET; ALTING, 2005).

Wanyama et al. (2003) destacam o uso da ECV para auxiliar e fortalecer a tomada de decisão realizada nas fases iniciais do projeto, principalmente, avaliar as soluções que, durante o ciclo de vida ofereça, menores impactos ambientais.

Wenzel e Alting⁷ (2004 *apud* HAUSCHILD; JESWIET; ALTING, 2005) ressaltam que a ECV é uma abordagem que pode ser utilizada para melhorar a eco-eficiência das atividades industriais por meio de um processo de avaliação conduzido a partir de quatro níveis: *i*) Produto da empresa, onde são usadas ferramentas que visam otimizar a eco-eficiência dos produtos; *ii*) Produção do sistema de manufatura a fim de otimizar a produção, localizada entre o fabricante original e os serviços terceirizados, usando como auxílio diversas técnicas, como a avaliação do ciclo de vida e o projeto para o meio ambiente; *iii*) Processos envolvidos no sistema de produção, os quais investigam os processos individuais de modo a incorporar melhorias (ex. produção mais limpa); e *iv*) otimização dos níveis das emissões dos processos.

Na área de gestão se destaca a Gestão do Ciclo de vida ou *Life Cycle Management* (LCM), abordagem vista como um sistema de gestão do produto que visa a integração do conceito de ciclo de vida para minimizar as cargas econômicas, sociais e ambientais, associadas ao produto durante todo seu ciclo de vida (UNEP, 2007). O objetivo do LCM é auxiliar a empresa na tentativa de integrar políticas referentes ao produto e auxiliar a organização a alcançar metas referentes a melhorias de seus processos e produtos, aprimorando o relacionamento com *stakeholders*, auxílio na regulamentação etc.

A LCM foca a comunicação externa das organizações para incentivar uma apresentação de negócio mais visível, melhorar a imagem do produto, identificar novos mercados e agregar perspectivas de valor. A comunicação é estabelecida por meio de relatórios ambientais anuais, de contabilidade ambiental ou de sustentabilidade como, por exemplo, o *Global Reporting Initiative*⁸ (GRI), os Sistemas de Rótulos Ecológicos⁹ para produtos, os códigos de conduta, as auditorias etc.

Entre as diferentes áreas de uma organização que integram relação com a LCM podem ser destacadas: o relacionamento com os *stakeholders*, a sustentabilidade e o meio ambiente, produção e distribuição, desenvolvimento de produtos, economia e finanças, compras e,

⁷ Wenzel, H.; Alting, L. Architecture of life Cycle, Keynote at Global Conference on Sustainable Product Development and Life Cycle Engineering, sep 29th-oct 1st, PTZ Berlim, 2004.

⁸ Esta informação pode ser consultada no site www.globalreporting.org com acesso em: 20 de jun. 2009.

⁹ Os Rótulos Ecológicos salientam as vantagens ambientais de um produto quando comparado com outros produtos do mesmo grupo. Voltados para os consumidores no crescimento de consciência referente a aspectos ambientais de um produto.

finalmente, vendas e *marketing*. Áreas organizacionais que devem focar o desenvolvimento de alternativas que levem a atender os três pilares da sustentabilidade (ambiental, econômico e social).

O LCM não é uma simples metodologia ou ferramenta, mas sim um sistema de administração que visa coletar, estruturar e disseminar a informação de distintos programas, conceitos e ferramentas. Esse sistema incorpora aspectos econômicos, ambientais e sociais dos produtos através de seu ciclo de vida. Desta maneira, a empresa deve ser capaz de ir além de seus limites para conseguir aumentar seu âmbito de aplicação (UNEP, 2007).

A tecnologia da informação dá suporte aos processos de criação, gestão, disseminação e o uso de informações de produtos ao longo do ciclo de vida. No âmbito organizacional, diversos mecanismos podem ser destacados para obter informações que contribuíram com a LCM: a lista de requisitos, as estruturas de produtos, os programas de controle numérico, os resultados de manutenções, modelos em CAD (*Computer Aided Design*), controle da qualidade, entre outros (ZANCUL, 2009).

Outra abordagem estratégica de negócios que merece destaque é a Gestão do Ciclo de Vida de Produtos ou *Product Life Cycle Management* (PLM). O objetivo é propor soluções que apoiem a criação, gestão, disseminação e o uso de informações dos produtos através de uma forma colaborativa na empresa, que se estende desde o conceito até o fim de ciclo de vida, integrando pessoas, processos, sistemas de negócios e informações (CIMData, 2009).

Zancul (2009) conclui, a partir da análise da literatura que aborda o PLM, que é uma abordagem comumente proposta para:

- a gestão integrada relacionada aos produtos (suporta os processos de negócio e apóia a gestão de informações dos produtos);
- aplicada desde o conceito até o fim de vida de produtos (apoiar a colaboração na empresa estendida); e
- demanda para sua implantação efetiva, a integração de Tecnologia de informação (TI).

Ou seja, a PLM pode ser uma gestão integrada dos processos de negócio e das informações relacionadas aos produtos. Além disso, demanda o uso de TI para promover e garantir a colaboração estendida da empresa ao longo de todo o ciclo de vida (ZANCUL, 2009). Garetti e Terzi (2005) acrescentam que o PLM é considerado como um desafio organizacional e tecnológico dentro das empresas de manufatura, pois devido à atual competitividade, a gestão da informação relacionada ao produto deve ser ágil e organizada,

com o objetivo de lançar no mercado produtos em intervalos de tempos mais curtos.

Such et al. (2008) acrescentam benefícios que podem ser alcançados com a implementação do PLM: diminuir o tempo no mercado, melhorar a funcionalidade do produto e aumentar a habilidade de customização. As melhorias desenvolvidas resultam em mudanças dentro das empresas e seus processos. Além disso, o PLM é uma abordagem de negócios que pode ser utilizada para solucionar os problemas de gestão das informações do produto durante todo seu ciclo de vida (CIMData, 2009).

O Quadro 1 apresenta um resumo das principais características das abordagens discutidas anteriormente. Neste sentido, a Gestão do Ciclo de Vida, ou *Life Cycle Management* (LCM), e a Engenharia do Ciclo de Vida (ECV) se apresentam como formas de gestão e de engenharia do produto, respectivamente, voltadas para a redução dos impactos ambientais. A gestão do ciclo de vida dos produtos (PLM) integra todas as áreas do conhecimento para a gestão das informações dos processos de negócios.

Características						
Abordagem	Origem	Definição	Objetivo	Resultados	Áreas Relacionadas	Fonte
Engenharia do Ciclo de Vida (ECV)	Engenharia do produto para a área ambiental	Projetar o produto a partir de escolhas refere a conceito, estrutura, materiais e processos para diminuir os impactos ambientais	Criar soluções para proteger o meio ambiente e conservar os recursos, permitindo um progresso econômico sob a ótica da sustentabilidade.	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer a tomada de decisão da área ambiental nas fases iniciais do projeto; Alcançar progresso econômico sob a ótica da sustentabilidade; Melhorar a eco-eficiência das atividades industriais. 	Produto, produção, processo e meio ambiente	(ALTING, LEGARTH, 1995; HAUSCHID, JESWIET, ALTING, 2005; WANYAMA et al., 2003;)
Gestão do Ciclo de Vida (LCM)	Ambiental	Sistema de gestão que visa minimizar as cargas ambientais, econômicas e sociais associadas ao produto.	Auxiliar as empresas na integração de políticas referente ao produto, melhorar os processos, mudar a regulação, melhorar as relações com os stakeholders.	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de administração que visa coletar, estruturar e disseminar a informação de distintos programas, conceitos e ferramentas Comunicação externa da organização de modo a melhorar a imagem do produto, melhorar a imagem e identificar novos mercados 	Stakeholders, sustentabilidade e meio ambiente, produção e distribuição, desenvolvimento de produtos, economia e finanças, compras, vendas e marketing.	(UNEP, 2007)
Gestão do Ciclo de Vida de Produtos (PLM)	Gestão de dados dos produtos e avanços na tecnologia	Gestão integrada dos processos de negócio e das informações relacionadas aos produtos, usando sistemas de informação.	Apoiar a criação, gestão e disseminação e o uso de informações dos produtos, através do ciclo de vida.	<ul style="list-style-type: none"> Suportar os processos de negócio; Apoiar a gestão de informações do produto; Apoiar a colaboração na empresa estendida; Diminuir o tempo no mercado; Melhorar a funcionalidade do produto; Aumentar a habilidade de customização 	Todas as etapas do ciclo de vida do produto, desde o conceito até o descarte.	(CIMData (2009); GARETTI, TERZI, (2005); SUCH et al.; (2008); ZANCUL, (2009))

Quadro 1 - Abordagens do Ciclo de Vida

Conforme os diferentes processos de negócio mencionados pelas três abordagens, o PDP apresenta maiores oportunidades para recuperar os produtos na etapa de pós-consumo, além disso as decisões tomadas durante as fases iniciais são as responsáveis pelos impactos ambientais ocasionados ao longo do ciclo de vida desses produtos (HAUSCHILD; JESWIET; ALTING, 2005; JOHANSSON, 2002; LUTTROPP; LAGERSTEDT, 2006; NIELSEN; WENZEL, 2002). Wanyama *et al.* (2003) acrescenta que as decisões tomadas pelos *designers* na fase do projeto do produto influenciam entre 70% a 80% o custo total do mesmo. A seguir, são destacadas características do PDP que favorecem ou que podem contribuir com as abordagens do Ciclo de Vida dos Produtos.

2.2 Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)

Conforme Clark e Fujimoto (1991), o PDP é o conjunto de atividades pelo qual uma organização transforma diferentes informações e dados referentes a oportunidades de mercado e tecnologias em produtos comerciáveis.

Para Rozenfeld *et al.* (2006), o PDP envolve o conjunto de atividades pela qual se busca chegar às especificidades de um produto com seus processos para que a manufatura seja capaz de produzi-lo, a partir das necessidades do mercado, restrições tecnológicas, estratégias competitivas e de produto da empresa. Neste sentido, mudanças eventuais podem ser apresentadas para essas especificações, o acompanhamento após o lançamento e a projeção de sua descontinuidade no mercado. Os mesmos autores mencionam como o registro de lições aprendidas ao longo do ciclo de vida ajuda a melhorar o desenvolvimento de novos produtos.

Para Machado e Toledo (2008), desenvolver um produto parte de uma idéia que pode ser materializada na forma de um bem físico ou um serviço a ser prestado, sendo que nesse PDP podem ser encontradas diversas atividades planejadas, coordenadas e controladas, visando alcançar esse objetivo na criação de um novo produto.

O PDP é considerado como um dos processos de negócio mais importantes para as empresas, porém um dos mais difíceis de estruturar, por ser cada projeto único para cada produto desenvolvido. Aspectos que criam um alto grau de incerteza, baixa previsibilidade e criatividade, principalmente nas fases iniciais. Apesar dessa situação, é possível e necessário gerenciar o desenvolvimento de produtos para conseguir planejar, executar, controlar e melhorar as atividades envolvidas no processo (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Neste sentido, as práticas de gestão sistematizadas nos modelos de referência surgem

como uma tentativa de promover o desempenho do PDP e para que este processo seja eficaz e eficiente, e possa alcançar os resultados esperados e estimular a competitividade da empresa. Os modelos de referência apresentam informações para as empresas sobre as atividades, os responsáveis, os resultados esperados, as entregas e os requisitos que devem ser considerados para o processo de desenvolvimento de produtos. Ou seja, um modelo¹⁰ representa uma coletânea de atividades, métodos, departamentos, entre outros, ao longo do PDP, que visa conseguir que todas as partes envolvidas das diversas áreas mantenham termos comuns, facilitando a comunicação e a integração entre eles (GUELERE FILHO; ROZENFELD, 2006; PIGOSSO, 2008; ROZENFELD et al., 2006).

Na literatura existem diversos modelos de referência como auxílio na gestão do ciclo de vida dos produtos (PLM), no entanto nem todos consideram as Estratégias de Fim de Vida (EoL), o que dificulta a integração desses no PDP. O Quadro 2 apresenta um resumo de alguns modelos de referência desenvolvidos e amplamente divulgados na literatura. É uma análise que permite determinar e avaliar qual dos modelos proposto pode ser considerado como referência para o objetivo deste trabalho.

A análise bibliográfica permite destacar que o modelo unificado do PDP desenvolvido por Rozenfeld et al. (2006) e o modelo de processo integrado de produtos-PRODIP desenvolvido por Romano (2003) e Back et al. (2008) apresentam características que favorecem a integração das EoL. Entretanto, a proposta de Rozenfeld *et al.* (2006) é desenhada com um conjunto maior de especificações quanto à integração de EoL nas diferentes fases do processo de desenvolvimento de produto, incluindo a parte de pós-desenvolvimento, etapa importante para recuperar os produtos e reintegrá-los novamente à cadeia produtiva.

Título	Modelo Unificado do PDP	CMMI desenvolvimento	Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos-PRODIP
Fonte	Ronzenfeld <i>et al.</i> (2006)	Chrissis; Konrad; Shrum ¹¹ (2007 <i>apud</i> Zancul, 2009).	Romano (2003); Back <i>et al.</i> (2008)
Idioma	Português	Inglês	Português
Setores da indústria	Bem de consumo duráveis e bens de capital com ênfase na tecnologia mecânica de fabricação	Manufatura discreta	Máquinas Agrícolas

(continua)

¹⁰Conforme Zancul (2009), um modelo é uma representação da realidade, que pode ser representada por meio de gráficos, tabelas os quais descreve o funcionamento dos processos de maneira esquemática.

¹¹CHRISISS, M.B.; KONRAD, M.; SHRUM, S. CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. Addison-Wesley, 2007. 676 p.

Escopo	<ul style="list-style-type: none"> - Pré-desenvolvimento - Desenvolvimento - Pós-Desenvolvimento - Processo de Apoio 	<ul style="list-style-type: none"> - Gestão de processo - Gestão de projetos -Eng. de desenvolvimento de requisitos - Suporte 	<ul style="list-style-type: none"> - Planejamento - Elaboração do projeto do produto - Implementação do lote inicial
Fase (s) que apresentam integração com EoL	<p>Macrofase Desenvolvimento Projeto informacional (requisitos relacionados ao meio ambiente, considerando no projeto os impactos ambientais do produto durante produção, uso e descarte). Projeto Conceitual (análise de SSCs- Sistemas, subsistemas e componentes), ferramentas de auxílio para prever os impactos do produto (projeto para: ciclo de vida, meio ambiente, desmontagem, reciclagem, remanufatura, serviço, montagem, modularidade etc.); Projeto detalhado: criação de SSCs projetando o fim de vida do produto</p> <p>Macrofase de Pós-desenvolvimento Descontinuidade e retirada do produto.</p>	<p>Não apresenta integração das EoL</p>	<p>Elaboração do projeto do produto Projeto Informacional (requisitos ambientais), planejamento de qualidade desejada do produto (atendimento a legislação ambiental reciclabilidade, descartabilidade); Projeto Conceitual (projeto para: meio ambiente, reciclagem e descarte). Apresenta alguns princípios que devem ser considerados ao longo do projeto para minimizar a utilização de recursos naturais, geração de resíduos, riscos à segurança e à saúde e a degradação ecológica.</p>

Quadro 2 - Comparação de Modelos de Referência para o PDP

Fonte. Adaptado de Zancul (2009)

O modelo desenvolvido por Rozenfeld et al., (2006) foca nas diferentes atividades do PDP, apresenta uma divisão de três macrofases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento, conforme descritas, a seguir. A estrutura do modelo de referência proposta pelos autores pode ser observa na Figura 3, conforme será descrito, a seguir (ROZENFELD et al., 2006).

O que caracteriza uma fase são os resultados e a avaliação que proporcionam reflexão sobre o andamento do projeto, assim como na prevenção de futuros problemas e mesmo no aprendizado para a empresa. Essa avaliação é realizada por meio de um processo formalizado conhecido como de transição de fase (*gate*). Porém, apesar da representação seqüencial das fases, elas podem ser alteradas ou desenvolvidas paralelamente em um projeto real. O escopo de aplicação do modelo é claramente delimitado, ficando bastante explícito que ele foi criado para processos de desenvolvimento de produtos de bens de capital e de consumo duráveis.

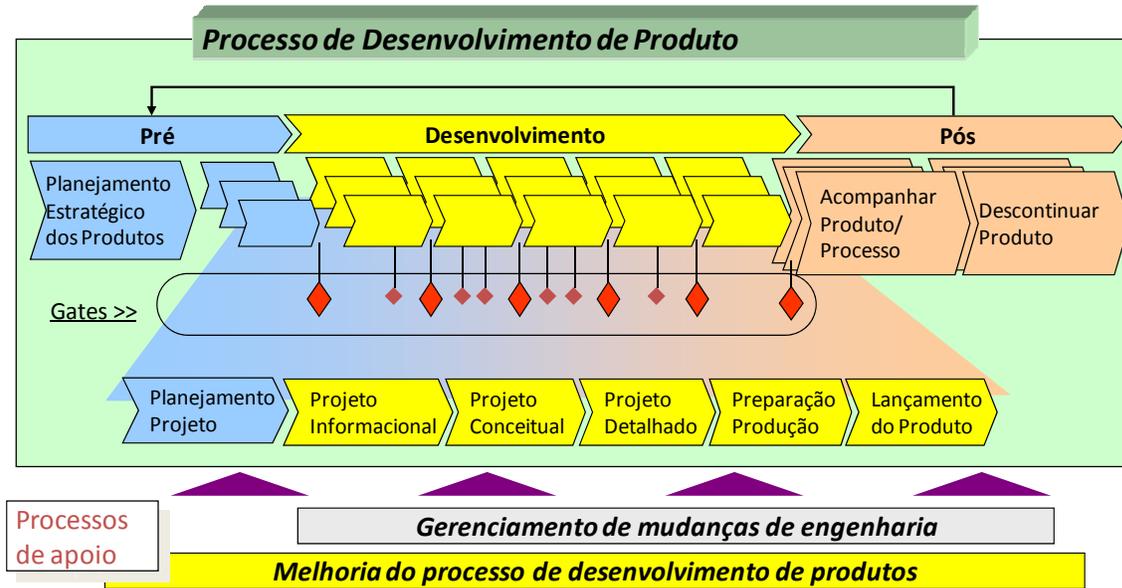


Figura 3 - Visão Geral do Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Produtos
 Fonte: ROZENFELD et al. (2006)

A fase de pré-desenvolvimento compreende o Planejamento Estratégico do Produto e o Planejamento do Projeto e aquele deve garantir que o direcionamento estratégico, definido pela empresa no Planejamento Estratégico da Corporação seja considerado no desenvolvimento de produtos. As idéias de todos os atores internos e externos envolvidos e as oportunidades e restrições devem ser identificadas e transformadas em um conjunto de projetos bem definidos, isto é, no portfólio de projetos. Na fase de Planejamento do Projeto, são definidos o escopo, os recursos disponíveis, as pessoas responsáveis, a duração e os custos do projeto para um produto em particular do portfólio.

Na macro-fase de desenvolvimento, estão incluídas as fases de Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação da Produção e Lançamento do Produto.

O objetivo do Projeto Informacional é desenvolver um conjunto de informações, o mais completo possível chamado de especificações-meta do produto que refletem as necessidades dos clientes e orientam a geração de soluções que serão utilizadas nas etapas posteriores do processo de desenvolvimento. O mapeamento do ciclo de vida do produto, os seus requerimentos e as partes envolvidas são determinados na fase do projeto informacional.

No Projeto Conceitual, as atividades da equipe buscam a criação, representação e seleção de soluções para o problema de projeto. Inicialmente, é feita a modelagem (descrição) das funções que o produto deve apresentar, de forma abstrata, independente dos princípios físicos, sem pensar na solução para estas funções. A partir desta estrutura de funções, são

propostos princípios de solução para cada uma das funções, utilizando os chamados métodos de criatividade, classificados em: intuitivos, sistemáticos ou orientados. A combinação de vários princípios de soluções define uma alternativa de solução ou arquitetura (componentes e suas conexões).

Empresas e pesquisadores desenvolveram vários métodos e ferramentas de auxílio na tomada de decisões do projeto envolvidas nesta fase do PDP e denominados de abordagens DFX (*Design for X*, sendo que o X representa várias considerações que ocorrem ao longo do ciclo de vida). Por exemplo, existe a abordagem *design for manufacturing* (fabricação), *environment* (meio-ambiente), *assembly* (montagem), *disassembly* (desmontagem), *recycling* (reciclagem), *modularity* (modularidade), *remanufacturing* (remanufatura), entre outros. A importância de qualquer metodologia DFX, principalmente no projeto conceitual se deve ao fato que nesta fase as decisões tomadas têm o maior efeito nos custos de um produto pelo menor investimento. Além disso, as decisões tomadas são responsáveis pela determinação de aspectos relacionados à funcionalidade, geometria e propriedades do produto, definindo-se o desempenho e competitividade do produto ao longo do seu ciclo de vida.

As atividades de detalhamento do projeto, a partir do projeto conceitual, até o nível de definição de quais sistemas, subsistemas e componentes (SSCs) serão comprados e a especificação de todos os parâmetros, variáveis e processos de SSCs a serem produzidos internamente, criação de material de suporte e projeto da embalagem e do fim de vida do produto, bem como seus testes e homologação, ocorrem na fase de Projeto Detalhado.

No projeto detalhado aparecem três ciclos que podem ocorrer com grau elevado de simultaneidade em relação aos diferentes SSCs: ciclo de detalhamento (criar e detalhar SSCs considerando as EoL, documentação e configuração), de aquisição (*make or buy decision* e desenvolver fornecedores) e de otimização (avaliar SSCs, configurar e documentar produto e processo).

Paralelamente a estes ciclos, ocorre o planejamento do processo de fabricação e montagem. Após a realização dos ciclos mencionados, acontece a documentação final do produto (ROZENFELD et al., 2006). Todos os recursos de manufatura são especificados, manuais do produto e instruções para a assistência técnica são também desenvolvidos, assim como sistemas de informação e suporte aos vendedores.

Na próxima fase, a Preparação da Produção, o primeiro novo produto é recebido, testado e, quando aprovado, um lote piloto é produzido e um novo processo de produção pode ser mapeado e estabilizado. A fase de Lançamento do Produto ocorre paralelamente à fase de Preparação da Produção, onde outros processos de negócio, como assistência técnica e serviço

ao consumidor, são mapeados (GUELERE FILHO; ROZENFELD, 2006). Também é nesta fase que se faz a última atualização do plano de fim-de-vida, criado no Detalhamento antes de passá-lo para a responsabilidade da Produção.

Finalmente, a macro-fase de pós-desenvolvimento compreende as fases de monitoramento do processo e da produção e a gestão de fim de vida do produto. O acompanhamento sistemático e a documentação correspondente das melhorias de produtos ocorridas durante o seu ciclo de vida são atividades centrais do pós-desenvolvimento, que também compreende a retirada sistemática do produto do mercado, fazendo com que os requisitos de gestão do meio ambiente, como reuso, reciclagem, remanufatura ou descarte do produto, sejam considerados para que a experiência possa ser útil em desenvolvimentos futuros. As atividades operacionais incluem a avaliação da satisfação dos clientes, o monitoramento do desempenho técnico do produto, as auditorias, os acompanhamentos das modificações do produto e o registro das lições aprendidas. O planejamento do pós-desenvolvimento trata dessas questões somente do ponto de vista organizacional, pois as questões técnicas são consideradas durante a macro-fase de desenvolvimento (PIGOSSO, 2008).

As áreas de conhecimento inseridas no modelo de referência proposto incluem gestão de projeto, marketing, engenharia do produto, produção, fornecimento, qualidade, custos e meio ambiente. Especificamente, a área de meio ambiente compreende as atividades que envolvem a incorporação do desenvolvimento sustentável e dos métodos e ferramentas para executá-lo (PIGOSSO, 2008).

Rozenfeld et al., (2006) mencionam que as iniciativas de produção sustentável são integradas no PDP para otimizar ambientalmente o ciclo de vida do produto. É uma dinâmica de integração que, quando os requerimentos e conceitos de sustentabilidade são tomados durante o desenvolvimento de produtos, pode-se criar como consequência, uma manufatura mais sustentável, com produtos ambientalmente mais corretos (FIKSEL; MCDANIEL; SPITZLEY, 1998; GUELERE FILHO; ROZENFELD, 2006; ROZENFELD et al., 2006). A seguir, é discutido o Projeto para o Meio Ambiente ou *Ecodesign* como uma prática pró-ativa dentro da gestão ambiental das empresas.

2.2.1 Projeto para o Meio Ambiente

O Projeto para o Meio Ambiente é uma estratégia que visa integrar as ações tomadas durante o desenvolvimento de produtos, diminuir os impactos ambientais durante o ciclo de

vida, sem comprometer características como desempenho, funcionalidade, qualidade e custo (JOHANSSON, 2002; NIELSEN, WENZEL, 2002; PIGOSSO, 2008; WEENEN, 1995).

O termo Projeto para o Meio Ambiente aparece com diversos sinônimos conforme o lugar onde é usado. Kurk e Eagan (2008) e Pigosso (2008) mencionam que na Europa é conhecido como *Ecodesign* e nos Estados Unidos é utilizado o termo *Design for Environment (DFE)*. Hauschild, Jeswiet e Alting (2005) realçam que esses termos são usados simultaneamente para considerar questões de *design* relacionadas ao meio ambiente e saúde humana durante todo o ciclo de vida de um produto.

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2004), as organizações estão cada vez mais conscientes da necessidade de integrar aspectos ambientais dentro de seus produtos (ABNT, 2004). Um grande número de empresas busca os benefícios que podem ser adquiridos a partir da inserção desses conceitos nos modelos de negócios. Entre os principais resultados, podem ser destacados: a redução de custos, o estímulo à inovação, a melhoria na qualidade, oportunidade de novos negócios, identificação de novos produtos (a partir de bens descartados), redução das infrações legais entre outros.

Junto com o *ecodesign* surgiram outros projetos correlatos e específicos para determinados objetivos, que visam auxiliar a tomada de decisões durante o projeto. Dentro destes podem ser ressaltados alguns que visam à recuperação do produto por meio da integração de estratégias de fim de vida (EoL) como é o caso do projeto para reciclagem (*Design for Recycling – DFR*) que define regras e recomendações para o reaproveitamento de materiais e componentes (HAUSCHILD; JESWIET; ALTING, 2005).

Também é destacado o Projeto para Remanufatura (*Design for Remanufacturing – DFReman*) que trata da combinação de estratégias de *Ecodesign* incluindo projeto para múltiplos ciclos de vida, que orienta para outras estratégias, como o projeto para atualização, todos com a finalidade de conseguir manter as partes do produto a ser remanufaturado em condições de uso, e evitar os danos ocorridos na desmontagem destes (GRAY; CHARTER, 2006). Outra proposta é o Projeto para Desmontagem (*Design for Disassembling – DFD*), no qual são utilizadas técnicas que projetam a desmontagem do produto, considerando o descarte dessas peças. É um projeto que também tem uma interface com os descritos anteriormente (HAUSCHILD; JESWIET; ALTING, 2005; ROZENFELD et al., 2006).

Pigosso et al. (2010) destaca como o fim de vida de produtos é importante para diminuir os impactos ambientais associados à disposição final. Por meio do projeto para o meio ambiente, as escolhas das diferentes estratégias podem ser direcionadas conforme as necessidades ambientais, econômicas e sociais. Rose (2000) destaca como o interesse do

consumidor e as pressões do mercado, especialmente nas atividades de negócio, levam as empresas a examinar melhor o fechamento e tratamento na fase final de seus produtos.

Neste contexto, o item seguinte apresenta, a recuperação de produtos com as estratégias de fim de vida como alternativas que devem ser adotadas nas empresas para a integração, especialmente no PDP, e deste modo poder melhorar o desempenho ambiental dos produtos e conseguir benefícios relacionados com os pilares propostos pelo conceito de sustentabilidade: Econômico, Ambiental e Social.

2.3 Recuperação de Produtos e as Estratégias de Fim de Vida de Produtos (EoL)

A recuperação de produtos com seus componentes e materiais visa incorporar valores econômicos e ambientais dos produtos na sua fase de pós-consumo, assim como diminuir os impactos ambientais e os resíduos gerados na etapa de disposição final (THIERRY et al., 1995).

Para apresentar as Estratégias de Fim de Vida de Produtos (EoL - *End-of-Life*), é necessário definir o conceito de fim de vida, junto com suas principais características. Neste sentido, o fim de vida se refere ao momento em que os produtos não satisfazem as necessidades dos usuários. King et al. (2006) e Rose (2000) destacam que o fim de vida dos produtos (descarte) é incentivado pela deterioração, tecnologia obsoleta ou pelas mudanças nas prioridades dos consumidores, também acrescentam o fato que as preferências dos usuários muitas vezes mudam mais rápido que a própria deterioração do produto.

Para Seliger, Basdere e Keil (2001), o descarte dos produtos na fase de pós-consumo é causado pela desvalorização das mudanças, tanto físicas como de desempenho. As primeiras podem ser dadas pelo envelhecimento, corrosão ou deterioração do produto e o segundo grupo ocorre por mudanças nas tendências de moda, valores ou progressos tecnológicos. Essa desvalorização conduz a uma restrição ou baixa funcionalidade, reduzindo a qualidade ambiental, perda de imagem, incremento na operação de custos ou perda na segurança dos produtos.

Rose (2000) menciona que as estratégias de fim de vida podem ser utilizadas para descrever e associar métodos ou soluções ao produto no estágio final do seu uso. O tratamento de fim de vida inclui as atividades associadas à recuperação dos produtos por meio de um trabalho manual ou mecânico. Além disso, incluem atividades relacionadas com o planejamento estratégico e execução, que vão desde a coleta dos produtos, tratamentos desses

bens até os impactos associados ao meio ambiente e sociedade.

Para Thierry et al. (1995), as estratégias de fim de vida, vista pelos autores como recuperação de produtos, além de conseguir diminuir a quantidade de resíduos e suas áreas de disposição final, aparecem como uma alternativa promissória que visa recuperar valores, tanto econômicos como ambientais.

A Figura 4 descreve as relações que podem existir entre o ciclo de vida dos produtos com as diferentes alternativas de recuperação. Os principais estágios podem ser determinados a partir do reuso direto, seguido da gestão de recuperação, onde aparecem o reparo, o acondicionamento, a remanufatura, a canibalização e a reciclagem como estratégias. No último estágio do fluxo reverso ou secundário do produto são destacadas as alternativas referentes à gestão de resíduos como a incineração e disposição em aterros sanitários.

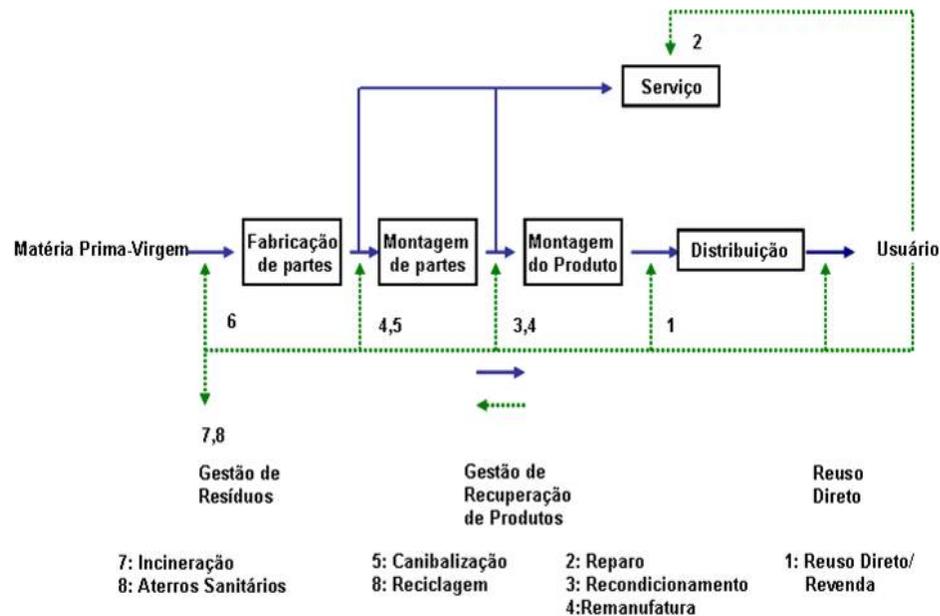


Figura 4 - Ciclo de Vida do Produto e as Diferentes Formas de Recuperação
Fonte: adaptado de Gehin et al. (2008); Seliger, Weinert e Zettl (2007) e Thierry et al. (1995)

Oiko et al. (2009) mencionam como o reparo, o acondicionamento e a remanufatura buscam melhorias na qualidade e/ou tecnologia dos produtos usados, diferindo quanto ao “grau de melhoria” que pode ser alcançada ou incorporada nas características funcionais do produto. Thierry et al. (1995), também mencionam que cada estratégia de fim de vida ou opção de recuperação de produtos envolve atividades relacionadas com a coleta de produtos

usados (por meio do uso de logística reversa¹²), seus componentes, reprocessamento, desmontagem, montagem e redistribuição.

A atividade de desmontagem de produtos é considerada como uma atividade de interligação entre a recuperação de produtos e as EoL. O objetivo principal da desmontagem é separar ou fracionar em partes os produtos para que, posteriormente, sejam recuperadas pelas EoL. Neste sentido, o projeto para desmontagem deve ser considerado com o objetivo de otimizar o processo para que seja mais rápido e mais eficiente (HARJULA et al., 1996; KAEBERNICK; O'SHEA; GREWALL, 2000).

Rose (2000) menciona como a manutenção, neste caso representado pelo serviço entraria como alternativa que visa estender o ciclo de vida desses produtos, especificamente no serviço de troca de peças ou componentes, os quais podem ser reparados ou reconicionados dentro do produto no qual o serviço esta sendo prestado.

Neste sentido, o Sistema Produto-Serviço (SPS) ou *Product Service System (PSS)* aparece como uma alternativa para integrar produto e serviços que consigam, em conjunto, satisfazer as necessidades dos clientes. Assim, o uso das diferentes estratégias de fim de vida, como reparo, reconicionamento, remanufatura e reciclagem podem ser implantadas mais facilmente (PIGOSSO et al., 2010).

Goedkoop et al. (1999), destacam que, inicialmente, o SPS foi visto apenas como o conjunto comerciável de bens e serviços que conjuntamente são capazes de satisfazer as necessidades dos clientes. No entanto, Mont (2002), acrescenta que o SPS, além de satisfazer as necessidades do cliente, visa ter um menor impacto ambiental que os modelos de negócios convencionais, onde a desmaterialização dos produtos deve ser uma alternativa promissora, objetivando melhorias ambientais.

Saavedra, Sousa e Ometto (2009) acrescentam como a aplicação conjunta de sistemas produto-serviço (SPS) com estratégias de fim de vida pode potencializar melhorias no desempenho ambiental em todo o ciclo de vida dos sistemas fornecidos, desde sua concepção até o fim de vida de produtos.

A Figura 5 representa as diferentes EoL existentes para a recuperação de produtos e está organizada de acordo com o grau de recuperação de cada uma. Inicia-se com a canibalização, a qual busca recuperar componentes para que sejam usados nas outras EoL. Na

¹² Conforme Leite (2003, p.16), logística reversa é a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondente ao retorno dos bens de pós-venda e pós-consumo, ciclo de negócios ou ciclo produtivo, por meio de canais de distribuição reversos, agregando valor de natureza econômica, ecológica, legal, imagem corporativa entre outros.

remanufatura, os componentes que não são utilizados no processo, podem servir como matéria-prima nas outras EoL, exceto na canibalização. Já os componentes recuperados durante o reparo e/ou o acondicionamento podem fazer parte de um produto remanufaturado, sem que afetem sua qualidade e sua funcionalidade.



Figura 5 - Estratégias de Fim de Vida dos Produtos (EoL)

- **Canibalização**

A Canibalização tem como propósito conseguir a recuperação de componentes reusáveis, provenientes de produtos usados nas estratégias de reparo, acondicionamento, remanufatura e reciclagem. Além disso, a qualidade depende do processo onde os componentes irão ser reusados como, por exemplo, para a remanufatura os componentes devem ter uma maior qualidade que aquelas usadas para reparo. Outro aspecto importante é que a canibalização envolve uma desmontagem seletiva de produtos usados e a inspeção de potenciais componentes reusáveis (THIERRY et al., 1995).

- **Remanufatura**

A remanufatura visa à restauração de produtos a condição de novos, oferecendo a mesma qualidade e garantia (GRAY; CHARTER, 2006; HAUSER; LUND, 2003; JACOBSSON, 2000; STEINHILPER, 1998). Neste caso, a garantia é equivalente às fornecidas pelo Fabricante Original do Equipamento (*Original Equipment Manufacture - OEM*) (IJOMAH et al., 2007). Sundin (2004) complementa afirmando que o sucesso da

remanufatura depende da coleta do produto e da carcaça ou *core* - parte indispensável para o processo.

Segundo Hauser e Lund (2003) e Seliger et al. (2009), entre os setores que mais utilizam a remanufatura estão: o automobilístico, espacial, robótica, de autopeças, de equipamentos de comunicação, impressoras e cartuchos de impressão, eletro-eletrônicos, equipamentos médicos, entre outros, representados por setor no Quadro 3.

Eletrodomésticos	Equipamentos médicos	Componentes de carros	Materiais de oficina	Materiais de computadores	Maquinaria	Outros
Máquina de lavar roupa, Geladeiras; Televisão.	Equipamento médico; Equipamento de hospital (camas).	Motores; Alternadores; Arrancadores; Embreagens; Juntas universais.	Fotocopiadoras; Telefones; Fax; Impressoras; Cartuchos de impressão (<i>Toners</i>).	Computadores	Maquinas para tecidos; Limpadoras de chão; Tratores; <i>Pallet</i> de caminhão; Máquinas a vapor.	Pneus; Moveis de oficina; <i>Pallet</i> .

Quadro 3 – Produtos com Sucesso em Remanufatura Conforme sua Atividade

Fonte: adaptado de Zwolinski et al. (2006).

Segundo Steinhilper (1998), o processo de remanufatura é realizado a partir de cinco etapas: desmontagem, limpeza de partes, inspeção e armazenamento, recondicionamento e troca, remontagem do produto e teste final, conforme ilustrado pela Figura 6. Entretanto, uma das atividades mais críticas é a coleta da carcaça (*core*). Isso ocorre pelas próprias dificuldades e barreiras que são enfrentadas do ponto de vista logístico, financeiro (vantagem econômica com esse processo), tecnológicos e gerenciais.

A seguir, as etapas do processo de remanufatura são brevemente descritas, conforme as informações destacadas por Steinhilper (1998).

- **Desmontagem do produto:** a finalidade desta etapa é a desmontagem total do produto. É uma das atividades que consome mais tempo devido ao grau de complexidade.
- **Limpeza dos componentes:** nesta etapa cada um dos componentes é limpo com diferentes substâncias para conseguir devolver o visual de novo. Podem ser citados quatro variantes de processo que contribuem para a limpeza: efeitos químicos (ex: detergentes), influência da temperatura (ex. calor), ação mecânica (ex. remoção por jato de água) e o tempo (ex. duração do processo).

- **Inspeção e armazenamento dos componentes:** esta etapa propõe uma identificação para classificar os componentes, assim como, uma inspeção para saber quais devem ser trocados ou destinados para outra finalidade como: canibalização, reparo, recondicionamento ou reciclagem. Já o armazenamento se refere ao local onde o material será depositado para a montagem dos produtos posteriores.

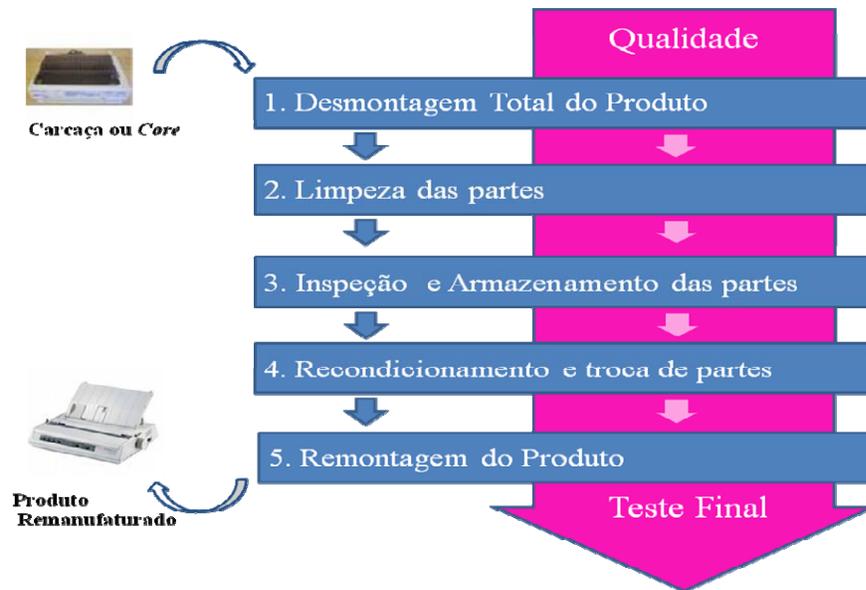


Figura 6 - Etapas do Processo de Remanufatura
Fonte: adaptado de Steinhilper (1998)

- **Recondicionamento e troca de componentes:** o produto é totalmente recondicionado. Neste caso, alguns componentes são trocados por novos porque não atendem os parâmetros mínimos necessários para remanufatura.
- **Remontagem do produto:** refere-se à nova montagem do novo produto. O teste final irá assegurar que o produto remanufaturado cumpra com a similaridade de um produto novo, obtendo as mesmas características e funcionalidades. Steinhilper (1998) afirma que o teste final não deve ser considerado como uma etapa, mas sim como uma certificação de que o produto vai oferecer as mesmas características de um novo. Contudo, as etapas podem seguir uma ordem diferente, dependendo do tipo de produto a ser remanufaturado.

A inserção do processo de remanufatura nas empresas pode trazer benefícios não apenas econômicos, mas também socioambientais (GIUNTINI; GAUDETTE, 2003;

HAUSER; LUND, 2003). Porém, é importante identificar os principais desafios que precisam ser superados para a implementação desta estratégia. Gray e Charter (2006), Ijomah et al. (2007b), Shu e Flowers (1995), Thierry et al. (1995) e Zwolinski et al. (2006) destacam as principais diretrizes que devem ser seguidas no processo de desenvolvimento de produtos:

- **Tecnologia:** os produtos que visam a remanufatura devem possuir componentes adaptáveis que possibilitem a integração de novas tecnologias.
- **Materiais e partes:** dentro deste grupo é destacada a necessidade de produtos duráveis que sejam resistentes ao desgaste, principalmente pelo uso de químicos utilizados na etapa de limpeza da remanufatura. Materiais não duráveis não devem ser usados dentro do processo devido a que aumentam os custos e diminuem o ciclo de vida do produto.

É importante que o uso de partes seja livre de soldas porque é uma conexão que dificulta o processo de desmontagem do produto. Um número maior de quebra de peças pode aumentar a dificuldade e inviabilizar essa etapa do processo de remanufatura. Além disso, o uso de partes intercambiáveis pode auxiliar as diferentes etapas do processo.

Em alguns casos, o uso excessivo de *rivets* aumenta o tempo de desmontagem e remontagem. Observa-se que quanto maior o número de componentes do produto maior o tempo gasto nas etapas, contudo este fator não impossibilita o processo de remanufatura.

- **Demanda e Retorno do Produto:** o sucesso na compra do produto no mercado depende da aceitação e distinção entre a qualidade, garantia e preço que oferece um produto remanufaturado. Para aumentar as chances do sucesso é necessário identificar mercados que ofereçam esse potencial. Em alguns casos, a falta de conhecimento do conceito de “remanufatura” impossibilita um aumento na aquisição desses produtos. Os consumidores ainda imaginam que esses produtos são reusados ou reparados e que oferecem qualidade inferior quando comparados com um produto novo.

Por outro lado, a importância de garantir o retorno do produto é indispensável para o sucesso da remanufatura. Parcerias entre distribuidores e consumidores pode ser uma garantia para obter o estoque necessário para conseguir suprir as necessidades que o mercado exige do produto. Entretanto, ainda se apresenta muita dificuldade no retorno devido à falta de integração de fluxos reversos que possa auxiliar e garantir a volta desses produtos para serem remanufaturados.

- **Legislação:** a falta de legislação específica relacionada à responsabilidade estendida do produtor (EPR) dificulta o maior comprometimento da empresa no acompanhamento de seus produtos ao longo do ciclo de vida, assim como dificulta a identificação dos ganhos que podem ser obtidos com a implementação da remanufatura. Além disso, impossibilita que os consumidores identifiquem claramente os benefícios obtidos com a compra de produtos remanufaturados. De outra parte, outra barreira é a legislação atual, já que em muitos países como o Brasil, esses produtos são vistos como usados, o que dificulta sua expansão no mercado, dando, neste sentido maior importância para a reciclagem.

Sundin (2004) menciona quatro propriedades que devem possuir os produtos para ser remanufaturados: facilidade de acesso às partes, fácil identificação, resistência ao desgaste e fácil manipulação. Além disso, destaca que um projeto para desmontagem deve garantir facilidade de acesso às partes, princípio que deve ser considerado dentro do projeto para remanufatura.

A estratégia de remanufatura permite que os produtos apresentem um novo ciclo de vida completo, com benefícios para as esferas ambiental, econômica e social. No entanto, a remanufatura de um produto deve ser previamente avaliada para que se obtenha a maior parte de seus benefícios potenciais, como é o caso do giroscópio apresentado por Ijomah et al. (2007a), produto projetado inicialmente para remanufatura, mas que, após a adoção de novas tecnologias, teve seu desempenho ambiental otimizado, mesmo sendo utilizado em um único ciclo de vida.

- **Reuso**

O reuso é considerado, por Rose (2000), como aquele produto e componente que é usado logo após seu primeiro ciclo, ou seja, são bens de segunda mão, utilizados conforme suas características de *design* originais. Gray e Charter (2006) mencionam que os produtos reusados, retêm os possíveis problemas adquiridos durante sua vida anterior, não apresentando reparo algum e nenhum tipo de garantia.

- **Reparo**

O Reparo é descrito como uma estratégia na qual unicamente os componentes

danificados / quebrados são trocados por outros para manter a funcionalidade original do produto, entretanto, os componentes trocados nem sempre apresentam condição de novos e podem ser utilizados de outros produtos iguais ou similares. Ijomah, Bennett e Pearce (1999) e King et al. (2006), mencionam que o reparo se refere ao processo de restabelecimento das condições funcionais nos componentes danificados do produto. Thierry et al. (1995) também destacam que a estratégia de reparo apresenta atividades limitadas de desmontagem e montagem. Gray e Charter (2006) e Ijomah et al. (2007) acrescentam que a garantia do produto e componentes é inferior aos equivalentes recém fabricados. Além disso, a garantia não pode cobrir o item inteiro, unicamente, os componentes que foram substituídos.

- **Recondicionamento**

O recondicionamento é um processo utilizado para retornar produtos e componentes as condições de uso. Em alguns casos, o desempenho pode ser menor que as condições originais de um produto novo. O produto final que passa por esta estratégia tem uma garantia / qualidade inferior aos de um produto novo, característica aplicada unicamente para os componentes desgastados. Ijomah et al. (2007) e King et al. (2006) mencionam que o recondicionamento exige menos atividades de trabalho que a remanufatura, porém mais que o reparo do produto.

Com o processo de recondicionamento, a funcionalidade do produto é restaurada, sendo comum que o produto apresente desmontagem e limpeza parcial dos componentes, sendo trocados apenas os módulos críticos (THIERRY et al., 1995). Gray e Charter (2006) e King et al. (2006) também destacam que os produtos característicos desta estratégia são aqueles denominados no mercado de “produtos cinza”. O recondicionamento está combinado com a atualização tecnológica e busca estender o ciclo de vida dos produtos desenvolvidos com esses princípios.

- **Reciclagem**

Conforme Thierry et al. (1995), a finalidade da reciclagem é conseguir reusar os materiais dos produtos usados e de seus componentes. Neste caso, a energia incorporada, a identidade e a funcionalidade dos produtos e componentes são perdidas, e os materiais podem ser usados na produção de partes originais, quando a qualidade desse material é alta, ou também na produção de outras partes. A reciclagem começa quando os produtos e

componentes são desmontados e, posteriormente, são separados dentro de distintas categorias de materiais.

Conforme Kriwet, Zussman e Seliger (1995), a atividade de reciclagem pode ser caracterizada dentro do ciclo de vida de um produto por três tipos:

- Reciclagem de uma parte da produção: se refere à utilização de resíduos dos processos de remanufatura, por exemplo, os refugos da injeção do molde;
- Reciclagem durante o uso do produto: utilização do produto depois de processos como reparo ou remanufatura; e
- Reciclagem pós-consumo: reciclagem na fase de fim de vida dos produtos.

Para Rose (2000), existem dois tipos de reciclagem: aquela que utiliza desmontagem, onde os componentes são desmontados com a finalidade de retirar materiais perigosos, contaminantes e componentes de alto valor. Os componentes são separados geralmente por métodos de desmontagem manual. O segundo tipo é a reciclagem sem desmontagem que é realizada para reduzir o tamanho dos materiais e facilitar a triagem. O material é separado por meio de métodos baseados em magnetismo, densidade e outras propriedades físico-químicas dos materiais (CARRELL; CHAO-ZANG; LI, 2008).

Manzini e Vezzoli (2002) mencionam como a reciclagem pode ser classificada conforme a fase do ciclo de vida na qual os materiais estão disponíveis. Existem materiais de pré-consumo que aparecem dos refugos e subprodutos de um determinado ciclo produtivo e os materiais que derivam dos refugos que se geram externamente ao processo produtivo original. Ainda, os autores destacam como neste caso os materiais são limpos, identificados e adaptados para possuir características de alta qualidade.

Outros materiais utilizados na reciclagem são os materiais pós-consumo que provêm de produtos de embalagens usadas e descartadas pelo consumidor final. A qualidade é inferior e a deteriorização e contaminação dificultam a reciclagem. Neste trabalho, é adotada a reciclagem pós-consumo, caracterizada pelas seguintes etapas, conforme Manzini e Vezzoli (2002):

- **Recolha e transporte:** se refere à coleta dos produtos eliminados. É importante que nesta etapa as operações de coleta não sejam subestimadas, principalmente, do ponto de vista do planejamento logístico (logística reversa) e impacto ambiental. Em algumas situações, é uma etapa que compromete os custos e as vantagens ambientais da reciclagem.

- **Identificação e separação:** a identificação de materiais é importante para conseguir identificar as partes que podem ser recolhidas e quais devem ser descartadas. É uma etapa que também permite saber quais partes contêm substâncias contaminantes e perigosas.
- **Desmontagem e/ou desmembramento:** nesta etapa é importante a separação de materiais que consigam ser reciclados novamente. Existem diversos materiais que podem ser reciclados conjuntamente, sem que isso comprometa as características e qualidade proveniente dessa mistura. A identificação dos materiais pode ser feita por desmontagem e/ou desmembramento e sua sucessiva separação.
- **Limpeza e/ou lavagem:** nesta etapa os materiais são novamente lavados para certificar a inexistência de substâncias contaminantes, garantindo as características da reciclagem.
- **Pré-produção de matérias primas secundárias:** em alguns casos os materiais são usados diretamente, mas geralmente eles são melhorados através de aditivos e processos específicos conforme a necessidade do material.

A reciclagem se apresenta como uma alternativa na recuperação de materiais provenientes dos produtos. Entretanto, King et al. (2006) mencionam que os *designers* discordam em utilizar esses materiais devido à baixa qualidade que podem apresentar e, conseqüentemente, pode comprometer a qualidade, a funcionalidade, a estética e garantia do produto.

O Quadro 5 apresenta um resumo das principais características de cada EoL. Observa-se como a canibalização pode ser designada como um tipo de centro de distribuição, pois não é realizado nenhum tipo de conserto, simplesmente é realizada uma classificação para que posteriormente os componentes sejam usados nas outras EoL.

No caso do reparo e recondicionamento a diferença é dada pela finalidade de cada uma, ou seja, o reparo é mais relacionado aos componentes em si, e o recondicionamento é mais focado às atualizações tecnológicas. Por sua vez, a reciclagem transforma os produtos e componentes em materiais para que sejam usados na produção de outros produtos.

A remanufatura desmonta totalmente o produto, cuidando da funcionalidade dos componentes por meio de testes ao longo do processo. O objetivo é entregar um produto remanufaturado que atenda as mesmas características de um novo.

EoL	Nível de Desmontagem	Matéria Prima	Características Principais	Exemplos
Canibalização	Desmontagem total e seletiva	Produtos usados	Os componentes não apresentam nenhum tipo de conserto, podem ser usados em outras EoL.	Circuitos eletrônicos, eletrodomésticos, eletrodomésticos.
Remanufatura	Desmontagem Total	Produto e componentes usados, conhecido como <i>carcaça</i> ou <i>"core"</i>	Durante o processo, o teste é um fator importante para que o produto remanufaturado atenda as mesmas condições do produto novo em qualidade e garantia.	Equipamentos médicos, eletrodomésticos, componentes de carros, materiais de oficina, eletroeletrônicos etc.
Reparo	Desmontagem Parcial	Produto e componentes usados	O produto apresenta componentes de diversos produtos. Sendo que, a qualidade é inferior e a garantia é dada para os componentes trocados e não para o produto inteiro.	Fotocopiadoras, impressoras
Reuso	Não existe desmontagem	Produto e componentes usados	O produto ou componente retêm os problemas do ciclo de vida anterior. Baixa qualidade e nenhum tipo de garantia.	Eletrodomésticos, componentes de carros, materiais de oficina, eletroeletrônicos etc.
Recondicionamento	Desmontagem Parcial	Produto e componentes usados	O recondicionamento é usado mais para atualização, sendo que a qualidade é inferior e a garantia é unicamente para os componentes atualizados e não para o produto inteiro.	Computadores, impressoras,
Reciclagem	Desmontagem Total	Produto e componentes usados	Os produtos ou componentes são transformados em materiais para ser usados na produção de outros produtos.	Materiais recicláveis como plástico, alumínio etc.

Quadro 4 - Resumo das Estratégias de Fim de Vida (EoL)

O Quadro 5 apresenta os potenciais benefícios que podem ser alcançados com as EoL nas áreas da sustentabilidade sob as três dimensões: ambiental, econômico e social. É um conjunto de benefícios avaliados a partir da descrição da literatura que discute o tema (GIUNTINI; GAUDETTE, 2003, GRAY; CHARTER, 2006; HAUSER; LUND, 2003; MANZINI; VEZOLLI, 2002; STEINHILPER, 1998; THIERRY et al., 1995; ZWOLINSKI et al., 2006).

Área	Benefícios	Remanufatura	Reuso	Reparo	Recondicionamento	Reciclagem
Ambiental	Redução no consumo de água	√	√	√	√	√
	Redução no uso de energia	√	√	√	√	
	Redução de emissões ao meio ambiente	√	√	√	√	
	Redução no consumo de materiais	√	√	√	√	√
	Extensão no ciclo de vida do produto ou componentes	√	√	√	√	√
	Extensão por mais de um ciclo de vida completo o produto ou componente	√				
	Redução na geração de resíduos e áreas de disposição final	√	√	√	√	√
Econômica	Conservar a geometria original do produto	√	√	√	√	
	Redução de custos de materiais	√	√	√	√	√
	Melhoramento na eficiência do processo (maiores resultados com menores custos)	√	√	√	√	
	Entrada a novos mercados	√	√	√	√	√
	Melhoramento na eficiência do processo (maiores resultados com menores custos)	√	√	√	√	√
Social	Geração de empregos	√	√	√	√	√
	Adquisição de produtos a menor custo	√	√	√	√	
	Aquisição de produtos a menor custo e com a mesma garantia e qualidade de um produto novo	√				

Quadro 5 – Benefícios Potenciais da EoL no Contexto da Sustentabilidade

As EoL podem trazer benefícios no contexto da sustentabilidade. No entanto, a necessidade de integração nos processos de negócio da empresa é fundamental. Neste sentido, Zwolinski, Lopez-Ontiveros e Brissaud (2006) destacam que a principal barreira na recuperação dos produtos é o fato desses não serem projetados para essa finalidade, dificultando muitas vezes a sua recuperação pós-consumo e elevando os custos, levando a manter o tratamento atual de disposição final.

Desta forma, Zwolinski, Sghaier e Brissaud (2007) mencionam como o uso de práticas nas fases iniciais do PDP, especialmente na fase conceitual do produto, auxilia aos designers a determinar o modelo funcional à estrutura do produto, ajudando na definição dos componentes, das conexões e da primeira estrutura. Gehin et al. (2008) destacam como a

complexidade da fase de design do produto requer o uso de práticas desenvolvidas para integrar as estratégias de fim de vida. Desta forma, a capacitação dos *designers* é importante para que eles sejam capazes de avaliar os impactos ambientais dos produtos e componentes selecionando atividades direcionadas à recuperação final do produto.

Observa-se que, na maioria das vezes, a recuperação de produtos é realizada de uma forma limitada, a incineração e a disposição final em aterros sanitários¹³ e lixões¹⁴ são as formas mais comuns de descartar os produtos. Para mudar essa situação, nos últimos anos tem surgido diversas legislações/políticas nos países que incentivam ou estabelecem normas para comprometer ou responsabilizar as empresas pelos resíduos gerados e decorrentes dos produtos na etapa de pós-consumo. Neste sentido, o Apêndice A apresenta as principais regulações e políticas referentes à recuperação de produtos.

¹³Conforme ABRELPE (2007), aterro sanitário é o local de disposição final de resíduos sólidos no qual são aplicadas todas as técnicas de engenharia e normas operacionais específicas para confinar os resíduos com vistas à efetiva proteção ao meio ambiente e à saúde pública.

¹⁴Conforme ABRELPE (2007), lixão é vazadouro a céu aberto, sem nenhum tipo de técnica de engenharia e normas operacionais.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo descreve a abordagem metodológica adotada para realizar este trabalho. É apresentada uma breve revisão teórica dos métodos científicos e as diretrizes conceituais utilizadas para classificar a pesquisa, assim como as técnicas ou procedimentos técnicos utilizados na etapa de coleta de dados. Finalmente, são discutidas as etapas adotadas para o desenvolvimento da pesquisa.

3.1 Definição do Método Científico

O método científico é definido como o conjunto de processos ou operações mentais que são empregadas na investigação e ajudam a determinar uma linha de raciocínio durante o processo de pesquisa (GIL, 1999; LAKATOS; MARCONI, 1991). Conforme Gil (1999) e Silva e Meneses (2005). Os métodos de pesquisa podem ser classificados em:

- Método Dedutivo: proposto pelos racionalistas, onde é mencionado que a razão é a única que pode levar a um conhecimento válido. Parte-se de princípios reconhecidos como verdadeiros que possibilitam a formulação de uma conclusão lógica. A análise é feita do geral para o particular, chegando a uma conclusão final.
- Método Indutivo: proposto pelos empiristas, onde é considerado que o conhecimento é derivado da experiência, não levando em conta os princípios preestabelecidos, sendo que a generalização é derivada das observações de casos reais.
- Método Hipotético-dedutivo: o qual permite ao pesquisador, por meio de uma combinação e intuição científica, alcançar um conjunto de postulados que governam os fenômenos pelos quais está interessado e, a partir disso, por meio de experimentos, o cientista deduz as conseqüências e refuta postulados, substituindo-os por outros.
- Método Dialético: é um método que se baseia na interpretação da realidade, onde é considerado que os fatos não podem ser avaliados fora de um contexto social, político, econômico etc.
- Método Fenomenológico: descreve a experiência de uma forma real e direta, ou seja, tal como ela é entendida. Nesta abordagem, a realidade é resultado da interpretação e compreensão dos atores. O ator é reconhecidamente importante no processo da

construção do conhecimento.

Neste trabalho, é utilizado o método Dedutivo. A análise científica dos princípios reconhecidos na literatura é realizada do geral para o particular, chegando a uma conclusão final lógica. A execução do trabalho pode ser definida a partir de um levantamento bibliográfico (revisão bibliográfica sistemática), que ajudou a identificar as práticas das estratégias de fim de vida- EoL, e derivadas destas, as práticas operacionais. Também é verificada a aplicação das práticas operacionais em empresas que integram a visão de recuperação de produtos na etapa de pós-consumo. Detalhes sobre os procedimentos de pesquisa adotados para o levantamento bibliográfico e a pesquisa de campo são destacados nos próximos itens.

3.2 Classificação da Pesquisa

Gil (2007) menciona que o objetivo da pesquisa científica é fornecer respostas para problemas não solucionados utilizando métodos, procedimentos e técnicas. Assim, esta é uma atividade que pode ser definida como um conjunto de ações realizadas com o intuito de encontrar uma solução a um problema previamente definido. Para Silva e Meneses (2005), as pesquisas são realizadas quando se apresenta um problema e existe incerteza na solução desse problema. Neste contexto, Gil (1999, 2007) e Silva e Meneses (2005) apresentam diversas formas de classificar a pesquisa. Conforme sua **Natureza**, a pesquisa pode ser:

- Pesquisa Básica: visa gerar conhecimentos novos e úteis para o avanço da ciência, sem aplicação prática prevista, envolvendo verdades e interesses universais; e
- Pesquisa Aplicada: busca gerar conhecimentos para a aplicação prática. É voltada para a solução dos problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais.

Do ponto de vista da forma de **Abordagem do Problema**, a pesquisa pode ser:

- Pesquisa Quantitativa: considera que todo pode ser quantificado e requer uso de recursos e técnicas de estatística (porcentagem, média, moda, análise de regressão etc.);
- Pesquisa Qualitativa: considera que a uma relação entre o mundo real e o sujeito, ou seja, a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são subjetivas. Não são utilizadas técnicas ou recursos de estatística, sendo que os dados são analisados intuitivamente.

Do ponto de vista de seus **Objetivos**, a pesquisa pode ser classificada como:

- Exploratória: visa proporcionar uma maior familiaridade com o problema, alcançando um aprimoramento de idéias ou descoberta de intuições. Nesta abordagem são utilizados outros procedimentos para melhorar a compreensão do problema como, por exemplo, levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que conhecem do tema e análises de exemplos similares;
- Descritivas: visa descrever as características de determinado fenômeno, para defini-lo melhor ou diferenciá-lo dos demais. Busca também estabelecer relações entre as variáveis de estudo, questionário e observação sistemática, assumindo, de forma geral, um tipo de levantamento;
- Explicativa: o objetivo principal é identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. A pesquisa explicativa é destacada como um tipo de pesquisa que mais se aprofunda no conhecimento da realidade, porém, é o tipo mais complexo pelo alto risco de cometer erros.

Gil (2007) considera que a escolha do procedimento técnico determina a forma de coleta de dados e por esta razão também classifica a pesquisa em oito tipos, conforme as **técnicas** utilizadas para reunir informações sobre o problema investigado. Nesse processo podem ser utilizados documentos, registros de arquivos, entrevistas, questionários, formulários, observação e artefatos físicos. Um breve resumo sobre os tipos de pesquisa propostos pelo autor são destacadas a seguir.

- Pesquisa Bibliográfica: Desenvolvida por meio de material já publicado, constituídas por livros, artigos científicos, publicações, e material disponibilizado na internet;
- Pesquisa Documental: Se baseia em materiais que ainda não receberam tratamento analítico ou que podem ser reelaborados conforme os objetos da pesquisa;
- Pesquisa Experimental: consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto;
- Pesquisa *Ex-post facto*: Neste caso o estudo é feito depois de ter passado a ocorrência das variações;
- Estudo de Corte: refere-se a um grupo de pessoas que têm alguma característica em comum, constituindo uma amostra da população. Tais pessoas são acompanhadas por certo período de tempo, observando e analisando o que acontece com elas;

- Levantamento: refere-se à interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer;
- Estudo de Campo: semelhante à pesquisa de levantamento, porém se apresenta com uma maior profundidade. Neste tipo de pesquisa é realizado um levantamento que procura ser representativo ao universo definido e oferece resultados caracterizados pela precisão estatística;
- Estudo de Caso: consiste no estudo exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento;
- Pesquisa-ação: concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, onde os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo; e
- Pesquisa participante: desenvolvida a partir da interação entre os pesquisadores e membros das situações investigadas.

A Figura 7 ilustra as diferentes classificações da pesquisa adotadas para este trabalho. Quanto à metodologia utilizada, a pesquisa pode ser classificada como **Aplicada**, pois visa gerar resultados práticos. Neste sentido, as práticas operacionais visam auxiliar o processo de desenvolvimento de produtos, principalmente para integrar a visão de recuperação na etapa de pós-consumo. A pesquisa também pode ser considerada como uma abordagem **Qualitativa**, pois não utiliza métodos ou técnicas estatísticas durante a análise do problema investigado.

Conforme os objetivos, a pesquisa é classificada como **Exploratória** e **Descritiva** já que inicialmente é utilizado um levantamento das práticas das estratégias de fim de vida-EoL e, posteriormente, são extraídas as práticas operacionais.

As técnicas ou procedimentos científicos utilizados no presente trabalho consistem, inicialmente, de uma **Pesquisa Bibliográfica**, acrescida de **uma revisão bibliográfica sistemática** para identificar as práticas das EoL, e baseadas nessas, as práticas operacionais. Em seguida, são utilizados **múltiplos estudo de caso** para verificar a aplicação dessas práticas operacionais em empresas que integram a recuperação de produtos.

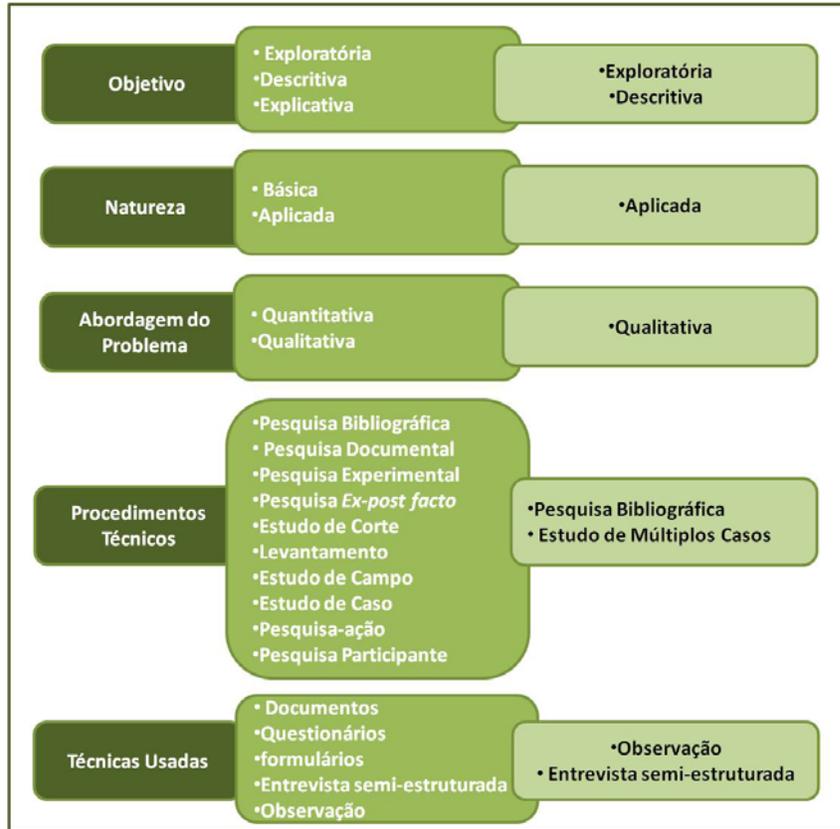


Figura 7 - Visão Geral do Projeto de Pesquisa

3.3 Etapas da Pesquisa

A Figura 8 descreve as principais etapas seguidas para desenvolver a pesquisa: Etapa 1 – Revisão Bibliográfica; Etapa 2 – Revisão Bibliográfica Sistemática e Identificação de Práticas EoL; Etapa 3 – Aplicação das Práticas EoL; e Etapa 4 – Análise da Aplicação das Práticas, conforme descritas nos próximos itens.

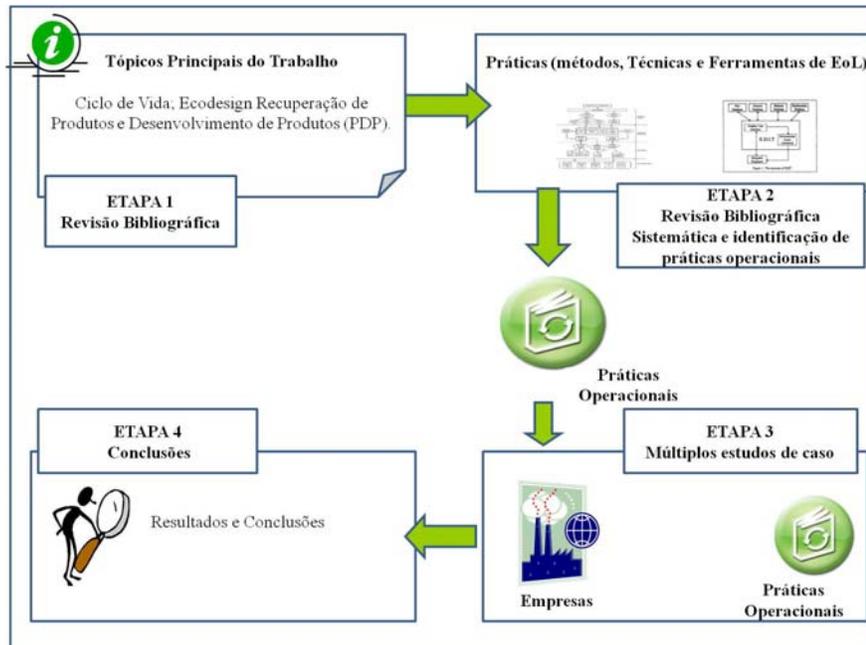


Figura 8 - Etapas da Pesquisa

3.3.1 Etapa 1 - Revisão Bibliográfica

Os tópicos apresentados na revisão bibliográfica (Capítulo 2) fornecem os fundamentos teóricos para a realização e o auxílio do desenvolvimento das próximas etapas deste trabalho. São pesquisados os seguintes temas:

- Ciclo de vida: se apresentam as principais características do tópico no que diz respeito ao acompanhamento ao longo de todas as etapas de um produto, desde a extração de matéria-prima até o descarte final, visando diminuir os impactos ambientais. Neste sentido, são apresentadas as principais abordagens: Engenharia do ciclo de vida, a Gestão do ciclo de vida e a Gestão do ciclo de vida dos produtos.
- Processo de desenvolvimento de produtos: são descritos os conceitos e as principais características do PDP, assim como os modelos de referência usados, especialmente aqueles que integram as EoL.
- Projeto para o meio ambiente: este tópico aborda a importância de integrar as questões ambientais dentro dos produtos, a fim de minimizar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do produto;
- Recuperação de produtos: este tema é relevante para o desenvolvimento da pesquisa, pois apresenta as diversas alternativas para recuperar os produtos, como é o caso das estratégias de fim de vida-EoL: (remanufatura, canibalização, reuso, reparo,

recondicionamento e reciclagem), finalmente, é feita uma comparação entre as EoL a fim de identificar suas principais diferenças.

3.3.2 Etapa 2 - Revisão Bibliográfica Sistemática (RS)

A Revisão Bibliográfica Sistemática (RS) apresentada no capítulo 4 é utilizada como uma ferramenta pelo pesquisador para o mapeamento e síntese de um tema específico da pesquisa (BIOLCHINI et al., 2005). A Figura 9 descreve o processo sistemático, definido por três etapas principais: 1) **planejamento**: onde os objetivos são listados e a revisão do protocolo é definida. O protocolo define a questão principal e os métodos que serão usados para executar a RS; 2) **execução**: onde são realizadas duas atividades - a execução da seleção dos estudos e a extração da informação (critérios de exclusão, formulários de extração de dados etc.); e 3) **análise de resultados**: que visa apresentar os dados dos estudos obtidos e as conclusões finais. A sumarização dessas informações é realizada ao longo de todo o processo. Antes de iniciar a execução da RS, o protocolo deve ser avaliado a fim de identificar possíveis problemas. Se eles existirem, deve-se retornar à fase de planejamento para revisar o protocolo. Mas, caso os problemas sejam identificados durante a execução, a RS deve ser refeita visando garantir que os resultados obtidos estejam conforme os objetivos definidos no protocolo.

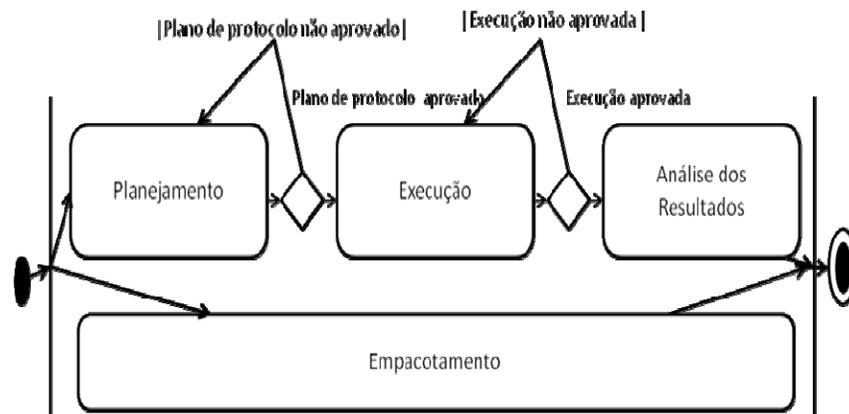


Figura 9 - Representação do Processo Sistemático
Fonte: Adaptado de Biolchini et al (2005)

A RS tem por objetivo proporcionar uma revisão que tenha uma base rigorosa e confiável, permitindo, assim, avaliar um tópico de pesquisa (BERETON et al., 2007).

Desta forma, para o desenvolvimento da revisão sistemática deste projeto foram

executadas cinco fases que agrupam as atividades realizadas pela pesquisadora, conforme pode ser observado na Figura 10 e descritas posteriormente.

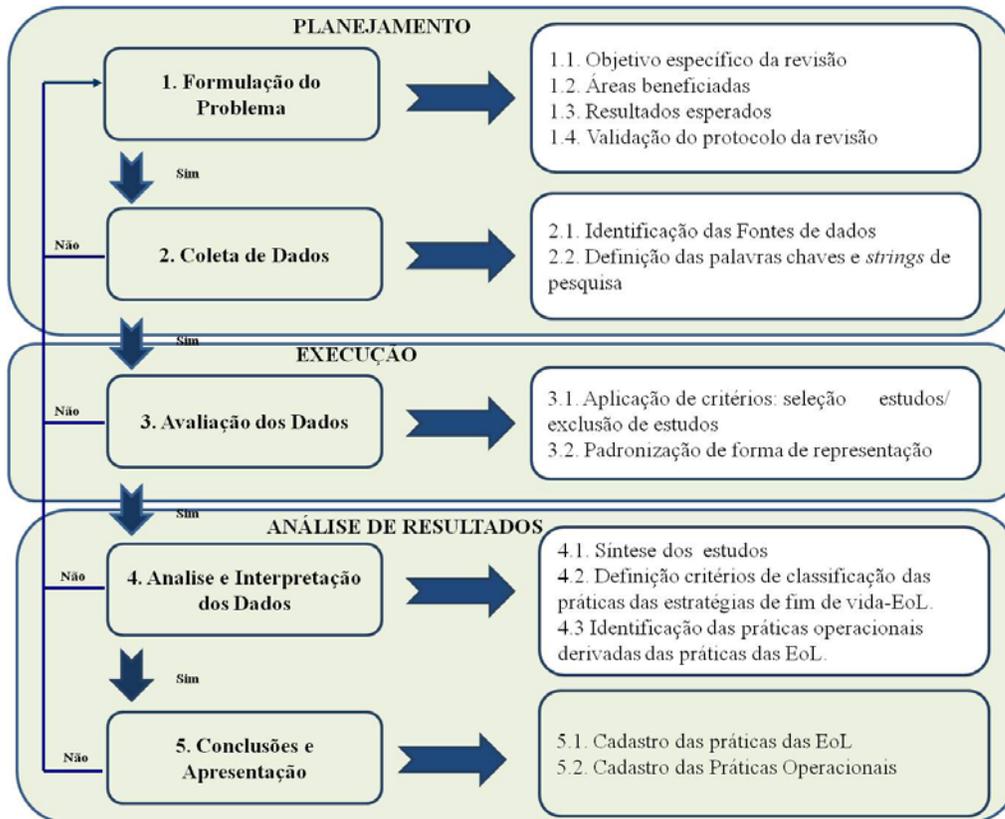


Figura 10 - Fases da Revisão Bibliográfica Sistemática

Na primeira fase (**Formulação do problema**) é definido e identificado o objetivo e o foco de interesse da revisão sistemática, sendo este: **Identificar as práticas existentes das estratégias de fim de vida dos produtos-EoL**.

Para alcançar esse objetivo proposto na revisão bibliográfica sistemática foi formulada uma questão principal: **Quais são as práticas das estratégias de fim de vida de produtos existentes na literatura?**

Dentro da revisão foram consultados artigos, publicações, dissertações e teses sobre estratégias de fim de vida (EoL), sendo escolhidos aqueles que apresentaram estudos de caso, estudos de aplicação e desenvolvimento de técnicas, métodos e ferramentas. A métrica usada foi o número de publicações e o número de incidência dos métodos, técnicas e ferramentas ao longo da RS.

Como os resultados desta RS, foram identificadas as práticas existentes na literatura referente às estratégias de fim de vida e derivadas dessas, as práticas operacionais, visando

auxiliar as áreas de gestão ambiental, e, principalmente, a área de desenvolvimento de produtos para que sejam integradas as práticas operacionais nos projetos de novos produtos e, conseqüentemente, alcançar uma melhor recuperação de produtos, componentes e materiais na etapa de pós-consumo.

Na segunda fase da revisão sistemática, denominada de Coleta de dados, são apresentadas as fontes de dados selecionadas para identificar os estudos, assim como, definidas as palavras-chave ou strings de pesquisa. Para implementar as estratégias de busca para seleção de estudos primários, foram definidos critérios de seleção de fontes, sendo consultadas bases de dados de caráter internacional. Geralmente os trabalhos são publicados nestas bases de dados, pois apresentam maior fator de impacto. A lista das fontes com uma breve explicação é apresentada no Apêndice D. As bases de dados consultadas são:

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| – <i>Compendex;</i> | – <i>Scholar Google;</i> |
| – <i>Emerald;</i> | – <i>Scopus;</i> |
| – <i>IEEE Explore;</i> | – <i>Springer Link;</i> |
| – <i>Find articles;</i> | – <i>Web of science;</i> |
| – <i>Science Direct;</i> | – <i>Wiley Interscience.</i> |

Os parâmetros estabelecidos para executar a revisão sistemática foram os seguintes:

- **Idioma:** foram selecionadas pesquisas públicas no idioma inglês por ser este o mais aceito internacionalmente para a redação e a apresentação de estudos científicos. No entanto, bases de dados em outras línguas também foram revisadas, visando a inclusão de estudos relevantes para a RS.
- **Palavras-chave:** para o revisão sistemática foram definidas as seguintes palavras-chave ou termos: *remufacturing, remanufacture, remanufactured, remanufacturable, demanufacturing, retread, rebuild, recharged, remoulded, rewound, overhaul, reconstruction, cannibalization, refurbishment, reuse, recycling, recyclability, repair, recovery, retrofitting, disassembly, end-of-life, end of life, closed, loop, EoL, design, strategies, green, engineering, process, products, product, strategy, strategies, scenarios, use, options.*
- **Strings de Pesquisa:** são as expressões lógicas que combinam as palavras-chave com seus sinônimos, sendo um mecanismo para reunir um maior número de estudos relevantes para a pesquisa. O Quadro 6 apresenta os *strings* de pesquisa utilizados na

revisão sistemática.

<i>Strings de Pesquisa</i>	
<i>Remanufacturing;</i>	<i>Refurbishment;</i>
<i>Design for remanufacturing;</i>	<i>Reuse;</i>
<i>Design-for-remanufacturing;</i>	<i>Recycling;</i>
<i>Remanufacturing strategies;</i>	<i>Design for Recycling;</i>
<i>Green remanufacturing;</i>	<i>Recyclability</i>
<i>Remanufacturing engineering;</i>	<i>Design for recyclability;</i>
<i>Remanufacture;</i>	<i>Repair;</i>
<i>Remanufacture process</i>	<i>Recovery;</i>
<i>Remanufactured products;</i>	<i>Product recovery;</i>
<i>Remanufacturable</i>	<i>Recovery strategies;</i>
<i>Demanufacturing;</i>	<i>Disassembly;</i>
<i>Design for demanufacturing;</i>	<i>Design for disassembly;</i>
<i>Retread;</i>	<i>End-of life- product;</i>
<i>Rebuild;</i>	<i>End-of-use</i>
<i>Recharged;</i>	<i>End-of life products ;</i>
<i>Remoulded;</i>	<i>Design for end of life;</i>
<i>Rewound;</i>	<i>Closed the loop;</i>
<i>Overhaul;</i>	<i>EoL;</i>
<i>Reconstruction;</i>	<i>EoL scenarios.</i>
<i>Cannibalization;</i>	<i>End of life strategies</i>
<i>Retrofitting</i>	

Quadro 6 – *Strings de Pesquisa*

Após terminar o protocolo de revisão foi feita uma consulta a especialistas de modo de garantir e constatar que a seleção das palavras chave e dos *strings* de pesquisa estava adequada para atingir o objetivo traçado para a RS. As palavras chave e os *strings* de pesquisa acrescentados pelos especialistas foram incluídos no protocolo. Os especialistas que auxiliaram essa verificação deste protocolo fazem parte do projeto intitulado de “*Remanufacturing Oriented Production Equipment Development*”, no qual participam a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Técnica de Berlim (TUB), financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação para Pesquisa de Alemanha (DFG).

A terceira fase da revisão sistemática é a **avaliação dos dados coletados**. Os principais critérios e procedimentos utilizados para selecionar / avaliar os estudos a partir da leitura do resumo foram:

- **Crítérios de Inclusão:** foram selecionados trabalhos que descrevem a utilização das

práticas. Estudos de aplicação, estudos de caso reais nas empresas, desenvolvimento de metodologias, tanto qualitativos, como quantitativos

- **Critérios de Exclusão:** foram excluídos aqueles estudos teóricos que não apresentavam nenhum uso de práticas,

Unificação: o cadastro dos estudos foi realizado no *software Mendeley*, sistema utilizado para gerenciar bancos de dados bibliográficos, reconhecido internacionalmente, auxiliando na consolidação de informações em único banco de dados. Possui uma interface com os editores de texto da *Microsoft*. As informações também são padronizadas com a ajuda da ferramenta *Excel*.

A quarta fase de **análise e interpretação dos dados** da revisão sistemática foi realizada com base nos critérios pré-estabelecidos pela pesquisadora e compreensão dos objetivos e interesses definidos no processo de RS. Para a elaboração desta atividade foram considerados alguns dos critérios de classificação das técnicas, métodos e ferramentas (tipo de ferramenta utilizado pela prática e grau de detalhamento da prática) propostos no trabalho realizado por Pigozzo (2008). É uma pesquisa que sistematiza métodos e ferramentas de *ecodesign* e sua integração ao processo de desenvolvimento de produtos, a partir de uma revisão sistemática. A finalidade é apresentar uma classificação geral de alguns critérios que sejam de auxílio no momento de selecionar práticas pelos *designers* para serem utilizadas no PDP.

Para facilitar a gestão de informações das práticas foi selecionado o programa *Access*, pela sua facilidade e funcionalidade e sua interface com editores de texto. O formulário elaborado para o cadastro das práticas é ilustrado na Figura 11.

A seguir, são discutidos brevemente os critérios utilizados para classificar as práticas identificadas, alguns baseados no trabalho de Pigozzo (2008):

- **Nome prática:** campo destinado para o nome da técnica, método ou ferramenta.
- **Referência:** campo destinado para relacionar a referência bibliográfica da prática.
- **Resumo:** campo utilizado para elaborar uma explicação breve, onde são ressaltados os objetivos, características, dados de entrada e os resultados esperados dessa prática.
- **Procedimentos Técnicos utilizados:** neste campo são classificadas as técnicas, métodos e ferramentas conforme os procedimentos técnicos utilizados e

descritos pelos autores:

- **checklist:** procedimento de natureza qualitativa ou semi-quantitativa, utilizado para conferir a utilização ou não de parâmetros / critérios considerados durante a aplicação da prática;
- **guideline:** é de natureza qualitativa ou semi-quantitativa e é utilizado para definir diretrizes que podem ser utilizados para melhorar o desenvolvimento de produtos, assim como, introduzir aspectos relacionados com as dimensões ambiental, econômica e social;
- **matriz:** é o procedimento utilizado para estabelecer uma série de escalas que permitem avaliar de uma maneira específica os parâmetros estabelecidos dentro da prática estudada;
- **software:** Utilizada para a aplicação computacional da prática, que geralmente compila uma grande quantidade de dados e apresenta funcionalidade e rapidez de uso por parte dos usuários; e
- **outros sistemas associados:** este campo aparece como questão aberta para especificar outros sistemas que podem ser utilizados junto com a prática utilizada.

Cadastro de Práticas usadas em Remanufatura e outras Estratégias de Fim de vida de Produtos

Código
 Método to asses the adaptability of products (IAAAP)

Nome do Método/Ferramenta/Técnica
 Method to asses the adaptability of products (IAAAP)

Referência
 WILLEMS, B.; SELIGER, G.; DUPLOUJ, J.; BASIERE, B. Contribution to Design for Adaptation: Method to asses the adaptability of products (IAAAP). Proceedings of Eco-Design 2003, Third International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, Tokyo, Japan, December 8-11, 2003.

Resumo:
 O método auxilia os Designers na determinação e adequação de um produto conforme os processos de remanufatura, manutenção, reparação e atualização. Também, oferece uma guia para localizar potenciais de melhoria dentro do design do produto. O método apresenta uma métrica de adaptação para avaliar a adequação de um produto conforme os quatro processos mais frequentes: remanufatura, manutenção, reparação e atualização. Assim, na métrica de adaptação os valores que mais se aproximam de 1 representam melhor adaptabilidade no design e os valores que mais se aproximam de 0 representam pior adaptabilidade no design. Neste método, os requerimentos dos processos conforme as demandas são agrupados em sub-métricas e sub-critérios tais como: Partes (avaliam o número de partes e as direções removíveis). Conectores (avaliam a quantidade de diferentes grupos de conectores, o intervalo de vários conectores, e o grupo de ferramentas usadas nos conectores de montagem e desmontagem). Espacial (avalia os eventos de visibilidade, o acesso, a identificação dos conectores e as direções de desmontagem no nível de produto). Remanufatura (interface de partes, asseguramento de qualidade, danos, reparação, acondicionamento, métricas de trocas e limpeza). Manutenção e reparação (reparos de montagem, desmontagem, e de estrutura de arquitetura do produto). Finalmente a métrica de atualização (focada mais a parte de modularidade do produto com requerimentos de descope de funções e de relações de interfaces). A avaliação é dada pela razão entre o valor ideal para um parâmetro específico e o valor real desse parâmetro.

Procedimentos Técnicos
 Checklist
 Guideline
 Matriz
 Software

Consolidação do Método/Ferramenta/Técnica
 Alto
 Meio
 Baixo

Outro sistemas associados:

Setor:

Área da Sustentabilidade abordada
 Ambiental
 Econômico
 Social

Estratégia de Fim de Vida abordada
 Reparo
 Remanufatura
 Reciclagem
 Todos

Outras:

Registro: 14 de 34
 Modo Formulário

Figura 11 - Print Screen do Formulário de Cadastro das Técnicas, Métodos e Ferramentas no Programa Access

- **Consolidação da prática:** é um campo que determina o grau de consolidação da prática, conforme as informações descritas no trabalho. Os níveis considerados são:
 - **baixo:** apresenta apenas informações do desenvolvimento da prática, não apresenta um estudo de caso ilustrativo para validação;
 - **médio:** a validação da prática foi realizada por meio de um estudo de caso real para constatar as contribuições teóricas da prática e destacadas no trabalho; e
 - **alto:** a prática é normalmente utilizada nos diferentes processos das empresas.
- **Setor:** campo destinado para indicar em qual setor industrial a técnica, método ou ferramenta pode ser aplicada, conforme as próprias recomendações dos autores.
- **Área da sustentabilidade abordada:** neste campo é classificada a técnica, método ou ferramenta conforme a área / dimensão de sustentabilidade abordada. Os critérios considerados para a avaliação e classificação foram:
 - **ambiental:** se refere à prática que destaca características e benefícios ambientais obtidos com sua aplicação (ex. diminuição de resíduos. uso no consumo de energia etc.);
 - **econômico:** se refere à prática que destaca características e benefícios econômicos obtidos com sua aplicação (ex. redução de custos, redução de materiais etc.); e
 - **social:** se refere à prática que destaca características e benefícios sociais obtidos com sua aplicação (ex. geração de emprego etc.).
- **Estratégias de fim de vida abordada:** é um campo utilizado para determinar as estratégias de fim de vida abordadas pelas práticas. As opções disponíveis são: reparo, remanufatura, reciclagem, todas ou outras: campo aberto para relacionar outras estratégias de fim de vida como reuso, recondicionamento, canibalização, outros (disposição final em aterro sanitário etc.).
- **Informações relevantes:** campo aberto para relacionar as informações referentes às práticas de EoL e que podem ser utilizadas no processo de desenvolvimento de produtos.
- **Limitações do estudo:** este campo é aberto para relacionar as possíveis limitações da

prática e mencionadas pelos próprios autores do trabalho.

- **Link do estudo:** campo para relacionar o arquivo do estudo que descreve a prática.
- **Outros estudos relacionados:** é um campo utilizado para relacionar outros arquivos dos estudos que mencionam a prática analisada.

A quinta fase da revisão bibliográfica é a **elaboração das conclusões e interpretação da RS**. O uso de gráficos auxilia na discussão dos principais resultados alcançados referentes às publicações e às práticas obtidas. Além disso, se apresentam a lista das práticas operacionais identificadas dentro dessas práticas que podem auxiliar ao PDP a integrar a visão de recuperação de produtos no pós-consumo. Resultados proporcionados no capítulo 4 deste texto.

3.3.2.1 Práticas Operacionais

Durante a Revisão Sistemática realizada pela pesquisadora foram identificadas 87 práticas que são relacionadas com as estratégias de fim de vida (EoL). A partir desse conjunto foram definidas 64 práticas operacionais. É um trabalho realizado a partir da análise do objetivo geral e das guias destacadas em cada uma das práticas das EoL.

Com o desenvolvimento do trabalho foi observado que existia uma semelhança semântica entre algumas práticas operacionais, situação que obrigou a definir um agrupamento destas para evitar a repetição na proposta investigada. Os resultados das práticas operacionais são apresentados no item 4.3.

É destacado que o agrupamento das palavras foi fundamentado na construção de um **tesauro**. Conforme Cervantes (2009) e De Jesus (2002), o tesauro é uma forma de linguagem documentária com termos organizados semanticamente e logicamente, que ao lado de recursos terminológicos é um instrumento de apoio às pesquisas científicas nas áreas de conhecimento.

3.3.3 Etapa 3 – Múltiplos estudos de caso

Após a identificação das 64 práticas operacionais, se verificou a aplicação em empresas que integram a recuperação pós-consumo dentro de seus processos de negócios. Para realizar esse trabalho científico de campo, se adotou o estudo de caso. Método científico

considerado por Yin (2005) como um estudo que investiga um (s) fenômeno (s) contemporâneo (s) dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente entendidos. Conforme Gil (2007), o estudo de caso pode ter diferentes propósitos:

- a. Explorar situações de vida real cujos limites não estão claramente definidos;
- b. Preservar o caráter unitário do objeto estudado;
- c. Descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação;
- d. Explicar variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

Yin (2005) acrescenta que dentro das diversas estratégias de pesquisa, os estudos de caso são apropriados quando existem perguntas relacionadas ao "como" e "porque", especialmente quando a questão é construída sobre uma série de acontecimentos onde o pesquisador tem pouco ou nenhum controle.

Um estudo pode conter mais de um caso único, ou seja, múltiplos estudos de caso (YIN, 2005). Uma das principais vantagens que pode ser destacada é que os resultados alcançados com o uso de múltiplos estudos de caso são considerados mais convincentes, e o estudo global é visto, por conseguinte, como algo mais robusto.

Neste contexto, optou-se pela utilização de múltiplos estudos de caso para verificar a aplicação das práticas operacionais. O Quadro 7 foi elaborado a partir dos trabalhos de Rossi (2009) e Barquet (2010), e apresenta a consolidação dos dados do estudo de caso, quanto a seleção de casos, as observações adicionais das empresas, o setor estudado, a forma de coletar os dados, os instrumentos de apoio, as empresas analisadas, a unidade geográfica estudada e período de coleta de dados.

Optou-se por analisar as práticas operacionais em empresas de remanufatura, pois como visto no capítulo 2 da revisão bibliográfica esta estratégia visa uma maior recuperação de produtos e componentes. Além disso, é uma estratégia que pode usar em alguns casos outras estratégias como, por exemplo, o reuso dentro de seus componentes, sem comprometer a qualidade final do produto, como é o caso dos parafusos que podem ser usados até duas vezes em impressoras (SHU; FLOWERS, 1995). O detalhamento dos estudos de caso será realizado no capítulo 4.

Para analisar os resultados dos estudos de caso adotou-se a síntese de casos cruzados, pois conforme Yin (2005) este tipo de técnica é adequada quando se apresenta mais de um estudo de caso, onde podem ser analisadas e comparadas informações de diversas fontes. Os

resultados dessas análises permitem constatações mais precisas. Segundo o mesmo autor, neste tipo de análise é comum o uso de tabelas e quadros que permitam comparar os resultados dos estudos de caso realizados.

Finalidade	Exploratório
Seleção dos Casos	<p>A seleção das empresas foi feita através de um levantamento exploratório. Auxiliado pelo trabalho desenvolvido por Zanetti (2008) e por uma pesquisa realizada em março de 2009, com participação ativa da pesquisadora, a modo de auxiliar a realização de um Workshop sobre Cenários de Remanufatura no Brasil em 2020, efetuado no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), em São Paulo, em maio de 2010.</p> <p>Os critérios utilizados para selecionar as empresas foram baseados na disponibilidade das mesmas de participar na pesquisa, a integração de recuperação de produtos pós-consumo em seus processos e a disponibilidade para visitar as empresas a fim de observar o processo.</p>
Observações Adicionais das Empresas	Foram escolhidas quatro (4) empresas que fazem parte da Associação Nacional dos Remanufaturadores de Autopeças (ANRAP) e Empresas de excelência na recuperação de produtos. O Protocolo-Carta de apresentação representado no Apêndice A .
Setor Industrial	Autopeças-automotivas.
Forma de Coleta de Dados	Entrevista semi-estruturada visita a sites, visita a empresas, informações disponibilizadas pelas empresas e observação.
Instrumento de Apoio	Roteiro semi-estruturado. Apresentado no Apêndice C .
Unidade Geográfica Estudada	Estado de São Paulo-Brasil
Período de Realização dos Estudos de Caso	Março a Junho de 2010

Quadro 7 - Consolidação de Dados dos Estudos de Caso

3.3.4 Etapa 4 – Resultados e Conclusões

Os resultados da pesquisa são divididos em dois grupos. No capítulo 4, são apresentados os resultados da Revisão Bibliográfica Sistemática (RS), tanto da parte de unificação dos estudos obtidos (país de publicação, ano etc.) como dos resultados específicos das práticas (procedimentos, consolidação, EoL abordada etc.). Já no capítulo 5, são apresentados os resultados dos múltiplos estudos de caso que foram realizados para verificar a aplicação das 64 práticas operacionais nas empresas que integram a recuperação de produtos na etapa de pós-consumo. A partir dessas informações, são apresentadas no capítulo 6 as principais conclusões da pesquisa, as limitações e as contribuições para trabalhos futuros.

4 RESULTADOS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA (RS)

Este capítulo descreve os resultados alcançados com a revisão bibliográfica sistemática (RS). O capítulo é dividido em duas sessões. Na primeira sessão são apresentados os resultados referentes à unificação dos estudos obtidos durante a RS, assim como os resultados específicos das práticas das estratégias de fim de vida. A segunda sessão apresenta os resultados das práticas operacionais identificadas dentro das práticas.

4.1 Resultados da Revisão Sistemática

Com a revisão bibliográfica sistemática (RS) obtiveram-se, entre artigos, teses e outros tipos de publicações (relatórios técnicos, relatos etc.), mais de 900 trabalhos. No entanto, como forma de garantir resultados mais focados à RS, aplicou-se um filtro, por meio do título do trabalho consultado, ou seja, foram descartados aqueles documentos que, mesmo apresentando palavras chaves ou *strings* de pesquisa, não eram focados à área de interesse. No final, foram utilizados 382 trabalhos. A RS foi realizada no período de abril a setembro de 2009. Inicialmente foi feita uma leitura inicial do resumo para avaliar sua inclusão ou exclusão. Além disso, foi realizada uma verificação dos artigos excluídos a fim de garantir que estudos relevantes não fossem desconsiderados.

O Apêndice E apresenta o cadastramento dos estudos obtidos na revisão sistemática. As informações utilizadas para o cadastramentos desses estudos são:

- Número: valor numérico utilizado para identificar o estudo;
- Título: campo relacionado ao título do trabalho;
- Palavras-chave: informações relacionadas às palavras-chave presentes no estudo;
- País de Origem: campo para destacar o país de origem do trabalho;
- Ano de Publicação: campo para destacar o ano de publicação do estudo;
- Tipo: item utilizado para classificar o trabalho (artigo, tese, publicação etc.); e
- Fonte: campo que é utilizado para indicar o nome da fonte de publicação.

Os 382 trabalhos identificados possibilitaram o cadastro de 87 práticas das estratégias de fim de vida, sendo que, em muitos casos, em um mesmo estudo se apresentavam várias práticas. Outro fator a ser considerado é a repetição de algumas ao longo da RS. O Apêndice F deste texto apresenta um resumo, com as características principais de cada prática e as referências correspondentes.

A Figura 12 apresenta a distribuição dos estudos obtidos conforme seu tipo. Os resultados apontam que, dos 382 trabalhos reunidos a partir da revisão sistemática, 98% são artigos, e apenas 2% correspondem a outro tipo de estudo (relatórios e teses). Uma característica identificada na revisão sistemática é o grande número de pesquisadores de diferentes universidades que participaram da elaboração das pesquisas. No entanto, destaca-se que muitos desses artigos têm sua origem em trabalhos de mestrado ou doutorado, como por exemplo, *End-of-life Advisor (ELDA)*, resultado de uma tese de doutorado, onde os resultados foram publicados de forma parcial conforme o avanço da pesquisa.

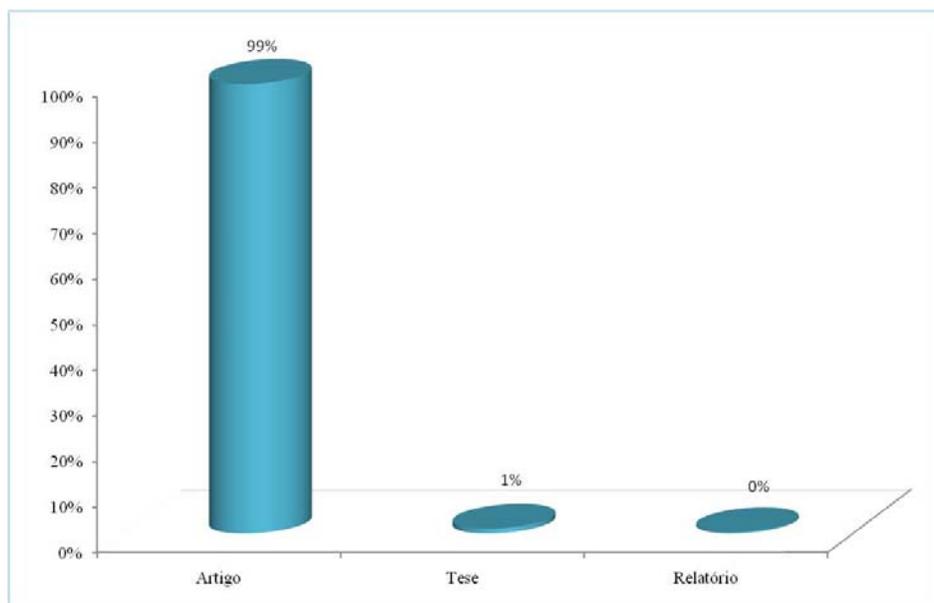


Figura 12 - Distribuição por Tipo de Estudo

Uma justificativa associada a essa concentração de estudo é o fator de impacto de uma publicação desse tipo no meio científico e empresarial. Além disso, existe um grande número de fontes que podem ser utilizadas para divulgar os resultados alcançados pelos pesquisadores.

As publicações aparecem em periódicos de alto fator de impacto como: *Journal Cleaner Production*, *European Journal of Operational Research*, *Resources, Conservation and Recycling* entre outros, os quais são considerados foros de comunicação internacional interdisciplinar, que permite o intercâmbio de informações de pesquisas científicas que visam o desenvolvimento da sociedade de uma forma mais sustentável. Além disso, muitas das publicações são apresentadas em congressos internacionais de alto reconhecimento, tais como, os congressos realizados pela Academia Internacional de Engenharia de Produção

(*College International pour la Recherche en Productique - CIRP*).

A Figura 13 descreve a distribuição do número de estudos publicados por ano. Pode-se observar que entre os anos de 1980 a 1990 os estudos focados às estratégias de fim de vida não estavam presentes dentro das publicações científicas. Uma justificativa importante pode ser o fato de essa época mostrar uma postura reativa por parte das empresas frente aos impactos ambientais, ou seja, as ações eram feitas só no final da linha – uma abordagem conhecida como fim-de-tubo ou *end-of-pipe*. Como consequência, os estudos eram mais focados a tratamentos de efluentes e emissões no final do processo.

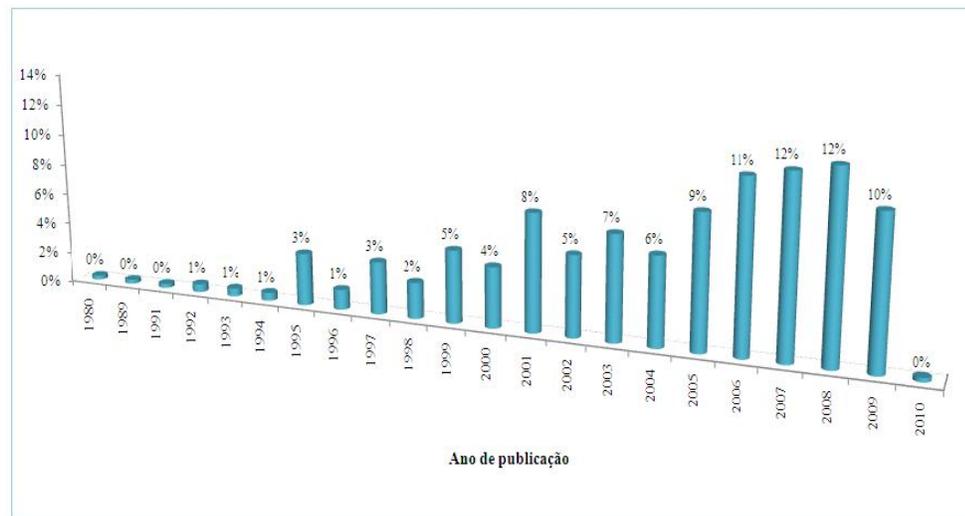


Figura 13 – Distribuição das Publicações por Ano

Desde 1995 os estudos foram aumentando gradualmente, pois a postura reativa das empresas começou a mudar para uma postura preventiva, com foco em métodos de prevenção à poluição e produção mais limpa, a fim de diminuir os resíduos sólidos, melhorar os processos produtivos e diminuir os custos por disposição final dos produtos.

Nos últimos cinco anos (2005-2010) ocorreu um crescimento significativo das publicações de pesquisas focadas nas estratégias de fim de vida de produtos. Nesse período foram publicados mais de 54% dos artigos identificados com a revisão sistemática.

Os resultados podem ser associados com a preocupação mundial em encontrar soluções / estratégias que reduzam os impactos ambientais e que visem ações mais pró-ativas. As empresas, o governo e as universidades são os principais atores responsáveis e que vem trabalhando e desenvolvendo políticas, programas e projetos para financiar pesquisas ou estudos relacionados às questões ambientais, industriais e sociais, especificamente, pesquisas que foquem o desenvolvimento de produtos mais sustentáveis e de estratégias que visem a

maior recuperação de produtos com seus componentes e materiais. Portanto, o crescimento dessas publicações pode ser considerado como um indicador dos resultados que vem sendo apresentados para a sociedade e para o governo pelas universidades, empresas e outros centros de investigação científica.

A Figura 14 destaca os países com maior número de publicações internacionais. Observa-se que os países mais desenvolvidos, Estados Unidos e Alemanha, aparecem como responsáveis pelo maior número de publicações referentes às estratégias de fim de vida. Especificamente, os Estados Unidos se destaca como uma dos principais países com o desenvolvimento de práticas das estratégias de fim de vida. Tal fato pode ser justificado pelo investimento desse país para o desenvolvimento de pesquisas voltadas à recuperação de produtos. Como exemplo pode ser mencionado os estudos realizados pela Universidade de Boston, referente à Remanufatura.

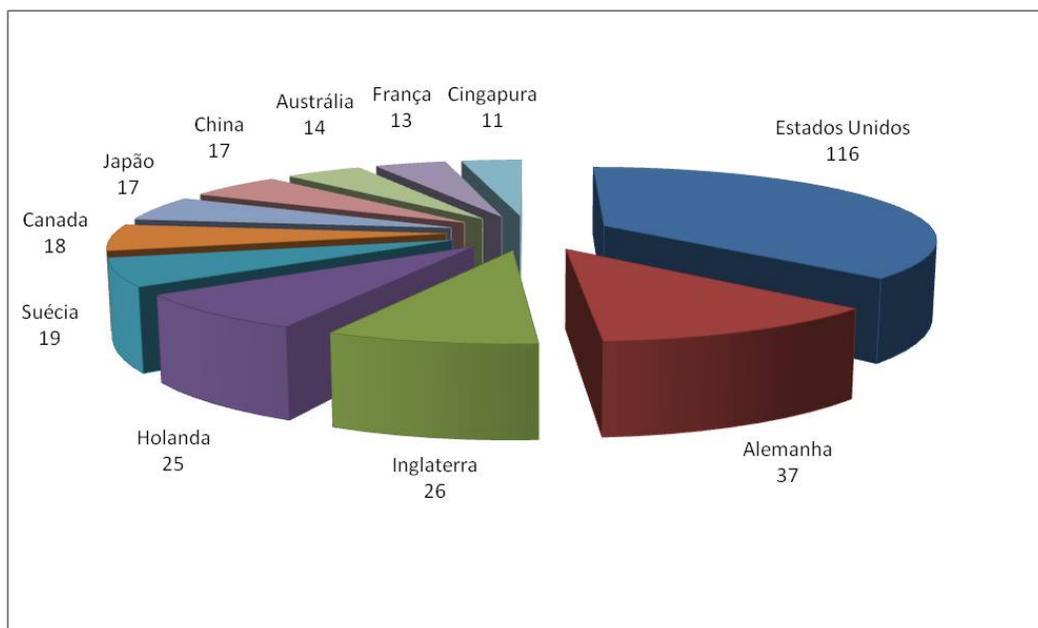


Figura 14 - Países com Maior Número de Publicações

A Figura 15 retrata o panorama para os países em desenvolvimento. Observa-se que países como Espanha, Grécia, Coréia e Turquia começam a ter uma maior participação nas pesquisas focadas a soluções ambientais mais pró-ativas. Entre os países em desenvolvimento, o Brasil é uma das nações com maior número de publicações internacionais na área. Observa-se que as publicações são resultados de trabalhos desenvolvidos em parceria com outras universidades internacionais. Certamente, a transferência de tecnologia / informações e o

intercâmbio científico dos pesquisadores, ou grupo de pesquisadores, ajudam a criar soluções mais adequadas às características industriais (modelo de negócio) das empresas e processos de negócio (logística, produção, produto, gestão de negócios) desenvolvidos no país.

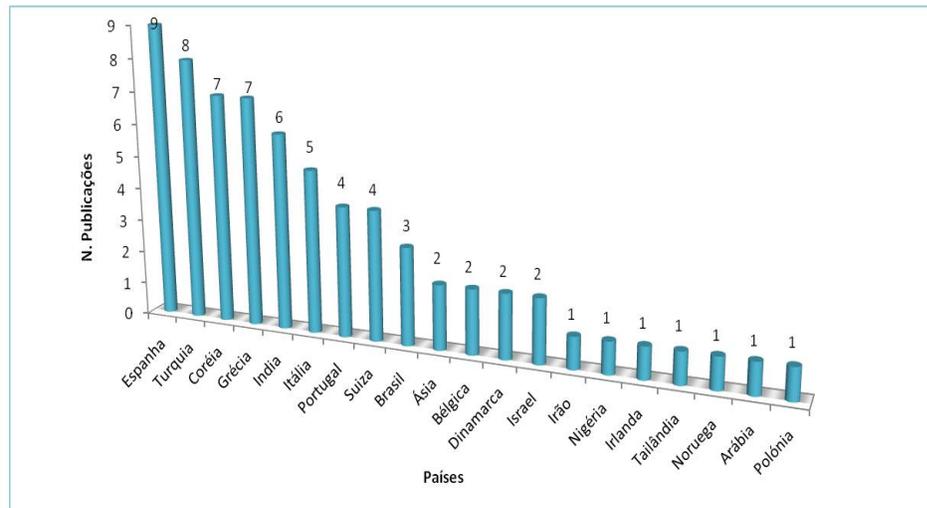


Figura 15- Países em Desenvolvimento em Pesquisas de EoL

4.2 Resultados e análises das Práticas das Estratégias de Fim de Vida Identificadas na RS

4.2.1 Critérios de classificação das técnicas, métodos e ferramentas das estratégias de fim de vida-EoL

Os critérios para classificar as técnicas, métodos e ferramentas identificadas na RS foram explicados no item 3.3 deste trabalho, porém, considera-se importante resgatar estas informações para um melhor entendimento dos resultados analisados.

1. **Procedimentos técnicos utilizados:** é um critério utilizado para avaliar, na técnica, método ou ferramenta, o uso de procedimentos como: *checklist* (utilizado para conferir a utilização ou não de parâmetros na aplicação da técnica, método ou ferramenta), *guideline* (utilizado para definir diretrizes que podem ser utilizados para melhorar o desenvolvimento de produtos, assim como introduzir aspectos relacionados com as dimensões da sustentabilidade), *matriz* (procedimento utilizado para estabelecer uma série de escalas que permitem avaliar de uma maneira específica os parâmetros estabelecidos dentro da técnica, método ou ferramenta), *software* (utilizada para a aplicação

computacional da técnica, método ou ferramenta) e **outros sistemas associados** (questão aberta para especificar outros sistemas que podem ser utilizados junto com a técnica, método ou ferramenta).

2. **Consolidação da prática:** é um critério utilizado para determinar o grau de consolidação, conforme as informações descritas no trabalho. Os níveis considerados são: **baixo** (apresenta apenas informações sobre o desenvolvimento da técnica, método ou ferramenta, não apresentando um estudo de caso ilustrativo para validação), **médio** (a validação foi realizada por meio de um estudo de caso real, para constatar as contribuições teóricas da técnica, método ou ferramenta e destacadas no trabalho) e **alto** (a técnica, método ou ferramenta é normalmente utilizado nos diferentes processos das empresas).
3. **Setor Industrial de aplicação da prática:** É um campo destinado a indicar em qual setor industrial pode ser aplicada a técnica, método ou ferramenta estudada, conforme as próprias recomendações dos autores.
4. **Área da sustentabilidade abordada:** neste campo é classificada a técnica, método ou ferramenta conforme a área. Os critérios considerados para a avaliação e classificação foram: **ambiental** (destaca características e benefícios ambientais), **econômico** (destaca características e benefícios econômicos) e **social** (destaca características e benefícios sociais).
5. **Estratégias de fim de vida abordada:** é um campo utilizado para determinar as estratégias de fim de vida abordadas pelas técnicas, métodos e ferramentas. As opções disponíveis são: **reparo, remanufatura, reciclagem, Todas** ou **outras:** campo aberto para relacionar outras estratégias de fim de vida como reuso, recondicionamento, canibalização, outros (disposição final em aterro sanitário etc.).

4.2.2 Análise das Práticas das Estratégias de Fim de Vida identificadas na RS

No Apêndice F é destacado o resumo das práticas das estratégias de fim de vida identificadas na RS. Neste resumo apresentam-se os principais objetivos, características e dados de entrada necessários para sua aplicação, assim como outras informações relevantes. Além disso, neste quadro os estudos são referenciados.

A Figura 16 apresenta as incidências das práticas identificadas na revisão sistemática

das estratégias de fim de vida de produtos. A análise comparativa dos dados demonstra que a prática Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) ou *Life Cycle Assessment (LCA)* é a mais citada ao longo dos estudos. Esta prática é atualmente reconhecida e utilizada pelas empresas, pois visa identificar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida, desde a extração até o descarte final, propondo melhorias e auxiliando na tomada de decisão. Além disso, é uma prática já considerada em diversas leis como é o caso da Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil, na qual o uso desta prática visa otimizar o ciclo de vida dos produtos.

Outra prática que apresenta maior citação é a *End-of-life Advisor (ELDA)*. É resultado de um trabalho de doutorado e as publicações foram realizadas conforme o avanço da pesquisa. O objetivo desta prática é analisar as diferentes informações do produto para determinar estratégias de fim de vida, tais como reuso, serviço, remanufatura, reciclagem com desmontagem e sem desmontagem. Além disso, fortalece a tomada de decisão e apresenta opções para comparar soluções do produto estudado com outros estabelecidos na própria ferramenta.

Finalmente a prática *RemPro Matrix* que é resultado de um trabalho de doutorado, cujos resultados parciais também foram publicados ao longo do período de execução da pesquisa. A prática oferece ao usuário uma matriz de relação entre as diferentes etapas de remanufatura (por exemplo: desmontagem, limpeza, armazenamento, condicionamento, remontagem, outros) e as propriedades do produto para que sejam remanufaturados (por exemplo: facilidade de verificação, facilidade de acesso, facilidade de separação entre outras). Também pode ser utilizada como uma ferramenta para introduzir características ou propriedades necessárias para que os produtos projetados sejam remanufaturados.

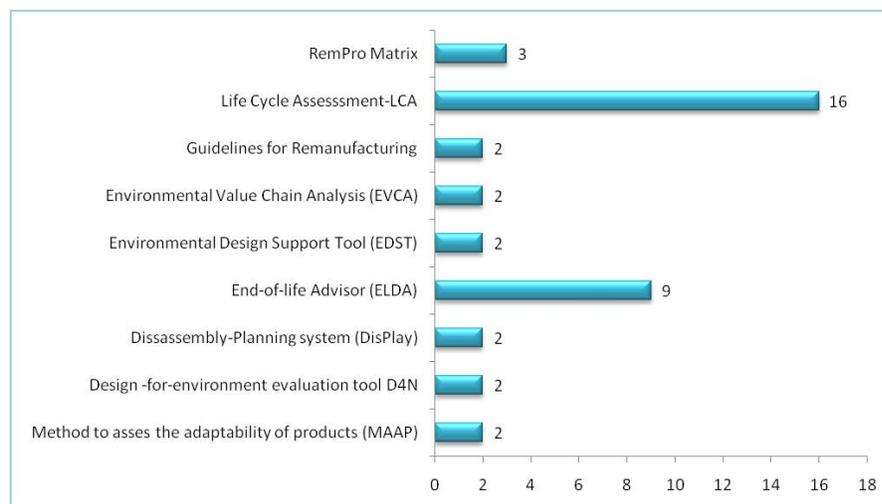


Figura 16 - Incidência de Práticas Identificadas na RS

Outro critério utilizado na análise dos dados é referente aos procedimentos técnicos utilizados para a avaliação dentro das próprias práticas. Os resultados são destacados na Figura 17 e a análise individual é destacada no Apêndice G. Observa-se que o *software* é o procedimento mais utilizado para implantar as práticas. As principais justificativas são as vantagens de facilidade de uso (design, ferramentas e aplicativos para a interface usuário e hardware) no momento da aplicação e maior capacidade de armazenamento de dados, permitindo a análise comparativa dos resultados. Além disso, se observa que as ferramentas também oferecem uma integração com outros sistemas (Visual Basic e Microsoft Access) para avaliar, trocar e validar informações.

Foi observado também que em alguns casos, os autores propõem o uso múltiplo de práticas de análise dos produtos. A integração com outra ferramenta permite a consolidação das informações em uma mesma base de dados. Uma característica também é a troca de informações entre os usuários que participam de cada etapa de análise do produto. Um dos casos que pode ser observado é o sistema *Recycling Engineering-Tool Kit* (RecyKon) utilizada para analisar os requisitos de reciclagem e desmontagem do produto. Para completar a análise prática utiliza-se gráficos de reciclagem, fornecidos pelo módulo *Recycling Graph-editor* (ReGrEd) e importantes para a avaliação do desempenho do processo de reciclagem, pois durante a fase conceitual ainda não é possível avaliar a geometria do produto e isso pode dificultar a implantação do processo.

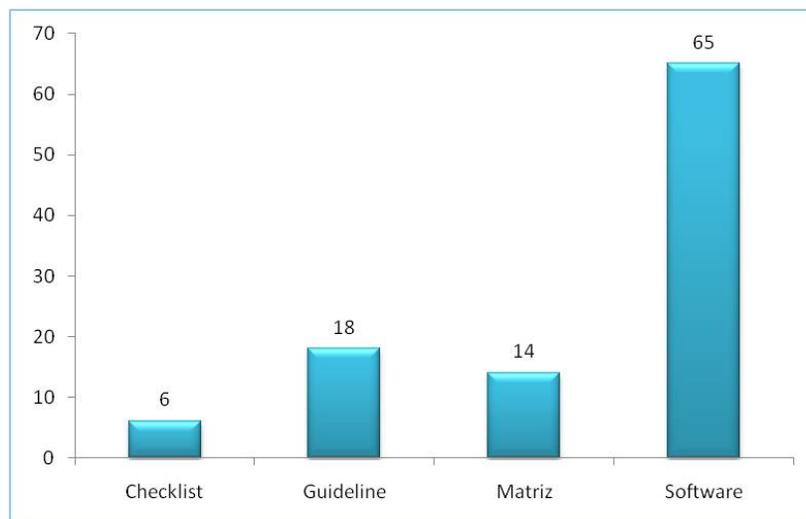


Figura 17 - Classificação dos Procedimentos Técnicos Utilizados nas Práticas

O nível/graude consolidação da prática é observado na Figura 18. A consolidação é determinada a partir da apresentação de resultados práticos alcançados com a implantação da

ferramenta e descritos no trabalho analisado. Os resultados demonstram que a maioria das práticas (42) podem ser consideradas de nível médio. Significa que a validação da prática foi realizada por meio de um estudo de caso e foram constatadas / descritas as contribuições das práticas. Já no caso do nível baixo aparece uma frequência menor (38), o que significa que não existe uma validação real e as informações oferecidas apenas destacam características de desenvolvimento da prática. Já o nível alto aparece com uma frequência de (7) práticas, o que significa o reconhecimento a nível empresarial, de práticas como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que atualmente é usada para avaliação ambiental, econômica e social de processos e produtos. Detalhes sobre o nível de consolidação das práticas são destacados no Apêndice H.

Ao avaliar o nível de consolidação da prática também é possível determinar o setor industrial da aplicação. A análise demonstra que as práticas foram utilizadas em vários setores industriais. Entretanto, merecem destaque os setores do Eletro-eletrônico e Automobilístico. A presença de um marco legal que estabelece a recuperação de produtos com seus componentes e materiais, e a eliminação de substâncias tóxicas presentes nesses produtos (WEEE, RoHS e Fim de Vida dos Veículos), certamente incentiva o desenvolvimento de soluções inovadoras que reduzam os impactos ambientais e promovam o crescimento econômico das empresas. Os resultados são destacados no Apêndice H.

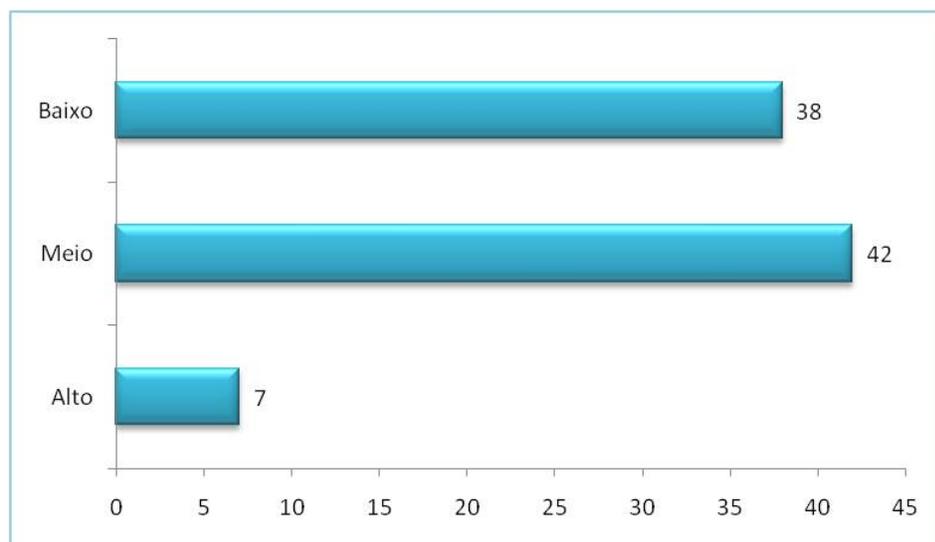


Figura 18 - Classificação conforme a Consolidação da Prática

Ao classificar a prática em relação ao tipo de estratégia de fim de vida abordada, duas estratégias ficaram destacadas: Reciclagem e Remanufatura, conforme pode ser observado na

Figura 19. A classificação também indica que um conjunto de práticas são propostas para todas as estratégias de fim de vida dos produtos. Detalhes podem ser observados no Apêndice I. A Reciclagem e Remanufatura são destacadas porque as próprias características (benefícios destacados no Capítulo 2) dos processos de implantação permitem que seja alcançado nível maior de recuperação dos produtos, componentes e materiais. A Reciclagem recupera materiais, que podem ser integrados novamente ao processo para desenvolvimento de novos produtos. Do mesmo modo, a Remanufatura recupera os produtos, conservando sua geometria, seu valor inicial, estendendo o ciclo de vida e, conseqüentemente, alcançando um melhor fechamento do ciclo.

Assim, ressalta-se que práticas que abordam todas as estratégias de fim de vida estão sendo mais utilizadas, pois com a integração das diversas estratégias pode-se recuperar maior quantidade de componentes. No caso da remanufatura, os componentes que não podem ser recuperados são enviados para reaproveitamento por meio de outras estratégias de fim de vida, como reuso, reparo, reciclagem. Os dados são apresentados no Apêndice I. Além disso, a desmontagem se apresenta como foco de preocupação no desenvolvimento de práticas que visam diminuir os tempos de desmontagem, pois é considerada, conforme a literatura, como a etapa que consome mais tempo de realização e a etapa que representa maior recuperação de componentes.

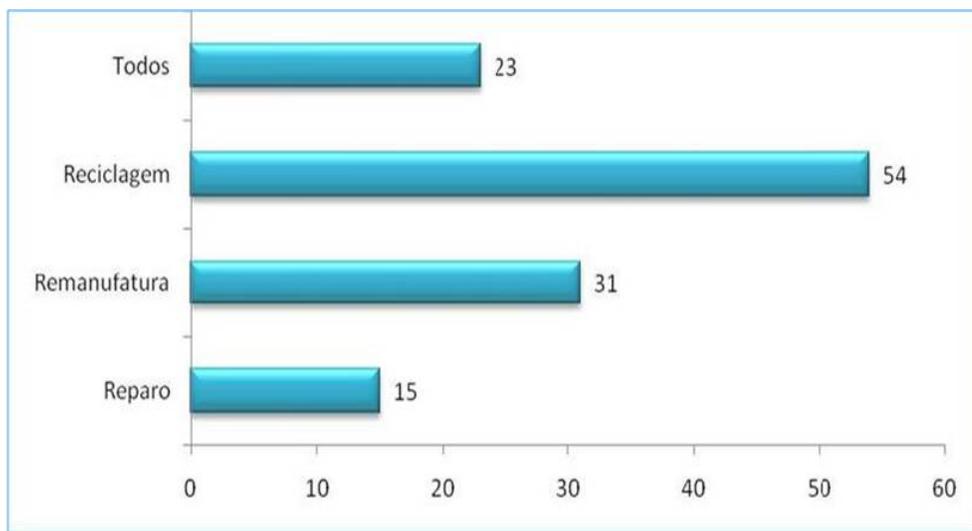


Figura 19 - Classificação Conforme a Estratégia de Fim de Vida Aplicada

A Figura 20 apresenta a área de sustentabilidade abordada pela prática. Das três dimensões consideradas no conceito a área ambiental e econômica são as mais favorecidas com a aplicação das práticas nas estratégias de fim de vida do produto. No Apêndice J são destacadas as informações desta classificação. Uma justificativa pode ser relacionada com a necessidade que as empresas têm de alcançar resultados imediatos nas questões ambientais e porque o crescimento econômico da empresa é o principal pilar para dar suporte às outras áreas. As soluções ambientais que levam a melhorar o desempenho dos produtos e processos industriais são fundamentais para alcançar novas oportunidades de negócio e, conseqüentemente, conseguir resultados econômicos.

Apenas uma prática apresentou diretamente uma opção / solução que leve em conta benefícios para a área social, no entanto, algumas práticas apresentam recomendações referente à segurança com manuseio dos materiais tóxicos presentes no produto, o que suscita uma avaliação social indireta, neste caso, de trabalhadores e usuários expostos ao produto. Deduz-se, portanto que ainda é uma área pouco explorada pelas pesquisas. O desenvolvimento social ainda contínua carente de soluções tecnológicas integradas.

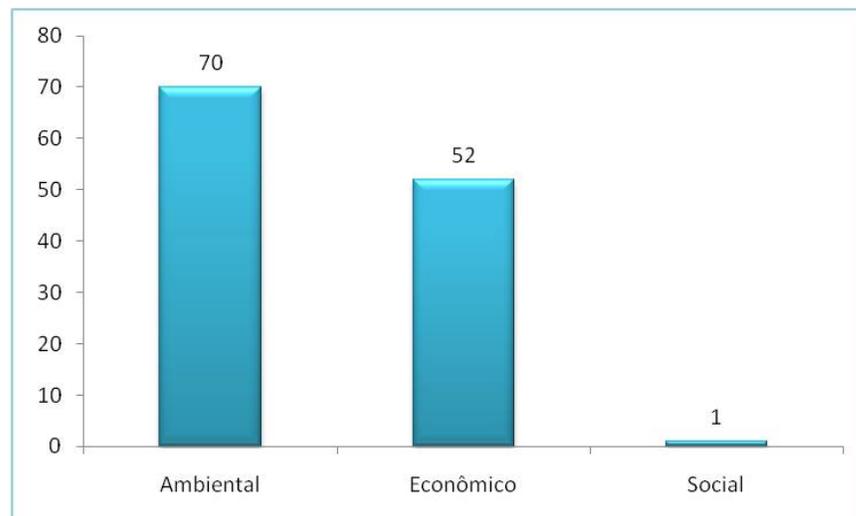


Figura 20 - Classificação da Área da Sustentabilidade Abordada pela Prática

4.3 Resultados das Práticas Operacionais

O Quadro 8 apresenta a lista final das 64 práticas operacionais identificadas. De forma a facilitar sua compreensão, foram adotadas quatro atividades principais, sendo elas: desmontagem e remontagem, limpeza, recuperação e impactos ambientais. As práticas foram

classificadas em gerais (em negrito) e em específicas. As primeiras fazem referência a especificações gerais que devem ser consideradas dentro do PDP (ex. projetar a desmontagem dos produtos) e as segundas fazem referência a especificações mais detalhadas a modo de auxiliar às gerais (ex. minimizar o número de componentes dentro do produto).

Observa-se que as práticas operacionais decorrem de mais de uma prática, o que deriva de uma consolidação teórica baseada em estudos reais que validam tais práticas. No entanto, destacam-se as práticas operacionais 1.6 “Evitar o uso de metais dentro das partes plásticas para diminuir a quebra dos componentes” e 1.5 “Identificar os componentes e materiais recuperáveis do produto” por apresentarem maior citação ao longo dos estudos analisados.

5 MÚLTIPLOS ESTUDOS DE CASO

Este capítulo apresenta os resultados e a análise da aplicação das práticas operacionais nas empresas. São destacados os resultados obtidos com os quatro (4) estudos de caso realizados com empresas que fabricam produtos e integram a recuperação na etapa de pós-consumo.

5.1 Empresa A

Neste item são apresentados os resultados do estudo de caso realizado na Empresa A. Inicialmente é caracterizada a empresa e o produto recuperado. Em seguida, são destacadas informações sobre a aplicação das práticas operacionais na empresa.

5.1.1 Caracterização da Empresa A

A Empresa A é uma multinacional alemã que começou suas operações no ano de 1953. Atualmente possui duas unidades de negócio que estão localizadas no interior de São Paulo e que comercializam câmbios, sistemas de direção e suspensão, consideradas como as maiores fabricantes de linha pesada do país. As principais atividades industriais da empresa são relacionadas com o revestimento, tratamento térmico, fabricação de mancais de embreagem e operações de remanufatura (embreagens com seus componentes platô, disco e mancal). Também é considerada como referência para *bechmarking* em remanufatura.

As operações de recuperação de produtos pós-consumo se iniciaram em 1991, considerada como uma atividade pioneira no Brasil. Primeiramente, o mercado foi focado em produtos da linha leve. No entanto, por fins lucrativos, a empresa decidiu, a partir de 1995, remanufaturar embreagens (platô, disco e rolamentos) de linha pesada voltados ao mercado de frotistas (ônibus, caminhão e equipamentos de usina). Tais produtos remanufaturados apresentam preços 50% mais baratos quando comparado com um produto novo. Os principais motivos que levaram a empresa a integrar a recuperação de produtos pós-consumo foram:

- Concorrência: os produtos descartados eram usados por empresas independentes que ofereciam um produto de menor qualidade com o logo da empresa, o que levava a uma desconfiança dos clientes por causa da baixa qualidade do produto;
- Novas oportunidades de mercado: por ser um produto mais barato e com

características e qualidade de um novo. Dos lucros da empresa, 55 % correspondem à parte de *After market*, sendo que, dessas atividades, a remanufatura aporta 30 % dos lucros;

- Preocupação ambiental: diminuir o uso de recursos foi um dos grandes incentivos da empresa para integrar a recuperação de produtos pós-consumo (*uso de ferro*).

O Quadro 9 destaca informações gerais sobre o perfil da empresa e dos colaboradores entrevistado.

Nome da Empresa	Empresa A
Número de funcionários no processo de recuperação de produtos (remanufatura)	180 funcionários
Cargo do Profissional (entrevistado)	Gerente Comercial
Número de pessoas que auxiliaram na pesquisa	1
Tempo de experiência	40 anos
Duração da entrevista	8 horas (incluindo a visita ao processo)
Fonte de evidências	Roteiro, informações disponibilizadas pela empresa e observação direta do processo.
Outras observações	A empresa forma parte da ANRAP. O entrevistado iniciou o processo de remanufatura na empresa. A empresa é reconhecida como referência em <i>benchmarking</i> de remanufatura.

Quadro 9 – Informações Gerais da Empresa A

5.1.2 Caracterização do Produto Recuperado

As etapas que compõem o processo de recuperação são: inspeção, armazenagem, desmontagem, triagem e limpeza. Testes são realizados ao longo do processo com o objetivo de garantir a qualidade e a garantia do produto.

Os produtos recuperados no pós-consumo são: as embreagens e seus componentes (platô, mancal e disco). Para garantir o estoque de matéria prima (carcaça) durante o processo de remanufatura, a empresa trabalha à base de troca, ou seja, se os clientes (distribuidores) requerem produtos remanufaturados devem levar a quantidade desejada em produtos usados. Outra forma empregada pela empresa é a compra de sucata de seus próprios produtos para evitar que a concorrência os use. A garantia oferecida para os remanufaturados é de 6 meses, igual aos produtos novos. No entanto, o entrevistado afirma que a garantia pode ser considerada por tempo indeterminado, devido à disponibilização de técnicos para manutenção

e reparação do produto durante todo seu ciclo de vida.

Os produtos são classificados conforme o grau de recuperação, sendo que A é aquele produto que apresenta maior recuperação e C aquele que apresenta menor recuperação. Além disso, a empresa já possui uma estatística que mostra as peças novas que devem ser inseridas no produto a remanufaturar. Aqueles produtos e componentes que não estejam em condições de serem remanufaturados, são enviados para serem destruídos e usados em outras EoL (ex. reciclagem), quando os componentes são reusados, eles são inspeccionados previamente. Já os rebites e os revestimentos são enviados para uma empresa certificada pela Companhia Ambiental do estado de São Paulo (CETESB) no Rio de Janeiro para serem incinerados.

Por ser o fabricante original do produto (OEM), a empresa conta com informações referentes ao produto, sendo usados os desenhos originais durante sua remanufatura, auxiliando na integração do conceito de recuperação pós-consumo no PDP por meio do projeto para a remanufatura. Entretanto, o entrevistado desconhecia se era utilizada alguma prática dentro do PDP que facilitaria aos *designers* projetar os produtos baseados no conceito de recuperação pós-consumo.

5.1.3 Uso de Práticas Operacionais na Empresa A

No Quadro 10, são listadas as práticas operacionais identificadas na Empresa A por atividade relacionada com a recuperação de produtos remanufaturados. Um resumo geral é destacado na Figura 21, conforme será detalhado, a seguir.

Atividade	Práticas Operacionais	Aplicação da Prática
Desmontagem e Remontagem	1. Projetar a desmontagem de produtos	✓
	1.1 Analisar as restrições dos componentes	✓
	1.2 Desenvolver guias para desmontagem do produto	✓
	1.3 Desenvolver produtos que facilitem a retirada de componentes de difícil acesso	✓
	1.4 Diminuir as mudanças de direções e de sentidos dos movimentos de desmontagem e remontagem dos componentes	✓
	1.5 Evitar a quebra e possibilitar o reuso de componentes	✓
	1.6 Evitar o uso de metais dentro das partes plásticas para diminuir a quebra dos componentes	NA*
	1.7 Identificar os componentes de difícil remoção dentro do produto	NA
	1.8 Maximizar a integração de funções entre os componentes	NA
	1.9 Melhorar o acesso e identificação dos pontos de separação do produto	✓
	1.10 Minimizar o tempo de desmontagem e remontagem do produto	✓

(continua)

	1.21 Usar componentes duráveis com um ciclo de vida maior que das partes auxiliares	✓
	1.22 Usar materiais compatíveis dentro do produto	✓
	1.23 Usar materiais duráveis no produto	✓
	1.24 Usar quando possível material reciclado	✓
	1.25 Usar material reciclável no produto	NA
Impactos ambientais	1. Determinar os impactos ambientais do produto	✓
	1.1 Determinar os impactos ambientais relacionado aos recursos consumidos	NA
	1.2 Determinar os impactos ambientais relacionado às emissões dos produtos	✓
	1.3 Determinar os impactos ambientais relacionados a ecotoxicidade e toxicidade humana	✓
	1.3.1 Analisar a toxicidade dos materiais usados no produto	NA*
	1.3.2 Eliminar a combinação de materiais corrosivos com os não corrosivos	NA*
	1.3.3 Usar produtos químicos amigáveis ao meio ambiente (ex. adesivos solúveis em água)	✓
	1.3.4 Minimizar o uso de materiais tóxicos no produto	NA*
	1.3.5 Projetar a remoção e separação de partes que contenham substâncias tóxicas	NA*
	1.3.6 Projetar unidades fechadas para substâncias tóxicas	NA*
Aplica (X) Não Aplica (NA) Não Aplica para o Produto (NA*)		

Quadro 10 –Relação das Práticas Operacionais Empresa A

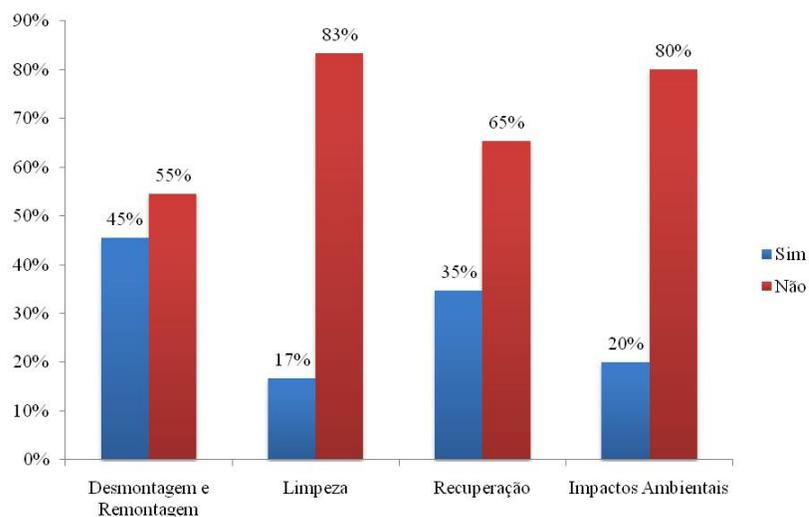


Figura 21 – Visão Geral da Aplicação das Práticas Operacionais na Empresa A

A atividade de **desmontagem e remontagem** representa uma aplicação de 45% das práticas operacionais. Neste grupo foram investigadas práticas operacionais relacionadas com os seguintes requisitos das EoL: Projetar a desmontagem de produtos e desenvolver produtos modulares.

Durante a pesquisa de campo foi observado que a aplicação das práticas operacionais é decorrente do manual do produto, elaborado pela empresa e atualizado de forma contínua, que discute os problemas, causas e soluções dos produtos remanufaturados na empresa

(embreagens). Por exemplo, no caso dos componentes, após a desmontagem, estes são analisados de modo a verificar as possíveis restrições apresentadas, aquelas que não estão presentes no manual são acrescentadas com suas possíveis causas e soluções. Atividade que favorece a aplicação da maior parte de práticas operacionais relacionadas com o requisito de Projetar a Desmontagem de Produtos.

Na empresa, o projeto de desmontagem é acompanhado pelo departamento de engenharia. A etapa de desmontagem é considerada como crítica para direcionar investimentos anuais da empresa. O principal objetivo é aumentar a produtividade do processo. Steinhilper (1998) acrescenta que esta etapa dentro do processo de remanufatura é uma das atividades que mais consome tempo, devido ao grau de complexidade. Harjula et al. (1996); Kaebernick, O'Shea e Grewall (2000), também destacam como o projeto para desmontagem deve ser considerado de modo a otimizar o processo para que seja mais rápido e eficiente.

Referente às práticas operacionais que a empresa não aplica como, por exemplo, a prática operacional 1.15 Projetar marcação em cores, a empresa menciona a impossibilidade de utilizar tal marcação, pois é usado jato de granalha, causando a retirada da pintura dos componentes. Referente à prática operacional 1.19 Usar ferramentas comuns para a desmontagem de produtos, observa-se a impossibilidade de adotar uma ferramenta comum, pois as ferramentas são específicas conforme a família e o diâmetro dos componentes.

Um dos principais requisitos que deve ser atendido durante a remanufatura é a necessidade de projetar produtos que sejam de fácil limpeza. Na empresa, para a atividade de **limpeza** foi constatado um nível de 17% de aplicação das práticas operacionais. Isto é, a empresa apenas identifica os componentes que requeiram limpeza similar durante a recuperação dos produtos. Especificamente, é utilizado o sistema de jato de água, considerado por Steinhilper (1998), como um processo de limpeza de ação mecânica que visa retirar a sujeira e a corrosividade dos componentes.

A atividade denominada de **recuperação** apresenta uma aplicação de apenas 35% de práticas operacionais. Referente à prática operacional 1.10 Melhorar a adaptabilidade dos produtos para processos de recuperação, manutenção e atualização, existem investimentos frequentes para realizar melhorias e atualizações nos produtos. A 1.9 Manter as especificações originais dos elementos de junção e fixação usados em produtos remanufaturados, é destacado pela empresa como um princípio inserido dentro do processo de remanufatura. A prática operacional 1.13 Projetar o reuso de componentes do produto, a empresa menciona como são usados dentro dos produtos remanufaturados componentes de outros produtos iguais.

Algumas práticas operacionais que não são usadas pela empresa, como: o uso de soldas no produto, o uso de adesivos, os componentes plásticos do produto, conforme a ISO 11469 (*Plastics -Generic identification and marking of plastics products*) e os diferentes tipos de plásticos usados no produto, é destacado que estas são mais usadas para outro tipo de produtos, por exemplo, os eletro-eletrônicos.

A atividade de **impactos ambientais** apresenta apenas uma aplicação de 20%, sendo que aquelas práticas operacionais que não são aplicadas fazem referência específica a substâncias tóxicas, as quais não são usadas dentro do produto recuperado da empresa estudada.

5.2 Empresa B

Este item apresenta uma caracterização da empresa B e os resultados do estudo de caso na empresa. Em seguida é feita uma discussão da aplicação das práticas operacionais durante o processo de recuperação de produtos.

5.2.1 Caracterização da Empresa B

A empresa B é uma multinacional americana, fundada em 1919. Iniciou a produção de motores a diesel para caminhões e ônibus, proporcionando ao mercado produtos com preços mais econômicos que os oferecidos pelos motores à gasolina utilizados na época. No Brasil, as operações comerciais começaram em 1971. Em 1974, iniciou suas atividades industriais em Guarulhos (SP). Os produtos produzidos pela empresa são motores para diversos segmentos do mercado como: caminhões de todos os portes, ônibus, aplicações estacionárias, máquinas de construção, equipamentos agrícolas, máquinas para mineração e aplicações marítimas. Desde 2000, a empresa entra na fabricação de geradores de energia por meio de colaboradores credenciados.

A recuperação de produtos por parte da empresa começou em 1960 estabelecendo 5 centros de remanufatura. Em 1962 foi adotado o nome ReCon (*Remanufactured Concept*). No Brasil, a operação teve início no ano de 1989. Dentro das vantagens oferecidas pelos produtos remanufaturados estão: redução do custo operacional, racionalização de mão de obra, redução de inventário, maior vida útil do equipamento, padronização e modernização da frota ou equipamento, garantia com um tempo igual ao do produto novo, menor tempo de parada do

veículo e suporte em todo o território brasileiro. Entre os principais motivos para empresa adotar a recuperação de produtos destaca-se:

- Tendências do mercado: produtos mais compactos e complexos, maior exigência dos clientes para se obter uma reparação rápida e confiável,
- Ambiental: estender o ciclo de vida dos produtos, diminuição dos impactos ambientais e recuperação de produtos e materiais;
- Econômica: redução de custo no uso de materiais e novas oportunidades de negócio.

O Quadro 11 apresenta informações gerais sobre o perfil da empresa e do colaborador que participou durante a entrevista.

Nome da empresa	Empresa B
Número de funcionários no processo de recuperação de produtos (remanufatura)	18 funcionários
Número de pessoas que auxiliaram na pesquisa	1
Cargo do Profissional (entrevistado)	Supervisor Remanufatura
Tempo de experiência	16 anos
Duração da entrevista	5 horas (incluindo a visita ao processo)
Fonte de evidências	Roteiro, informações disponibilizadas pela empresa e observação direta ao processo.
Outras observações	A empresa é membro da ANRAP. O entrevistado é líder do processo de remanufatura a mais de 10 anos.

Quadro 11- Informações Gerais da Empresa B

5.2.2 Caracterização do Produto Recuperado

Os produtos remanufaturados oferecidos pela empresa são: motor, motor básico, motor parcial e cabeçotes. Recentemente, a empresa iniciou a fabricação de injetores B e C. A empresa trabalha com o sistema de troca, ou seja, os clientes levam os componentes ou motores danificados como forma de pagamento no momento de adquirir um produto remanufaturado. É destacado que a empresa aconselha seus clientes em evitar desmontar o produto, pois, além de ter que pagar pelos componentes danificados, isso pode diminuir o grau de recuperação dos mesmos. Os produtos remanufaturados apresentam preços 40% menores que os novos. A garantia dada aos produtos é de 12 meses para motores completos e de 6 meses para os componentes. Como requisito, é necessário que a garantia seja efetivada

unicamente nos centros autorizados pela empresa.

O processo é realizado através de *layout* celular e as etapas que compõem o processo são: coleta, inspeção, remontagem e teste final. A desmontagem e limpeza são terceirizadas devido à falta de disponibilidade de espaço na empresa para realizar essas etapas. Dada a experiência da empresa na recuperação de produtos, foi desenvolvido um manual de aceitação de produtos usados que possuem folhas de inspeção para os motores e para os componentes. O manual possui informações detalhadas de cada produto com seus componentes e das condições exigidas para serem aceitos. Por exemplo, no caso de motores completos, não devem aparecer trincas, componentes com presença de danos causados por fatores não operacionais tais como: ferrugem, manuseio inadequado ou fogo, entre outros requisitos destacados no manual e que devem ser inspecionados.

Na parte de substituição de componentes, a empresa conta com uma base de dados estabelecida para o nível de remanufatura do produto, ou seja, cada produto apresenta componentes novos e remanufaturados. Por exemplo, os motores completos, básicos e parciais apresentam os pistões, anéis de pistões, bucha de comando, comando de válvulas, tucha e tuchos de válvulas 100% substituídos, por terem um grau de desgaste maior na etapa de uso. Já o bloco de cilindros, virabrequim, bielas, cabeçote de cilindros, bomba de água, bomba de óleo, bomba injetora, injetores, turbo (*Holset*) são 100% remanufaturados. Entre os principais problemas que apresentam os produtos remanufaturados está o vazamento de fluídos, foi destacado que a empresa vem realizando investimentos para desenvolver sistemas para diminuir esse problema.

5.2.3 Uso de Práticas Operacionais

O Quadro 12 e a Figura 22 destacam os dados correspondentes às práticas operacionais aplicadas pela empresa B. Uma ação da empresa é que foi elaborado um conjunto de instruções de trabalho para direcionar as pessoas sobre como realizar corretamente as diferentes atividades do processo de remanufatura.

Atividade	Práticas Operacionais	Aplicação da Prática
Desmontagem e remontagem	1. Projetar a desmontagem de produtos	
	1.1 Analisar as restrições dos componentes	✓
	1.2 Desenvolver guias para desmontagem do produto	✓

(continua)

	1.3 Desenvolver produtos que facilitem a retirada de componentes de difícil acesso	✓
	1.4 Diminuir as mudanças de direções e de sentidos dos movimentos de desmontagem e remontagem dos componentes	✓
	1.5 Evitar a quebra e possibilitar o reuso de componentes	✓
	1.6 Evitar o uso de metais dentro das partes plásticas para diminuir a quebra dos componentes	NA
	1.7 Identificar os componentes de difícil remoção dentro do produto	✓
	1.8 Maximizar a integração de funções entre os componentes	✓
	1.9 Melhorar o acesso e identificação dos pontos de separação do produto	NA
	1.10 Minimizar o tempo de desmontagem e remontagem do produto	X
	1.11 Minimizar os elementos de junção e fixação usadas no produto	✓
	1.12 Minimizar o número de componentes no produto	✓
	1.13 Minimizar o uso de soldas no produto	✓
	1.14 Padronizar os elementos de Fixação conforme ISO 8992:2005 (<i>Fasteners - General requirements for bolts, screws, studs and nuts</i>)	NA
	1.15 Projetar marcação em cores	✓
	1.16 Projetar produtos de fácil desmontagem para evitar a destruição de componentes	✓
	1.17 Projetar para que as partes isoladas sejam de baixo valor para diminuir os custos por quebra	NA
	1.18 Promover o uso de Snap fits (métodos definidos por pressão ou encaixes múltiplos)	✓
	1.19 Usar ferramentas comuns para a desmontagem de produtos	✓
	2. Desenvolver produtos modulares	NA
	2.1 Minimizar as interações entre os módulos existentes do produto	NA
Limpeza	1. Projetar produtos que sejam de fácil limpeza	NA
	1.1 Evitar o uso de adesivos para facilitar a limpeza	NA
	1.2 Identificar os componentes que requeiram limpeza similar	NA
	1.3 Projetar superfícies lisas no produto para facilitar sua limpeza	NA
	1.4 Projetar Produtos minimizando a limpeza durante o uso para evitar desgaste dos componentes	NA
	1.5 Usar componentes resistentes à deformação pelo uso de produtos químicos na limpeza	NA
Recuperação	1. Projetar a recuperação dos produtos	✓
	1.1 Analisar a composição dos materiais para sua posterior recuperação	✓
	1.2 Codificar os componentes para rastreabilidade e recuperação	✓
	1.3 Evitar o uso de materiais com diferentes tempos de vida	✓
	1.4 Identificar os componentes plásticos do produto, conforme a ISO 11469 (<i>Plastics -Generic identification and marking of plastics products</i>)	NA
	1.5 Identificar os componentes e materiais recuperáveis do produto	✓
	1.6 Identificar os diferentes tipos de plásticos usados no produto	NA
	1.7 Incentivar o reuso de elementos de fixação, considerando suas funcionalidades originais para não comprometer a qualidade e funcionalidade do produto	✓
	1.8 Incrementar a quantidade de componentes e materiais recuperáveis no produto	✓
	1.9 Manter as especificações originais dos elementos de junção e fixação usados em produtos remanufaturados	✓
	1.10 Melhorar a adaptabilidade dos produtos para processos de recuperação, manutenção e atualização	✓
	1.11 Minimizar a mistura de materiais do produto	NA
	1.12 Minimizar o número de diferentes materiais usados no produto	✓

(continuação)

	1.13 Projetar o reuso de componentes do produto	✓
	1.14 Projetar o uso de componentes que facilitem a atualização e adaptação de mudanças tecnológicas	✓
	1.15 Projetar o uso de elementos de fixação que permitam fácil separação de componentes	✓
	1.16 Projetar os produtos para fácil manutenção	✓
	1.17 Projetar produtos com materiais que sejam de fácil separação para facilitar processos de recuperação e triagem	✓
	1.18 Proteger os grupos de montagem da poluição e corrosão para evitar a deteriorização	NA
	1.19 Reusar produtos com longos ciclos de vida	✓
	1.20 Reduzir as dimensões do produto, tornando-o mais leve e mais fino	✓
	1.21 Usar componentes duráveis com um ciclo de vida maior que das partes auxiliares	NA
	1.22 Usar materiais compatíveis dentro do produto	✓
	1.23 Usar materiais duráveis no produto	✓
	1.24 Usar quando possível material reciclado	✓
	1.25 Usar material reciclável no produto	✓
Impactos ambientais	1. Determinar os impactos ambientais do produto	
	1.1 Determinar os impactos ambientais relacionado aos recursos consumidos	✓
	1.2 Determinar os impactos ambientais relacionado as emissões dos produtos	✓
	1.3 Determinar os impactos ambientais relacionados a ecotoxicidade e toxicidade humana	✓
	1.3.1 Analisar a toxicidade dos materiais usados no produto	✓
	1.3.2 Eliminar a combinação de materiais corrosivos com os não corrosivos	NA
	1.3.3 Usar produtos químicos amigáveis ao meio ambiente (ex. adesivos solúveis em água)	✓
	1.3.4 Minimizar o uso de materiais tóxicos no produto	✓
	1.3.5 Projetar a remoção e separação de partes que contenham substâncias tóxicas	✓
	1.3.6 Projetar unidades fechadas para substâncias tóxicas	NA
Aplica (X) Não Aplica (NA) Não aplica para o produto (NA*)		

Quadro 12 – Relação das Práticas Operacionais Empresa B

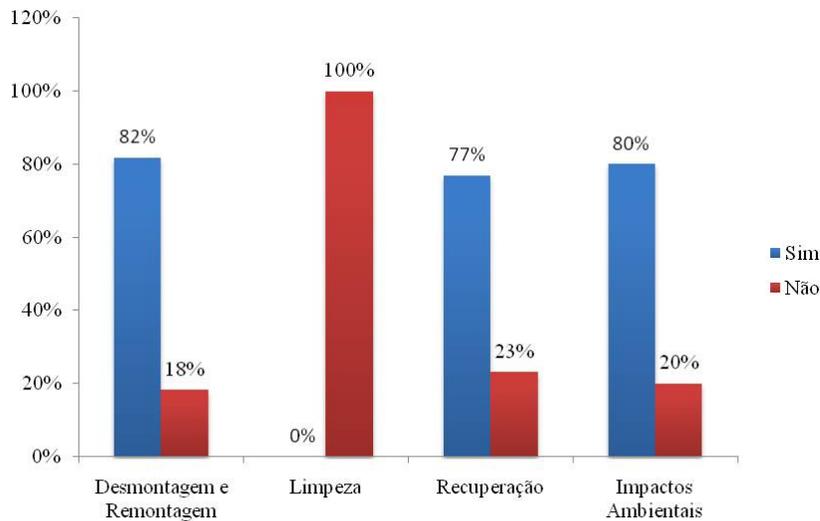


Figura 22 – Visão Geral da Aplicação de Práticas na Empresa B

As atividades de desmontagem e remontagem obtiveram uma aplicação de 82% e a limpeza por não ser realizada dentro da empresa não obteve nenhum tipo de aplicação. Ainda, a atividade de recuperação apresenta uma aplicação de 77% e para o caso da atividade de impactos ambientais é relatado uma aplicação de 80% das práticas operacionais

Para as atividades de **desmontagem e remontagem** observa-se que existem diferentes programas de melhoria contínua que são utilizados para aumentar a produtividade dos processos. Neste caso, é uma prática que pode ser relacionada à prática operacional 1.10 Minimizar o tempo de desmontagem e remontagem do produto. Além disso, a desmontagem dos produtos e **limpeza** são atividades tercerizadas e realizadas fora da empresa, características que limitaram durante a visita à empresa a verificação das práticas operacionais propostas.

Durante a atividade de **recuperação**, quanto à prática operacional 1.2 Codificar os componentes para rastreabilidade e recuperação, pode ser mencionado o programa de rastreabilidade dos remanufaturados que a empresa utiliza por meio de uma codificação de produtos. Esta codificação apresenta as seguintes informações: empresa, mês da montagem, ano da montagem e seqüência de montagem. Além disso, o programa conta com outras informações adicionais como: nome de montador, número de produto, data precisa da montagem, peça aplicada “nova ou remanufaturada”, medidas das peças usinadas, folgas encontradas na montagem de cada componente entre outros dados. Caso seja necessário rastrear algum componente, a base de dados existente no programa facilita sua identificação e localização.

Outra prática operacional observada é a 1.13 Projetar o reuso de componentes do produto, também é destacada por usar dentro do motor, componentes de outros motores usados. A prática operacional 1.14 Projetar o uso de componentes que facilitem a atualização e adaptação de mudanças tecnológicas é enfrentado pela empresa por meio de um programa de atualizações para os motores, sendo um dos objetivos estender o ciclo de vida desses motores. Além disso, as peças obsoletas são substituídas por peças atuais, ou seja, o produto remanufaturado apresenta constante atualização.

No intento de alcançar maiores níveis de recuperação dos componentes, a empresa exige dos seus clientes carcaças em bom estado de conservação, ou seja, sem danos causados por fatores não operacionais tais como: ferrugem, manuseio inadequado ou fogo. As carcaças que apresentem danos são consideradas com um valor menor no momento de adquirir um novo produto remanufaturado. Em alguns casos, pode ser estabelecido um custo adicional por falta de peças ou peças danificadas.

Na atividade de **impactos ambientais** pode ser destacado como a empresa constantemente faz investimentos para utilizar novos materiais e produtos que permitam reduzir os impactos ambientais. É previsto que a partir de 2012, os motores da empresa atenderão a Norma CONAMA P7 (norma rigorosa de controle de emissões que entrará em vigor no mesmo ano). Além disso, a empresa já está aprovada para utilizar até 20% de Biodiesel no diesel- B20, o que significa que nos futuros produtos remanufaturados vão ser inseridas essas tecnologias mais limpas.

5.3 Empresa C

Neste item são destacados os resultados do estudo de caso realizado na empresa C. Inicialmente a empresa e o produto recuperado são caracterizados e, em seguida, é realizada uma análise das práticas operacionais utilizadas durante o processo de remanufatura de produtos.

5.3.1 Caracterização da Empresa C

A empresa C é uma multinacional de origem alemã que se destaca no mercado pela produção de veículos, caminhões, chassis e plataformas para ônibus. Por meio do desenvolvimento de tecnologias inovadoras e marcas automotivas fortes, a empresa tornou-se ao longo dos anos respeitada em nível internacional, especialmente no mercado americano. A sede onde foi realizada a pesquisa foi inaugurada em 1979 e estão concentradas atualmente as atividades de pós-venda, ou seja, assistência técnica e comercialização de peças, além de áreas de treinamento e desenvolvimento da rede de concessionários. Além disso, em 2004 foram lançados produtos recuperados pós-consumo (remanufatura) que inclui motores mecânicos e eletrônicos. Em 2006, foi acrescentada uma linha de modelos de câmbios remanufaturados para caminhões e ônibus. Os remanufaturados da empresa oferecem as seguintes vantagens para os clientes: possibilidade de renovar os seus veículos, preços competitivos (40% mais baratos que os motores novos) e menor tempo de parada dos veículos. Entre os incentivos da empresa para integrar o processo de recuperação pós-consumo, estão:

- Ambiental: diminuir os impactos ambientais; diminuir o consumo de recursos, geração de menos poluentes resultantes do desgaste de componentes;

- Econômica: redução de custos, novas oportunidades de negócio; ganho de competitividade na pós-venda, possibilidade de reuso da carcaça, parcerias com terceiros;
- Fidelização dos clientes: com os produtos remanufaturados a empresa incentiva os clientes a adquirir estes produtos respaldados pelo nome da empresa, dando maior confiabilidade na aquisição do produto.

O Quadro 13 apresenta informações gerais sobre o perfil da empresa e do colaborador que participou durante a entrevista.

Nome da empresa	Empresa C
Número de funcionários no processo de recuperação de produtos (remanufatura)	200 funcionários
Número de pessoas que auxiliaram na pesquisa	3
Cargo do Profissional (entrevistado)	Supervisor Remanufatura Engenheiro de Produção (membro da equipe de PDP da empresa) Lider de Produção
Tempo de experiência (empresa)	6 anos em produtos remanufaturados
Duração da entrevista	5 horas (incluindo a visita ao processo)
Fonte de evidências	Roteiro, informações disponibilizadas pela empresa e observação direta ao processo.
Outras observações	Empresa de excelência no processo de recuperação de produtos-remanufatura.

Quadro 13 – Informações Gerais da Empresa C

5.3.2 Caracterização do Produto Recuperado

Os produtos recuperados (remanufaturados) pela empresa são motores mecânicos, eletrônicos, embreagens e câmbios. De forma a incentivar a compra de remanufaturados e de auxiliar na aquisição de matéria prima (carcaça) a empresa aceita como parte do pagamento o produto usado. Além disso, os produtos podem ser adquiridos nas diferentes concessionárias do país. A garantia oferecida para o remanufaturado é de 12 meses e também é disponibilizado atendimento especializado com infra-estrutura completa para orientação dos clientes.

O processo se inicia com a avaliação do *core* (carcaça) por meio de inspeção visual. Especificamente, a empresa desenvolveu um *checklist* para os requisitos que devem ser avaliados ao receber os produtos. Por exemplo, no caso do motor compacto, são verificados: motor, bloco, virabrequim, eixo de comando de válvulas, bomba de óleo, cabeçote e unidades

injetoras todos com pontos específicos.

Após concluir essa atividade é realizado um teste parcial para verificar trincas e imperfeições. Em seguida, as etapas de desmontagem, limpeza (uso de equipamentos que atingem lugares de difícil acesso), usinagem, armazenagem, remontagem, limpeza (aplica para peças em estoque), e teste final (feito unicamente para motor completo). Além disso, são realizadas melhorias e atualizações técnicas para garantir constantemente o último estágio técnico do produto. Os principais componentes substituídos por componentes genuínos¹⁵ são: anéis sincronizadores, rolamentos, retentores, gaxetas, anéis *o’rings* e molas de anéis de sincronização. Já os componentes que não podem ser usados dentro do processo são descartados para serem integrados em processos de reciclagem (fundição para transformação de materiais).

A empresa apresenta guias ao longo do processo, de modo a facilitar e garantir que cada etapa seja realizada de forma adequada. Além disso, a empresa conta com programas que visam melhorar a produtividade do processo, como programa de qualidade, auditoria interna do produto, seguimento dos problemas apresentados em campo, *benchmarking* (detectar materiais que sejam mais duráveis e mais adequados ambientalmente).

Por fim, existem algumas iniciativas para estender a garantia dos produtos remanufaturados já que, segundo o entrevistado, esses produtos podem apresentar uma garantia maior que os novos pelo fato de já terem passado por um ciclo de vida completo, onde foram detectadas e corrigidas as possíveis falhas presentes. No entanto, existem discussões pelo fato de ser mencionado que a extensão da garantia em produtos remanufaturados pode influenciar diretamente a venda de produtos novos, foco principal da empresa.

5.3.3 Uso de Práticas Operacionais

As observações relacionadas às práticas operacionais foram realizadas de uma forma limitada. A empresa não autoriza a publicação de informações mais específicas sobre o processo de recuperação de produtos por razões de concorrência. Portanto, serão discutidas somente as práticas operacionais discutidas durante a visita e aplicação do questionário.

No Quadro 14, são listadas as práticas operacionais identificadas na Empresa C por atividade relacionada à recuperação de produtos remanufaturados. Um resumo geral é

¹⁵ Componentes genuínos referem-se aos componentes fabricados pela empresa original do equipamento.

destacado também na Figura 23, conforme detalhado a seguir.

Atividade	Práticas Operacionais	Aplicação da Prática
Desmontagem e remontagem	1. Projetar a desmontagem de produtos	NA
	1.1 Analisar as restrições dos componentes	NA
	1.2 Desenvolver guias para desmontagem do produto	✓
	1.3 Desenvolver produtos que facilitem a retirada de componentes de difícil acesso	NA
	1.4 Diminuir as mudanças de direções e de sentidos dos movimentos de desmontagem e remontagem dos componentes	NA
	1.5 Evitar a quebra e possibilitar o reuso de componentes	NA
	1.6 Evitar o uso de metais dentro das partes plásticas para diminuir a quebra dos componentes	NA
	1.7 Identificar os componentes de difícil remoção dentro do produto	NA
	1.8 Maximizar a integração de funções entre os componentes	NA
	1.9 Melhorar o acesso e identificação dos pontos de separação do produto	NA
	1.10 Minimizar o tempo de desmontagem e remontagem do produto	NA
	1.11 Minimizar os elementos de junção e fixação usadas no produto	NA
	1.12 Minimizar o número de componentes no produto	NA
	1.13 Minimizar o uso de soldas no produto	NA
	1.14 Padronizar os elementos de Fixação conforme ISO 8992:2005 (<i>Fasteners - General requirements for bolts, screws, studs and nuts</i>)	NA
	1.15 Projetar marcação em cores	NA
	1.16 Projetar produtos de fácil desmontagem para evitar a destruição de componentes	NA
	1.17 Projetar para que as partes isoladas sejam de baixo valor para diminuir os custos por quebra	NA
	1.18 Promover o uso de Snap fits (métodos definidos por pressão ou encaixes múltiplos)	NA
	1.19 Usar ferramentas comuns para a desmontagem de produtos	NA
Limpeza	2. Desenvolver produtos modulares	NA
	2.1 Minimizar as interações entre os módulos existentes do produto	NA
	1. Projetar produtos que sejam de fácil limpeza	NA
	1.1 Evitar o uso de adesivos para facilitar a limpeza	NA
	1.2 Identificar os componentes que requeiram limpeza similar	NA
	1.3 Projetar superfícies lisas no produto para facilitar sua limpeza	NA
1.4 Projetar Produtos minimizando a limpeza durante o uso para evitar desgaste dos componentes	NA	
1.5 Usar componentes resistentes à deformação pelo uso de produtos químicos na limpeza	NA	
Recuperação	1. Projetar a recuperação dos produtos	✓
	1.1 Analisar a composição dos materiais para sua posterior recuperação	✓
	1.2 Codificar os componentes para rastreabilidade e recuperação	✓
	1.3 Evitar o uso de materiais com diferentes tempos de vida	✓
	1.4 Identificar os componentes plásticos do produto, conforme a ISO 11469 (<i>Plastics -Generic identification and marking of plastics products</i>)	✓
	1.5 Identificar os componentes e materiais recuperáveis do produto	✓
	1.6 Identificar os diferentes tipos de plásticos usados no produto	NA
	1.7 Incentivar o reuso de elementos de fixação, considerando suas funcionalidades originais para não comprometer a qualidade e funcionalidade do produto	✓

(continua)

	1.8 Incrementar a quantidade de componentes e materiais recuperáveis no produto	✓
	1.9 Manter as especificações originais dos elementos de junção e fixação usados em produtos remanufaturados	✓
	1.10 Melhorar a adaptabilidade dos produtos para processos de recuperação, manutenção e atualização	✓
	1.11 Minimizar a mistura de materiais do produto	✓
	1.12 Minimizar o número de diferentes materiais usados no produto	✓
	1.13 Projetar o reuso de componentes do produto	✓
	1.14 Projetar o uso de componentes que facilitem a atualização e adaptação de mudanças tecnológicas	✓
	1.15 Projetar o uso de elementos de fixação que permitam fácil separação de componentes	✓
	1.16 Projetar os produtos para fácil manutenção	✓
	1.17 Projetar produtos com materiais que sejam de fácil separação para facilitar processos de recuperação e triagem	✓
	1.18 Proteger os grupos de montagem da poluição e corrosão para evitar a deteriorização	NA
	1.19 Reusar produtos com longos ciclos de vida	✓
	1.20 Reduzir as dimensões do produto, tornando-o mais leve e mais fino	NA
	1.21 Usar componentes duráveis com um ciclo de vida maior que das partes auxiliares	✓
	1.22 Usar materiais compatíveis dentro do produto	✓
	1.23 Usar materiais duráveis no produto	✓
	1.24 Usar quando possível material reciclado	✓
	1.25 Usar material reciclável no produto	✓
	1. Determinar os impactos ambientais do produto	
	1.1 Determinar os impactos ambientais relacionado aos recursos consumidos	✓
	1.2 Determinar os impactos ambientais relacionado às emissões dos produtos	✓
	1.3 Determinar os impactos ambientais relacionados a ecotoxicidade e toxicidade humana	✓
	1.3.1 Analisar a toxicidade dos materiais usados no produto	✓
	1.3.2 Eliminar a combinação de materiais corrosivos com os não corrosivos	✓
	1.3.3 Usar produtos químicos amigáveis ao meio ambiente (ex. adesivos solúveis em água)	✓
	1.3.4 Minimizar o uso de materiais tóxicos no produto	✓
	1.3.5 Projetar a remoção e separação de partes que contenham substâncias tóxicas	✓
	1.3.6 Projetar unidades fechadas para substâncias tóxicas	✓
	Impactos ambientais	
	Aplica (X) Não Aplica (NA) Não aplica para o produto (NA*)	

Quadro 14 – Verificação das Práticas Operacionais Empresa C

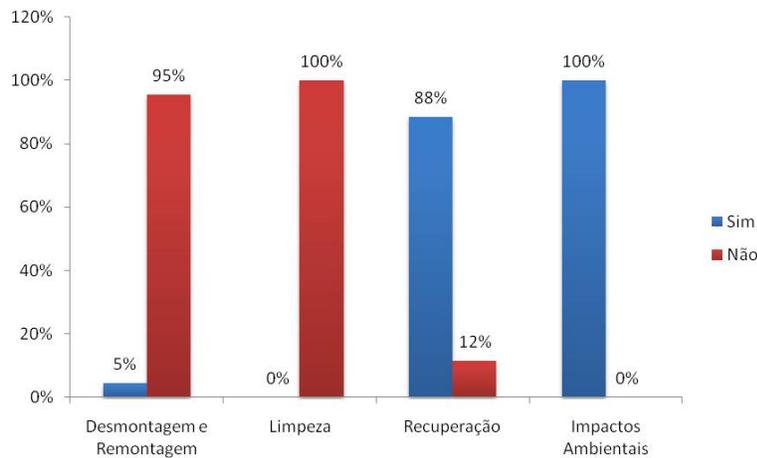


Figura 23 – Visão Geral da Aplicação das Práticas na Empresa C

A atividade de **desmontagem e remontagem** apresenta uma aplicação de 5%, referente às guias desenvolvidas para realizar a desmontagem do produto. Porém, o entrevistado destacou que nos novos projetos de motores, a empresa visa integrar práticas operacionais que permitam a desmontagem e remontagem. Observou-se que algumas práticas operacionais são indiretamente aplicadas, como é o caso da prática operacional 1.10 Minimizar o tempo de desmontagem e remontagem do produto, pois a empresa destaca programas para melhorar a produtividade dos processos, onde é inserida a redução de tempos nas etapas dos processos.

Referente à prática operacional 1.13 Minimizar o uso de soldas no produto, foi avaliada como não aplicada. Entretanto, durante a visita ao processo, observou-se que o uso de soldas é realizado na etapa de desmontagem em mínimas quantidades.

Na atividade de **limpeza** a empresa não apresenta nenhuma aplicação das práticas operacionais. No entanto, pode ser destacado como a empresa usa um acabamento especial anticorrosão para cuidar da durabilidade dos componentes, tecnologia que permite atender esse requisito da remanufatura.

Na atividade de **recuperação**, a empresa apresenta uma aplicação de 88%. A prática operacional 1.2 Codificar os componentes para rastreabilidade e recuperação foi destacado pelo entrevistado como uma prática incoportada pela empresa para rastrear os produtos remanufaturados. É observado também que a rastreabilidade (Número do Motor) do produto ocorre por meio do *checklist* realizado na inspeção visual da carcaça. Informação que ajuda a acompanhar a recuperação dos produtos em todo o processo de remanufatura utilizado pela empresa.

Na atividade de **impactos ambientais** a empresa apresenta uma aplicação de 100%. Destaca-se a implementação de produção mais limpa desde o ano de 2005, que visa buscar a causa raiz dos problemas de poluição gerada em processos, produtos e serviços e criar alternativas que permitam diminuir essa poluição.

Por fim, a empresa realçou os esforços constantes em integrar alternativas mais pró-ativas. Destacando-se, a projeção de novos produtos que usem a avaliação do ciclo de vida (ACV) como meio para determinar os impactos ambientais em todas as etapas e inserir melhorias que permitam diminuir esses impactos. Além disso, é destacada a projeção de produtos que integrem desde o processo de desenvolvimento de produtos a sua recuperação no pós-consumo.

5.4 Empresa D

Neste item, são destacados os resultados do estudo de caso realizado na empresa D. Primeiro, é caracterizada a empresa e o produto recuperado e, em seguida, é realizada uma análise das práticas operacionais utilizadas durante o processo de remanufatura de produtos.

5.4.1 Caracterização da Empresa D

A empresa D é uma multinacional de origem alemã que começou suas operações em 1905 com o fornecimento de sistemas de frenagem. A segunda maior área de atividade da empresa surgiu em 1922, quando a empresa mudou para sistemas de frenagem a ar para veículos rodoviários comerciais. Foi a primeira empresa da Europa a desenvolver um novo tipo de sistema de ar que aplicava frenagem simultaneamente nas quatro rodas de um caminhão e também a sua carroceria. No Brasil, a empresa atua no desenvolvimento e fabricação de componentes para sistemas de freio a ar comprimido e circuitos pneumáticos para sistemas de carro de passageiros e sistemas de carga, além, de sistema de portas para carros de passageiros.

Os produtos recuperados pela empresa são componentes e acessórios remanufaturados, para que a venda desses produtos seja estimulada, a empresa fornece informações nos centros de distribuição sobre as vantagens de sua utilização. Entre os motivos que levaram a empresa a incorporar a remanufatura de produtos estão:

- Menor custo para os consumidores: os preços são 50% mais baratos que os

produtos novos, além disso, a garantia e qualidade são iguais às dadas ao produto novo.

- Novas oportunidades de negócio: aceitação por parte dos clientes em relação aos produtos remanufaturados, menor custo envolvido no produto e menor inventário para peças de reposição.
- Ambiental: preservação de recursos, menor consumo de energia, menor poluição na produção, reaproveitamento de matérias primas e responsabilidade dos fabricantes sobre seus produtos ao longo do ciclo de vida.

O Quadro 15 apresenta informações gerais sobre o perfil da empresa e do colaborador que participou durante a entrevista.

Nome da empresa	Empresa D
Número de funcionários no processo de recuperação de produtos (remanufatura)	6 funcionários
Número de pessoas que auxiliaram na pesquisa	1
Cargo do Profissional (entrevistado)	Marketing
Tempo de experiência (empresa)	6 anos em produtos remanufaturados
Duração da entrevista	3 horas (incluindo a visita ao processo)
Fonte de evidências	Roteiro, informações disponibilizadas pela empresa e observação direta ao processo.
Outras observações	A empresa é membro da ANRAP.

Quadro 15- Informações Gerais da Empresa D

5.4.2 Caracterização do Produto Recuperado

Os produtos recuperados pela empresa (remanufaturados) são freios e discos. A empresa trabalha sobre sistema de troca, onde os clientes levam os produtos usados como forma de pagamento do produto remanufaturado. Para avaliar o grau de recuperação, foi adotada uma classificação para as carcaças (*core*), sendo que A é aquela carcaça que não apresenta nenhuma reparação e C aquela que apresenta mais de uma reparação, destinada à sucata por não atender aos requisitos mínimos para entrar no processo de remanufatura. Destaca-se que os produtos voltam ao mercado de forma a serem utilizados em outras estratégias de fim de vida, como a fundição de materiais para serem utilizadas na reciclagem. A garantia oferecida para os produtos remanufaturados é de seis (6) meses, sendo a mesma dada para os produtos novos.

As etapas realizadas no processo iniciam com a chegada da carcaça, onde é realizada

uma inspeção visual, sendo classificadas conforme descrito acima. Em seguida, têm-se as etapas de desmontagem, limpeza, jateamento, preparação do componente, remontagem e, por fim, o teste. O colaborador durante a entrevista mencionou como as carcaças nas classificações A e B apresentam uma taxa de recuperabilidade promédio de 90%, destacando que os principais problemas apresentados são: espelhamento dos cilindros, quebra do virabreirim, trinca na carcaça e roscas danificadas, sendo a maior causa dada pelo desgaste adquirido na fase de uso do produto.

5.4.3 Uso de Práticas Operacionais

As observações relacionadas às práticas operacionais foram realizadas de forma limitada. A empresa não disponibiliza informações mais específicas sobre o processo de recuperação de produtos por razões de concorrência. Destaca-se que a verificação foi feita de uma forma limitada baseada na observação no processo. O Quadro 16 apresenta as práticas aplicadas pela empresa e a Figura 24 apresenta uma visão geral dessa aplicação.

Atividade	Práticas Operacionais	Aplicação da Prática
Desmontagem e remontagem	1. Projetar a desmontagem de produtos	NA
	1.1 Analisar as restrições dos componentes	NA
	1.2 Desenvolver guias para desmontagem do produto	✓
	1.3 Desenvolver produtos que facilitem a retirada de componentes de difícil acesso	NA
	1.4 Diminuir as mudanças de direções e de sentidos dos movimentos de desmontagem e remontagem dos componentes	NA
	1.5 Evitar a quebra e possibilitar o reuso de componentes	NA
	1.6 Evitar o uso de metais dentro das partes plásticas para diminuir a quebra dos componentes	NA
	1.7 Identificar os componentes de difícil remoção dentro do produto	NA
	1.8 Maximizar a integração de funções entre os componentes	NA
	1.9 Melhorar o acesso e identificação dos pontos de separação do produto	NA
	1.10 Minimizar o tempo de desmontagem e remontagem do produto	NA
	1.11 Minimizar os elementos de junção e fixação usadas no produto	NA
	1.12 Minimizar o número de componentes no produto	NA
	1.13 Minimizar o uso de soldas no produto	NA
	1.14 Padronizar os elementos de Fixação conforme ISO 8992:2005 (<i>Fasteners - General requirements for bolts, screws, studs and nuts</i>)	NA
	1.15 Projetar marcação em cores	✓
	1.16 Projetar produtos de fácil desmontagem para evitar a destruição de componentes	NA
1.17 Projetar para que as partes isoladas sejam de baixo valor para diminuir os custos por quebra	NA	

(continua)

	1.18 Promover o uso de Snap fits (métodos definidos por pressão ou encaixes múltiplos)	NA
	1.19 Usar ferramentas comuns para a desmontagem de produtos	NA
	2. Desenvolver produtos modulares	NA
	2.1 Minimizar as interações entre os módulos existentes do produto	NA
Limpeza	1. Projetar produtos que sejam de fácil limpeza	NA
	1.1 Evitar o uso de adesivos para facilitar a limpeza	NA
	1.2 Identificar os componentes que requeiram limpeza similar	NA
	1.3 Projetar superfícies lisas no produto para facilitar sua limpeza	NA
	1.4 Projetar Produtos minimizando a limpeza durante o uso para evitar desgaste dos componentes	NA
	1.5 Usar componentes resistentes à deformação pelo uso de produtos químicos na limpeza	NA
Recuperação	1. Projetar a recuperação dos produtos	NA
	1.1 Analisar a composição dos materiais para sua posterior recuperação	NA
	1.2 Codificar os componentes para rastreabilidade e recuperação	✓
	1.3 Evitar o uso de materiais com diferentes tempos de vida	NA
	1.4 Identificar os componentes plásticos do produto, conforme a ISO 11469 <i>Plastics -Generic identification and marking of plastics products</i>)	NA
	1.5 Identificar os componentes e materiais recuperáveis do produto	✓
	1.6 Identificar os diferentes tipos de plásticos usados no produto	NA
	1.7 Incentivar o reuso de elementos de fixação, considerando suas funcionalidades originais para não comprometer a qualidade e funcionalidade do produto	NA
	1.8 Incrementar a quantidade de componentes e materiais recuperáveis no produto	NA
	1.9 Manter as especificações originais dos elementos de junção e fixação usados em produtos remanufaturados	NA
	1.10 Melhorar a adaptabilidade dos produtos para processos de recuperação, manutenção e atualização	NA
	1.11 Minimizar a mistura de materiais do produto	NA
	1.12 Minimizar o número de diferentes materiais usados no produto	NA
	1.13 Projetar o reuso de componentes do produto	NA
	1.14 Projetar o uso de componentes que facilitem a atualização e adaptação de mudanças tecnológicas	✓
	1.15 Projetar o uso de elementos de fixação que permitam fácil separação de componentes	NA
	1.16 Projetar os produtos para fácil manutenção	NA
	1.17 Projetar produtos com materiais que sejam de fácil separação para facilitar processos de recuperação e triagem	NA
	1.18 Proteger os grupos de montagem da poluição e corrosão para evitar a deteriorização	NA
	1.19 Reusar produtos com longos ciclos de vida	NA
	1.20 Reduzir as dimensões do produto, tornando-o mais leve e mais fino	NA
	1.21 Usar componentes duráveis com um ciclo de vida maior que das partes auxiliares	NA
	1.22 Usar materiais compatíveis dentro do produto	NA
	1.23 Usar materiais duráveis no produto	NA
	1.24 Usar quando possível material reciclado	NA
1.25 Usar material reciclável no produto	NA	
Impactos ambientais	1. Determinar os impactos ambientais do produto	
	1.1 Determinar os impactos ambientais relacionado aos recursos consumidos	NA
	1.2 Determinar os impactos ambientais relacionado às emissões dos produtos	NA

(continuação)

	1.3 Determinar os impactos ambientais relacionados a ecotoxicidade e toxicidade humana	NA
	1.3.1 Analisar a toxicidade dos materiais usados no produto	NA
	1.3.2 Eliminar a combinação de materiais corrosivos com os não corrosivos	NA
	1.3.3 Usar produtos químicos amigáveis ao meio ambiente (ex. adesivos solúveis em água)	NA
	1.3.4 Minimizar o uso de materiais tóxicos no produto	NA
	1.3.5 Projetar a remoção e separação de partes que contenham substâncias tóxicas	NA
	1.3.6 Projetar unidades fechadas para substâncias tóxicas	NA
Aplica (X) Não Aplica (NA) Não aplica para o produto (NA*)		

Quadro 16- Verificação das Práticas Operacionais Empresa D

Observa-se que nas atividades de **desmontagem e remontagem** existem apenas 5% de aplicação das práticas operacionais, observadas por meio das guias de desmontagem que visam facilitar e diminuir a quebra de componentes. Na atividade de **limpeza** não se apresenta nenhuma aplicação das práticas operacionais propostas. A atividade de **recuperação** apresenta uma aplicação de 12% das práticas operacionais, destacando-se a identificação de componentes por meio de codificação.

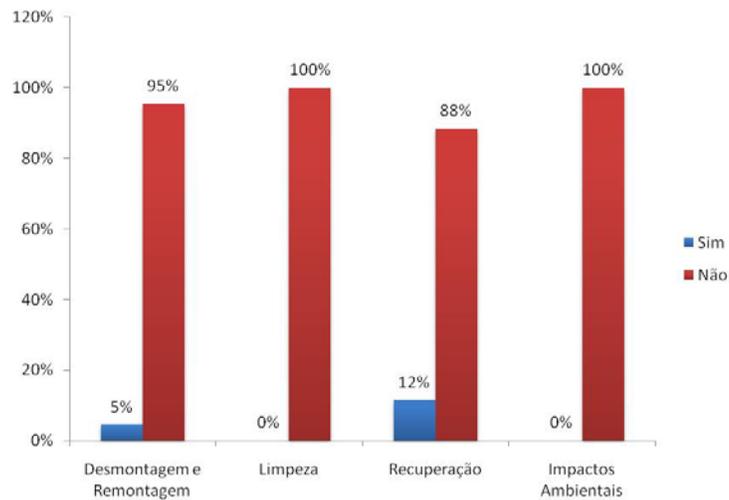


Figura 24 - Visão Geral da Aplicação das Práticas na Empresa D

A atividade de **impactos ambientais**, segundo o entrevistado, não apresenta nenhuma aplicação. No entanto, percebe-se o esforço da empresa por integrar alternativas que visem à melhoria ambiental do produto, integrados dentro do sistema de gestão ambiental da empresa. Maiores informações sobre a aplicação das práticas operacionais não foram possíveis de serem coletadas devido à parada do processo de remanufatura no dia da visita.

5.5 Análise dos Múltiplos Estudos de Caso

Este item é apresentado a análise feita aos resultados dos múltiplos estudos de caso. Adotou-se o uso de quadros comparativos com o objetivo de discutir a ocorrência na aplicação das práticas operacionais verificadas nas empresas estudadas. Inicia-se com o Quadro 17 que apresenta a verificação das práticas operacionais das atividades de desmontagem e remontagem.

Atividade	Práticas Operacionais	A	B	C	D
Desmontagem e Remontagem	1. Projetar a desmontagem de produtos				
	1.1 Analisar as restrições dos componentes				
	1.2 Desenvolver guias para desmontagem do produto				
	1.3 Desenvolver produtos que facilitem a retirada de componentes de difícil acesso				
	1.4 Diminuir as mudanças de direções e de sentidos dos movimentos de desmontagem e remontagem dos componentes				
	1.5 Evitar a quebra e possibilitar o reuso de componentes				
	1.6 Evitar o uso de metais dentro das partes plásticas para diminuir a quebra dos componentes				
	1.7 Identificar os componentes de difícil remoção dentro do produto				
	1.8 Maximizar a integração de funções entre os componentes				
	1.9 Melhorar o acesso e identificação dos pontos de separação do produto				
	1.10 Minimizar o tempo de desmontagem e remontagem do produto				
	1.11 Minimizar os elementos de junção e fixação usadas no produto				
	1.12 Minimizar o número de componentes no produto				
	1.13 Minimizar o uso de soldas no produto				
	1.14 Padronizar os elementos de Fixação conforme ISO 8992:2005 (<i>Fasteners -General requirements for bolts, screws, studs and nuts</i>)				
	1.15 Projetar marcação em cores				
	1.16 Projetar produtos de fácil desmontagem para evitar a destruição de componentes				

(continua)

1.17 Projetar para que as partes isoladas sejam de baixo valor para diminuir os custos por quebra				
1.18 Promover o uso de Snap fits (métodos definidos por pressão ou encaixes múltiplos)				
1.19 Usar ferramentas comuns para a desmontagem de produtos				
2. Desenvolver produtos modulares				
2.1 Minimizar as interações entre os módulos existentes do produto				

Legenda: Aplica (verde) Não aplica (vermelho) Não aplica ao produto (branco)

Quadro 17 Comparação da aplicação das Práticas Operacionais das Empresas nas Atividades de Desmontagem e Remontagem

Ao analisar as práticas operacionais das atividades de desmontagem e remontagem, pode ser observado que duas empresas apresentam uma maior aplicação das práticas operacionais. Estes resultados podem ser relacionados com o nível de experiência destas empresas na recuperação de produtos (remanufatura).

Segundo apresentado no capítulo 2 da revisão da bibliografia, dentro do processo de remanufatura a etapa de desmontagem é a etapa que consome maior tempo de realização. Além disso, nesta etapa se apresenta maior probabilidade de quebras de componentes. Neste sentido, pode ser verificado nos resultados das empresas que utilizam as práticas operacionais para desmontagem e remontagem, os esforços que elas apresentam no desenvolvimento de tecnologias e guias que permitam melhorar a produtividade desse processo.

No entanto, pode ser destacado como um fator relevante o fato duas empresas C e D apresentarem um nível baixo de maturidade no processo de remanufatura, por estar no mercado de recuperação de produtos pós-consumo há menos tempo que as empresas A e B. Além disso, a empresa D não possui uma planta industrial somente para o processo de remanufatura. Contudo, as empresas comentam os esforços de melhoria contínua para melhorar o processo e a possibilidade da empresa D possuir, no futuro próximo, uma planta exclusiva para a remanufatura.

Outra tendência presente no Quadro 18 refere-se a não aplicação de algumas práticas operacionais dentro dos produtos recuperados (remanufaturados) da empresa por não ser do setor industrial destas empresas analisadas. Isso é o caso da prática operacional “Evitar o uso de metais dentro das partes plásticas para diminuir a quebra dos componentes”, que se aplica mais para produtos eletro-eletrônicos.

Atividade	Práticas Operacionais	A	B	C	D
Limpeza	1. Projetar produtos que sejam de fácil limpeza				
	1.1 Evitar o uso de adesivos para facilitar a limpeza				
	1.2 Identificar os componentes que requerem limpeza similar				
	1.3 Projetar superfícies lisas no produto para facilitar sua limpeza				
	1.4 Projetar produtos minimizando a limpeza durante o uso para evitar desgaste dos componentes				
	1.5 Usar componentes resistentes à deformação pelo uso de produtos químicos na limpeza				
Aplica (verde) Não aplica (vermelho) Não aplica ao produto (branco)					

Quadro 18 - Comparação da Aplicação das Práticas Operacionais das Empresas na Atividade de Limpeza

Verificou-se que apenas duas, das quatro empresas, apresentam a aplicação de algumas práticas operacionais propostas na atividade de limpeza (identificar os componentes que requeiram limpeza similar e usar componentes resistentes à deformação pelo uso de produtos químicos na limpeza). No entanto, observou-se a preocupação das empresas pela procura de produtos e materiais mais resistentes que facilitem essa atividade. Em uma das empresas é utilizado o *Benchmarking*, que tem por objetivo procurar materiais mais duráveis e mais amigáveis com o meio ambiente.

O Quadro 19 apresenta a verificação das práticas operacionais da atividade de recuperação, aplicadas pelas empresas. Destaca-se a conscientização por parte das empresas da integração das questões ambientais dentro de seus produtos. A aplicação das práticas operacionais, referente à recuperação, reuso e reciclagem de componentes, assim como o uso de materiais mais duráveis, levam a diminuir o consumo de recursos e os impactos ambientais decorrentes desses consumos.

Ressalta-se que duas das empresas estudadas não realizam o reuso de elementos de fixação, pois mencionam que isso pode comprometer a funcionalidade e garantia do produto. No entanto, conforme a literatura consultada, em alguns casos, como nas impressoras remanufaturadas, os parafusos podem ser usados até duas vezes sem comprometer a funcionalidade do produto.

Outro destaque é a aplicação, por parte das quatro empresas estudadas, da prática operacional “Projetar o uso de componentes que facilitem a atualização e adaptação de mudanças tecnológicas”. Isso reflete o uso desta prática operacional no Processo de

Desenvolvimento de Produto para garantir o princípio da remanufatura de oferecer um produto com a mesma funcionalidade, garantia e qualidade de um produto novo. Além disso, a facilidade de poder atualizar os produtos também se reflete na sua extensão do ciclo de vida. Além disso, duas empresas utilizam projetos modulares nos seus produtos.

Verificou-se o baixo nível de integração entre essas práticas no processo de desenvolvimento de produtos, o que dificulta obter maiores níveis de recuperação dos produtos com seus componentes e materiais. No entanto, uma das empresas destacou a integração da recuperação, desde o processo de desenvolvimento de produtos, para os próximos produtos da empresa. Ainda, foi destacado que os ganhos alcançados com essa integração podem refletir diretamente no triple da sustentabilidade (ambiental, econômico e social).

Atividade	Práticas Operacionais	A	B	C	D
Recuperação	1. Projetar a recuperação dos produtos				
	1.1 Analisar a composição dos materiais para sua posterior recuperação				
	1.2 Codificar os componentes para rastreabilidade e recuperação				
	1.3 Evitar o uso de materiais com diferentes tempos de vida				
	1.4 Identificar os componentes plásticos do produto, conforme a ISO 11469 (<i>Plastics -Generic identification and marking of plastics products</i>)				
	1.5 Identificar os componentes e materiais recuperáveis do produto				
	1.6 Identificar os diferentes tipos de plásticos usados no produto				
	1.7 Incentivar o reuso de elementos de fixação, considerando suas funcionalidades originais para não comprometer a qualidade e funcionalidade do produto				
	1.8 Incrementar a quantidade de componentes e materiais recuperáveis no produto				
	1.9 Manter as especificações originais dos elementos de junção e fixação usados em produtos remanufaturados				
	1.10 Melhorar a adaptabilidade dos produtos para processos de recuperação, manutenção e atualização				
	1.11 Minimizar a mistura de materiais do produto				
	1.12 Minimizar o número de diferentes materiais usados no produto				
	1.13 Projetar o reuso de componentes do produto				
	1.14 Projetar o uso de componentes que facilitem a atualização e adaptação de mudanças tecnológicas				

(continua)

1.15	Projetar o uso de elementos de fixação que permitam fácil separação de componentes				
1.16	Projetar os produtos para fácil manutenção				
1.17	Projetar produtos com materiais que sejam de fácil separação para facilitar processos de recuperação e triagem				
1.18	Proteger os grupos de montagem da poluição e corrosão para evitar a deteriorização				
1.19	Reusar produtos com longos ciclos de vida				
1.20	Reduzir as dimensões do produto, tornando-o mais leve e mais fino				
1.21	Usar componentes duráveis com um ciclo de vida maior que das partes auxiliares				
1.22	Usar materiais compatíveis dentro do produto				
1.23	Usar materiais duráveis no produto				
1.24	Usar quando possível material reciclado				
1.25	Usar material reciclável no produto				
Aplica (verde) Não aplica (vermelho) Não aplica ao produto (branco)					

Quadro 19- Comparação da aplicação das Práticas Operacionais das Empresas na Atividade de Recuperação

O Quadro 20 apresenta a aplicação das práticas operacionais da atividade de impactos ambientais por parte das empresas. Verifica-se que três, das quatro empresas estudadas, apresentam preocupação com os impactos ambientais de seus produtos. No entanto, deve-se destacar que a preocupação desses impactos esta baseada no Sistema de Gestão Ambiental da empresa, e não na aplicação de alternativas que visem criar ações mais pró-ativas. Verifica-se, portanto, a necessidade de integrar essas ações pró-ativas desde o processo de desenvolvimento de produtos. Especialmente nas suas fases iniciais, onde são tomadas as decisões, responsáveis pela maioria dos impactos ambientais dos produtos ao longo do seu ciclo de vida.

Outro grande destaque é mencionado por uma empresa, na intenção de usar a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) dentro de seus produtos, com o objetivo de determinar em quais fases se apresentam os maiores impactos ambientais e quais poderiam ser as ações que poderiam ser inseridas para diminuir esses impactos e desenvolver produtos com melhor desempenho ambiental.

De forma geral, pode-se observar que a aplicação das práticas operacionais dentro das empresas que recuperam produtos ainda é limitada, sendo sua origem baseada em ações reativas, e não pró-ativas. No entanto, destaca-se que as empresas começam a perceber como

a integração dessas práticas operacionais no PDP pode auxiliar a melhorar a produtividade dos processos e a atingir melhores resultados no âmbito da sustentabilidade.

Atividade	Práticas Operacionais	A	B	C	D
Impactos ambientais	1. Determinar os impactos ambientais do produto				
	1.1 Determinar os impactos ambientais relacionado aos recursos consumidos				
	1.2 Determinar os impactos ambientais relacionado às emissões dos produtos				
	1.3 Determinar os impactos ambientais relacionados a ecotoxicidade e toxicidade humana				
	1.3.1 Analisar a toxicidade dos materiais usados no produto				
	1.3.2 Eliminar a combinação de materiais corrosivos com os não corrosivos				
	1.3.3 Usar produtos químicos amigáveis ao meio ambiente (ex. adesivos solúveis em água)				
	1.3.4 Minimizar o uso de materiais tóxicos no produto				
	1.3.5 Projetar a remoção e separação de partes que contenham substâncias tóxicas				
	1.3.6 Projetar unidades fechadas para substâncias tóxicas				
Aplica (verde) Não aplica (vermelho) Não aplica ao produto (branco)					

Quadro 20- Comparação da aplicação das Práticas Operacionais das Empresas na Atividade de Impactos Ambientais

6 CONCLUSÕES

Este capítulo descreve as principais conclusões da pesquisa. Inicialmente são destacadas as contribuições conforme as questões e os objetivos traçados no trabalho. Em seguida, são apresentadas as limitações da pesquisa e finalmente as considerações para futuros trabalhos.

6.1 Contribuições Principais da Pesquisa

O Quadro 21 apresenta a relação entre as questões da pesquisa, os objetivos e os resultados obtidos com o trabalho. Destacam-se três resultados principais: 1. A revisão bibliográfica sistemática (RS) que permitiu identificar as 87 práticas de estratégias de fim de vida-EoL, 2. A identificação de 64 práticas operacionais baseadas nessas práticas EoL e 3. A verificação da aplicação das práticas operacionais dentro de empresas que usam a recuperação pós-consumo. Baseado nestes resultados as questões de pesquisa foram respondidas, assim como o objetivo geral traçado dentro do trabalho foi atingido.

Questões da Pesquisa	Objetivos	Resultados
1. Quais são as práticas de estratégias de fim de vida que podem auxiliar o processo de desenvolvimento de produtos?	O objetivo do trabalho é levantar as práticas das estratégias de fim de vida (EoL) e suas respectivas práticas operacionais que podem auxiliar o processo de desenvolvimento de produtos e verificar as que estão sendo aplicadas por algumas empresas que realizam a recuperação de produtos pós-consumo	87 Práticas de estratégias de fim de vida-EoL (Capítulo 4).
2. Quais práticas operacionais, derivadas das práticas de estratégias de fim de vida, estão sendo aplicadas por empresas que realizam a recuperação de produtos pós-consumo no Brasil?		Derivação das 64 Práticas operacionais a partir das práticas EoL (Capítulo 4). Verificação da aplicação das práticas operacionais em múltiplos estudos de casos (Capítulo 5).

Quadro 21 Relação entre as Questões da Pesquisa, os Objetivos e os Resultados do Trabalho

Inicialmente a contribuição geral deste trabalho é preencher a lacuna quanto à falta de trabalhos que visem integrar as questões ambientais dentro do processo de desenvolvimento de produtos (PDP). Neste contexto, a revisão bibliográfica sistemática (RS) trouxe uma

coletânea de 87 práticas de estratégias de fim de vida (EoL) representadas em diversas técnicas, métodos e ferramentas, que podem ser usadas no PDP junto com seus *designers* para desenvolvimento de produtos que possam ser recuperados na etapa de pós-consumo. Nessa aplicação podem ser usadas desde guidelines até *software* que possibilitam a geração e análises de informações e cenários que auxiliam na tomada de decisão à respeito da estratégia de fim de vida mais adequada para o produto a ser desenvolvido. No entanto, observou-se que, em muitos casos, as aplicações das práticas exigem certo nível de conhecimento sobre questões ambientais, o que ressalta a importância da existência de um *time* multidisciplinar dentro do PDP de forma a alcançar resultados mais adequados dentro do contexto de desempenho ambiental dos produtos.

Outra contribuição do trabalho foi a identificação de práticas focadas para a desmontagem que podem auxiliar os *designers* a projetar produtos que facilitem essa atividade, assim como, a implementação de programas que visem diminuir os tempos de desmontagem. A desmontagem é uma atividade crucial para uma maior recuperação dos componentes dos produtos no pós-consumo

Com a identificação das 64 práticas operacionais baseadas nas 87 práticas EoL, foi possível realizar uma verificação inicial da aplicação dentro de empresas que praticam a recuperação pós-consumo. Neste sentido, observou-se ainda a pouca aplicação por parte das empresas das práticas operacionais. Na prática, a melhoria contínua do produto decorre pelo feedback dos processos de remanufatura e não pela integração desde o PDP. Além disso, a existência de algumas práticas operacionais que devem ser inseridas, necessariamente, desde as fases iniciais do PDP, impossibilita sua aplicação em fases posteriores do processo de remanufatura (ex. projetar o uso de elementos de fixação que permitam fácil separação de componentes, projetar superfícies lisas no produto para facilitar sua limpeza etc.).

Com a realização da pesquisa de campo, observou-se que as empresas percebem a importância da integração das práticas operacionais identificadas desde o PDP, possibilitando a melhoria do desempenho ambiental dos produtos e aumento das oportunidades que podem ser oferecidas na recuperação de produtos, componentes e materiais. No entanto, ainda existe um nível de maturidade baixo nessa integração, sendo que apenas uma empresa menciona projetos futuros de produtos que já integram a recuperação de produtos pós-consumo desde o PDP.

A inexistência de legislação, caso específico da remanufatura, impede que a recuperação de produtos, seja um mercado totalmente estruturado no Brasil. Além disso, as

leis atuais não exigem dos fabricantes a integração de programas para a recuperação de materiais que são descartados no pós-consumo.

Finalmente, conclui-se que há um paradoxo entre a teoria e a aplicação nas empresas com relação às práticas operacionais de fim de vida do produto, desde o PDP. Isto é ratificado pelo grande número de práticas existentes na literatura, quando comparadas com a aplicação destas práticas operacionais nas empresas estudadas.

6.2 Limitações do trabalho

Durante a fase de execução do trabalho da revisão bibliográfica (RS) surgiu a impossibilidade de consultar alguns estudos que constam em bases de dados não assinadas pela Escola de Engenharia de São Carlos- Universidade de São Paulo (EESC-USP), limitando os resultados dos estudos da RS.

Referente às práticas EoL, não foi possível identificar informações detalhadas de como pode ser realizada a integração desde as fases iniciais do PDP o que leva a uma limitação na integração por parte das empresas, pois muitas delas ainda apresentam um nível baixo nesta visão de integrar desde o PDP a recuperação de produtos pós-consumo.

A não abertura da área de PDP dentro das empresas impossibilitou a verificação das práticas operacionais. Sendo que tal verificação foi realizada desde a percepção do colaborador entrevistado da empresa e pela observação durante a visita técnica.

A verificação das práticas operacionais foi realizada apenas em empresas do setor automotivo. No entanto, muitas das práticas operacionais foram identificadas em práticas EoL que usaram para sua aplicação, estudos de caso no setor eletro-eletrônico o que levou à não aplicação de algumas práticas operacionais por parte das empresas foco deste estudo.

6.3 Considerações para futuros trabalhos

A partir deste trabalho, há a possibilidade de sua continuação de forma que possam ser avaliadas e integradas as práticas das estratégias de fim de vida com o PDP.

Realizar estudos focados às características necessárias dos componentes para serem usados em processos que visem a recuperação de produtos.

Observa-se, também, a oportunidade de se agrupar as práticas operacionais identificadas, por grupo de produtos, divididos por setores industriais, de modo a sua futura aplicação por parte dos *designers*.

Outra consideração para pesquisas futuras é a realização de outros estudos de caso em empresas que não integrem a recuperação pós-consumo, especificamente na área de PDP, de modo a identificar as possíveis barreiras que os *designers* podem apresentar no momento de considerar as práticas operacionais dentro do projeto de produtos.

7 REFERÊNCIAS¹⁶

ALTING, L.; HAUSCHILD, M.; WENZEL, H. Life cycle Engineering and Management. Status and Perspectives In: SELIGER, G. (Ed.). **Sustainability in Manufacturing: Recovery of Resources in Product and Material Cycles**. Berlin: Springer-Verlag, 2007. Cap. 3, p.31-67.

ALTING, L.; LEGARTH, J.B. Life cycle engineering. **Annals CIRP**, Paris, v.44, n.2, p.569.578, 1995.

ARDENTE, F.; BECCALI, G.; CELLURA, M. Eco-sustainable energy and environmental strategies in design for recycling: the software "ENDLESS". **Ecological Modelling**, Amsterdam, v.163, n.1/2, p.101-118, May 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2007. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama_2007.php>. Acesso em: 20 nov. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO/NBR 14.062**: Gestão ambiental - integração de aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento de produtos. Rio de Janeiro, 2004.

BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos**: planejamento, concepção e modelagem. São Paulo : Manole, 2008.

BARBIERI, J.C. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**: as Estratégias de mudanças da agenda 21. Petrópolis. Vozes. 1997.

BARQUET, A.P.B. **Barreiras e diretrizes para a implementação de um sistema de remanufatura**. 2010.246p.Dissertação (Mestre em Engenharia) Departamento de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BAUMANN, H.; BOONS, F.; BRAGD, A. Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v.10, n.5, p.409-425, Oct. 2002.

BERETON et al., 2007. Lessons from Applying the Sistematic Literature Review Process within the Software Engineering Domain. **The Journal of System and Software**. v. 80, p.571-583, 2007.

BIOLCHINI, J. et al. **Systematic Review in Software Engineering**, Technical Report RT ES 679/05, Systems Engineering and Computer Science Department, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brazil. 2005.

¹⁶ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

BRAS B., HAMMOND, R.. **Towards design for remanufacturing-Metrics for assessing remanufacturability**. S. D. Flapper, A. J. de Ron, eds. Proc. 1st Internat. Workshop Reuse (November 11-13). Eindhoven, The Netherlands, 35-52. 1996

BRASIL. Departamento de Negociações Internacionais. Nota Técnica DEINT n° 67/2006 **Bens Remanufaturados**. Brasília, DF, 30 Agosto de 2006.

_____. Departamento de Comércio Exterior. Portaria DECEX 235/2006. Brasília, DF, 07 de dezembro de 2006.

_____. Departamento de Comércio Exterior. Portaria DECEX 8/1991. Brasília, DF, 13 de maio de 1991.

_____. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei n.º 9.974, de 6 de Junho de 2000.

CARRELL, J.; CHAO ZHANG, H.; LI, H. Review of Current End-of-Life Options for Electronics and Future Automatic Disassembly Options with Shape Memory Materials with Carbon Nanotubes for Electronics. **Proceedings of the 15th CIRP Conference on life Cycle Engineering. 2008**, Austrália. Annals, 2008. p. 470-475.

CERVANTES, B.M.N. **A Construção de tesauros com a integração de procedimentos terminográficos**. 2009. 210p. Dissertação (Doutor em Ciências) - Universidade Estadual Paulista, Marília, 2009.

CHAN, J.W.K.; TONG, T.K.L. Multi-criteria material selections and end-of-life product strategy: Grey relational analysis approach. **Materials & Design**. v. 28. P. 1539- 1546. 2007.

CHEN, J.L.; WU, J.N. Neural Network Model for Product End-of-Life- Strategies. **Proceedings of the Electronics and the Environment, 2003. on IEEE International Symposium**. p. 159-164. 2003

CHUNG, J.; LEE, H. Web based Ecodesign supporting system for electronic products. IEEE. p. 246-250. 2003.

CHUNG, C.; PENG, QUINQJIN. A hybrid approach to selective-disassembly sequence planning for de-manufacturing and its implementation on the internet. **International Journal Adv Manuf Technol**. V. 30, p. 521-529. 2006

CIMDATA. Product Life Cycle Management (PLM) definition, Disponível em: <http://www.cimdata.com/plm/definition.html> Acesso em: 14 de dezembro de 2009.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance**: strategy, organization

and management in the world auto industry. Boston-Mass.: Harvard Business School Press, 1991. 409 p.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS. O **Livro verde sobre a Política Integrada Relativa aos Produtos**, Bruxelas, 2001.

COMUNIDADE EUROPÉIA. Parlamento Europeu e do Conselho. Diretiva 2000/53/CE **Relativa aos Veículos em Fim de Vida**. 23 de Maio de 2000.

_____. Parlamento Europeu e do Conselho. Diretiva 2002/96/CE **Relativa à Restrição do uso de determinadas Substâncias Perigosas em Equipamentos Eletro- Eletrônicos**. 8 de Novembro de 2002.

_____. Parlamento Europeu e do Conselho. Diretiva 2002/95/CE **Relativa aos Resíduos de Equipamentos Eletro- Eletrônicos** 8 de Novembro de 2002.

COOPER, J.; LEE, S.J.; BOUSSU, J.; BOMAN, S. Life cycle design metrics for energy generation technologies: Method, data, and case study. **Journal Powers Sources**. V. 186., p. 138-157. 2009.

CRUZ-RIVERA, R; ERTEL, J. Acumulación de Productos al Final de su Vida Útil en México, El Caso de los Vehículos Automotores. **Revista Internacional de. Contaminación Ambiental [online]**. v.24, n.3, p. 117-130. 2008.

DESAI, A.; MITAL, A. Incorporating work factors in design for disassembly in product design. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Bradford, v.16, n.7, p.712-732, 2005.

DE JESUS, J.B.M. Tesouro: Um Instrumento de representação do conhecimento em sistemas de recuperação da informação. **XII Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias**, Recife 2002.

DOS SANTOS, A.; SAMPAIO, C.P.; VEZZOLI, C. Cascade Approach On Recycling For Marble And Granite Product Design. **Material and Design**.v.30, p. 287-291.2009.

ELKINGTON, J. **Canibais com Garfo e Faca**. Tradução. Patricia Martins Ramalho. São Paulo. Editora Makron Books. 2001. 444p.

FELDMANN, K.; TRAUTHER, S.; MEEDT, O. Innovative Disassembly Strategies Based on Flexible Partial Destructive Tools. **Annual Reviews in Control**. v. 23, p.159-164. 1999.

FISKEL, J.; MCDANIEL, J.; SPITZLEY, D. Measuring Product Sustainability. **The Journal of Sustainable Product Design**. P. 7-16, 1998.

GARETTI M.; TERZI, S. Organisational change and knowledge management in PLM implementation. V. 1., n. 1., p. 43-51.2005.

GEHIN, A.; ZWOLINSKI, P.; BRISSAUD, D. A tool to implement sustainable end-of-life strategies in the product development phase. **Journal of Cleaner Production** Vol. 16, p. 566-576, 2008.

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo. Editora Atlas. 1999. 206p.

_____. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ED. São Paulo: Editora Atlas, 2007. 175p.

GIUNTINI, R.; GAUDETTE, K. Remanufacturing: The next great opportunity for boosting US productivity. **Business Horizons**, v.46, n.6, p.41-48, 2003.

GOEDKOOOP, M.J. et al. **Product Service Systems: Ecological and Economic Basics**. 1999. Disponível em: <http://www.pre.nl/pss/download_PSSreport.htm>. Acesso em: 21 mar. 2009

GONZÁLEZ, B.; ADENSO-DÍAZ, B.A bill of materials-based approach for end-of-life decision making in design for the environment. **International Journal of Production Research**. V. 43, n. 10,15 p. 2071-2099.2005.

GRAY, C.; CHARTER, M. **Remanufacturing and product design: designing for the 7th generation**. The Centre for Sustainable Design.University College for the Creative Arts, Farnham, Reino Unido. 2006.

GUANGFU, L.; SHICHUN, B.; ZHIFENG, L.; PENG, C.; QINGDI, K. Product End-of-Life Strategies Based on Neural Network Model. **Proceedings of the 15th CIRP Conference on life Cycle Engineering**. 2008, Austrália. Annals, 2008. p. 1-5.

GUELERE FILHO, A.; ROZENFELD, H. **Integrating Ecodesign Methods and Tools into a Reference Model for Product Development**. IV Global Conference on Sustainable

Manufacturing. 2006.

GUNGOR, A.; Evaluation of connection types in design for disassembly (DFD) using analytic network process. **Computers & industrial engineering**.v.50.,p.35-54.2006.

HARJULA, T.; RAPOZA, B; KNIGHT, W.A. BOOTHROYD, G. Design for Dissassembly and the Environment. **Annals of the CIRP**. v. 45., p. 109-114.1996.

HAUSCHILD, M.; JESWIET, J.; ALTING, L. From Life Cycle to Sustainable Production: Status and Perspectives. **Annals of the CIRP 54/2**. p.70-87. 2005.

HAUSER, W.; LUND, R.T. **Remanufacturing An American Resource**. Boston University. 2003. Disponível em: www.bu.edu/remman/RemanSlides.ppt. Acesso em: 30 mar. 2009.

HEISKANEN, E. The Institucional Logic of Life Cycle Thinking. **Journal of Cleaner Production**. V.10, p. 427-437. 2002.

HUISMAN, J.; BOKS, C.B.; STEVELS A.L.N. Quotes for environmentally weighed recyclability (QWERTY): concept of describing product recyclability in terms of environmental value.Int. J. Production Research.v. 41., n. 16., p. 3649-3665. 2003.

IJOMAH, W.L. et al. Development of robust design-for-remanufacturing guidelines to further the aims of sustainable development. **International Journal of Production Research**, v.45, n.18-19, p.4513-4536, 2007.

_____. Development of Design for Remanufacturing Guidelines to Support Sustainable Manufacturing. **Robotics and Computer-Integrates manufacturing**. v.23, p.712-719.2007.

IJOMAH, W.L.; BENNETT, J.P.; PEARCE, J. Remanufacturing: Evidence of Environmentally Coscious Business Practice in the UK. Ecodesign. **First International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing**, pp.192, 1999.

INTERNATIONAL CENTRE FOR TRADE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT (ICTSD). Bens Usados x Remanufaturados: as provavéis mudanças nos cenários comerciais, internacioanl e brasileiro. disponível em <http://ictsd.org/i/news/12432/> Acesso em 03 de dezembro de 2009.

ISHII, K. Incorporating End-of-Life Strategy in Product Definition, Invited paper, EcoDesign'99 **First International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing**. Japão. p. 1-6 1999 .

ISO NBR 14.062. Gestão Ambiental- Integração de Aspectos Ambientais no Projeto e desenvolvimento de Produtos. 2004.

JACOBSSON, N. Emerging Product Strategies. Selling Services of Remanufactures Products. 193 f. **Licentiate Dissertation**-The International Institute for Industrial Environmental Economics.Lund University Sweden, 2000.

JARRAR, Y.F.; ZAIRI, M. Internal transfer of best practice for performance excellence: a global survey. *Benchmarking An International Journal*, v. 7. n. 4, p. 239-246. 2000.

JESWIET, J.; HAUSCHILD, M. Ecodesign and Future Environmental Impacts. **Materials and Design**. V. 26, p. 629-634. 2005.

JOHANSSON, G. Success factor for integration of Ecodesign in product development: A review of state of the art. In: **Environmental Management and Health**, v. 13, n. 1, p. 98-107.2002.

KAEBERNICK, H. Reuse, Recycling and Remanufacturing Impediments for Industrial Implementation. **PROCEEDINGS OF THE 14TH CIRP CONFERENCE ON LIFE CYCLE ENGINEERING**, 2008, Australia. Annals, 2008. P 5.

KABERNICK, H.; O'SHEA, B.; GREWAL, S.S. A method sequencing the Disassembly of Products. *Annals CIRP*. v. 49.p. 13-16.2000.

KARA, S.; POMPRASITPOL, P.; KAEBERNICK, H. Selective Disassembly Sequencing: A Methodology for the Disassembly of End-of-Life Products. S of the **Annals of the CIRP**, v.55.2006.

KATES, R.W.; PARRIS, T.M.; LEISEROWITZ, A.A. What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, v.47, n.3, p.8-21, 2005.

KERNBAUM, S.; HEYER, S.; CHIOTELLIS, S.; SELIGER, G.Process planning for IT-equipment remanufacturing. **CIRP Journal of Manufacturing and Technology**. Article in press.2009.

KIM, K.; HWANG, Y.; PARK, K. An assessment of the recycling potential of materials based on environmental and economic factors; case study in South Korea. **Journal of Cleaner Production**. v.17, p. 1264-1271. 2009.

KING, A.M., et al. Reducing Waste: Repair, Recondition, Remanufacture or Recycle?. **Sustainable Development**. v.14, p. 257-267. 2006.

KRIWET, A.; ZUSSMAN, E.; SELIGER, G. Systematic Integration of Design-for-Recycling into Product Design. **International Journal of Production Economics**. v.38, p. 15-22.1995.

KUO, T.C. The construction of a collaborative-design platform to support waste electrical and electronic equipment recycling. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**.v. 26., p. 100-108. 2009.

KURK, F.; EAGAN, P. The value of Adding Design-for-the-Environment to Pollution Prevention Assistance Options. **Journal Cleaner Production**. v. 16 p.722-726.2008.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 3 ed.São Paulo: Editora Atlas.1991. 249p.

LEE, H.M. et al. System Architecture for Design and EoL Information Integration Framework. **International Conference on Product Lifecycle Management**, p.1-10, 2008.

_____. A Framework for Design and End-of-Life Integration (DELII). **LCE Annals**. p.2-6. 2008.

LEE, S.G.; LYE, S.W.; KHOO, M.K. .A Multi-objective methodology for evaluating product End-of life Options and Disassembly. **Advanced Manufacturing Technology**. V. 18, p. 148-156. 2001.

LEUNG, R. Facilitating DfE in enterprises: the taiwan Green Design Network .International IEEE conference on Asian Green Electronics (AGEC). P. 164-166.2004.

LINDAHL, M.; SUNDIN, E.; OSTLIN, J. Environmental Issues within the Remanufacturing Industry. **Proceedings of the 14th CIRP Conference on life Cycle Engineering, 2008, Suécia. Annals, 2006. P 447-452.**

LINDHQVIST, T. Extended Producer Responsibility in Cleaner Production. Policy Principle to promote environmental. **Tese de doutorado**. University Lund. The International Institute for Industrial Environmental Economics. Suécia 2000.

LUTTROP, C.; LAGERSTEDT, J. Ecodesign and the Ten Golden Rules: generic advice for Merging Environmental Aspects into Product Development. **Journal Cleaner Production**. v. 14 p.1396-1408.2006.

MABEE, D.G.; BOMMER, M.; KEAT, W.D. Design charts for remanufacturing assessment. **Journal of manufacturing systems**. v.18.,n.5, p. 358-366.1999

MACHADO, M.C.; TOLEDO, N.N. Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos: uma abordagem baseada na criação de valor. São Paulo. Editora Atlas, 2008. 147p.

MANGUN, D.; THURSTON, D.L. Incorporating Component Reuse, Remanufacture, and Recycle Into Product Portfolio Design. **IEEE Transactions on Engineering Management**. v. 49., n. 4. p. 479-490.2002.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. O **Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. Tradução Astrid de Carvalho. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 367p.

MASANET, E.; TSUDA, R.A.D.; BAYNES T.B.A. An assessment and prioritization of "Design for recycling Guidelines for plastics components. **IEEE**. P.5-10. 2002.

MATHIEUX, F.; FROELICH, D.; MOSZKOWICZ, P. ReSICLED: a new recovery-conscious design method for complex products based on a multicriteria assessment of the recoverability. **Journal of Cleaner Production**. v.16, p.277-298. 2008.

McKERLIE, K.; KNIGHT, N.; THORPE, B. Advancing Extended Producer Responsibility in Canada. **Journal of Cleaner Production**. v. 14, p.616-628.2006.

MEMEI, G. ZHOU, M.; CAUDILL, R.J. Development of Demanufacturing Module for Multi-lifecycle Assessment and Analysis of products. **Systems, Man, and Cybernetics, 2001 IEEE International Conference** . IEEE. v. 3, P. 1856-1861.2001.

MILANEZ, B.; BÜHRS, T. Extended producer responsibility in Brazil: the case of tyre waste. **Journal Cleaner Production**, v.17, p.608-615, 2009

MONT, O.K. Clarifying the concept of product–service system. **Journal of Cleaner Production**, v.10, n.3, p.237-245, 2002.

MURTAGH, N.; BAMBA, T.; IWAMA, K. An Evaluation Tool for Eco-Design of electrical Products. **Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, 1999. Proceedings. EcoDesign '99: First International Symposium On Tokio**. Japão. 1999.

NASR, N.; HILTON, B. Design for Remanufacturing. **Proceedings of the 15th CIRP Conference on Life Cycle Engineering, 2008, Austrália. Annals, 2008. P 19-22.**

NIELSEN, P.H.; WENZEL, H. Integration of Environmental Aspects in Product Development: a Stepwise Procedure based on Quantitative Life Cycle Assessment. **Journal of Cleaner Production**. v. 10, p. 247-257. 2002.

OIKO, O.T., et al. Além do Projeto Conceitual: A Remanufatura No Processo de Desenvolvimento de Produtos. XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de produção. ENEGEP 2009.

ONG, S.K.; T.H. KOH, NEE A.Y.C. Development of a Semi-quantitative pre-LCA tool. **Journal of Materials Processing Technology**. N. 89-90, p.574-582.1999.

PIGOSSO, D. A. **Integração de métodos e ferramentas do eco-design ao Processo de Desenvolvimento de Produtos**. (Relatório final de Iniciação Científica apresentado à FAPESP). São Carlos, 2008.

PIGOSSO, D.C.A, et al. Ecodesign Methods Focused on Remanufacturing. **Journal of Cleaner Production**. V. 18, p. 21-31. 2010.

POSSAMAI, O.; VALENTINA, L.V.O.D. A model of Evaluation of Design for Disassembly. **Product Management & Development**, v. 5, n. 2, p. 133-137.2007

POSSAMAI, O.; VALENTINA, L.V.O.D. A model of Evaluation of Design for Disassembly. **Product Management and Development**, v. 5, n. 2, p. 133-137.2007.

RANKY, P.G.; CAUDILL, R.J.; DAS, S.K. A web-enabled Virtual Disassembly Manager (webVDM) for electronics Products. **IEEE anais**.2001.

ROMANO, L.N. Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas. (tese de doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. P.323.2003.

ROSE. C. Design for Environment: **A Method for Formulating Product End-of-life Strategies**. Ph D Dissertation. Stanford University. 2000.

ROSE, C.M.; BEITER, K.A.; ISHII, K. Determining End-of-life Strategies as Part of Product Definition. IEEE International Symposium on Electronics and the Environment Danyers. MA, USA. p. 219-224. 1999.

ROSE, C.M; ISHII, K.; STEVELS, A.. ELDA and EVCA: Tools for Building product End-of-Life Strategy. **The Journal of Sustainable Product Design**. v. 1, p.181-195.2001.

_____. Influencing Design to Improve Product End-of-life Stage. **Research in Engineering Design**. v. 13, p. 83-93. 2002.

ROSEMANN et al. Design for Recycling, recycling data management and optimal end-of-life plannign based on recycling-graphs. **International Conference on Engineering Design ICED 99**. Munich .1999.

ROSSI, R. M. **Método para análise interna das organizações: uma abordagem a partir da Resource-Advantage Theory**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSCar, São Carlos, 2009.

ROZENFELD, et al. **Gestão do Desenvolvimento de Produtos**. Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo. Saraiva. 2006. 542 p.

SAAVEDRA, Y.M.B; SOUSA, S.R.; OMETTO, A.R. **Sistema produto-serviço e Remanufatura Como Alternativas no Desenvolvimento de Ciclo de Vida Sustentáveis**. Simpósio de Engenharia de Produção. XVI SIMPEP. 2009

SAND, J.C.; GU, P.; WATSON, G.HOME: House of Modular Enhancement a tools for modular product redesign. **Concurrent engineering: Research and applications**. V.10, n. 2.,

p. 153-164. 2002.

SANTOCHI, M.; DINI, G.; FALILLI, F. Computer Aided Disassembly Planning: State of the Art and Perspectives. **Annals CIRP**.2002.

SANTOS, A.; SAMPAIO, C.P.; VEZZOLI, C. Cascade approach on recycling for marble and granite product design. **Material and Design**, v.30, p.287-291, 2009.

SCHARNHORST, W.; ALTHAUS, H-J.; CLASSEN, M.; JOLLIET, O.; HILTY, L.M.The end of life treatment of second generation mobile phone networks: Strategies to reduce the environmental impact. **Environmental Impact assessment**. V. 25., p. 540-566. 2005.

SEITZ, M.A.;WELLS, P.E. Challenging the Implementation of Corporate Sustainability. The case of automotive engine remanufacturing. **Business Process Managment Journal**, v. 12, n.6, p. 822-836,2006.

SELIGER, G.; BASDERE, B.; KEIL, T. e-Cycling Platform for Profitable Reuse. International Symposium on Assembly and Task Planning Soft Research Park. p. 453-457.2001.

SELIGER G.; WEINERT, N.; ZETTL, M. Module Configurator for the Development of Products for Ease of Remanufacturing. In: TAKATA, S.; UMEDA, Y. (Ed.). **Proceedings of the 14th CIRP Conference on Life Cycle Engineering**, p.47-52, 2007.

SELIGER, G. et al. **European Remanufacturing Market Analysis on example products Medical Treatment machines and Industrial Robots**. Interim Report. Technische Universität Berlin. Department of Machine Tools and Factory Management, 2009.

SHU, L.H.; FLOWERS, W.C. Considering Remanufacture and other End-of-life-options in Selection of Fastening and Joining Methods. **Proceedings of IEEE International Symposium on Electronics & the Environment**, p. 75-80, 1995.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4.ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p.

SPICER, A.; WANG, M.H. Environmental Design Industrial Template (EDIT): A Software tool for Analysis of Product Retirement. **Journal Cleaner Production**, v. 5, n. 3 p. 193-198, 1997.

STAIKOS, T.; RAHIMIFARD, S. An end-of-life decision support tool for product recovery

considerations in the footwear industry. **International Journal of computer integrated manufacturing**. v.20, n.6, p. 602-615.2007.

STEINHILPER, R. **Remanufacturing: the ultimate form of recycling**. 1998. Disponível em http://www.reman.org/Publications_main.htm . Acesso em: 27 jun 2008.

STEVENS, A.; BOKS, C. Lessons Learned From 10 Years take-back and Recycling. **Proceedings of the 7th CIRP International Seminar on Life Cycle Engineering**, IEEE. p.30-37. 2000.

SUCH, G. et al, E. Process Oriented Framework to Support PLM Implementation. **Computers in Industry**. V. 59, p. 210-218. 2008.

SUN,J., et al. Design For Environment: Methodologies, Tools and Implementation. **Society for Design and Process Science**. v.7, n.1, p. 59-75. 2003.

SUNDIN, E. **Product and Process Design for Successful Remanufacturing**. PhD Dissertation, Linköping's Universitet. 2004.

SUNDIN, E. LINDAHL, M. Rethinking Product Design for Remanufacturing to facilitate Integrated Product Service Offerings. **International Symposium on Electronics and the Environment**. Estados Unidos.p.1-6. 2008.

SUNDIN, E ;ÖSTLIN, J. Case Study Analysis of three toner cartridge remanufacturers. **4th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing** p. 460-465. 2005.

THIERRY,M. et al. Strategies Issues in Product Recovery Management. **California Management Review**, v.37, n.2, p.114-135, 1995.

UMEDA, Y.; KONDOH, S.; SUGINO, T. Analysis of Reusability “Marginal Reuse Rate”. **Annals of the CIRP**. v. 55. p.1-4. 2006.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). *The role of Product Service Systems in a sustainable society*. Disponível em: <http://www.unep.fr/scp/design/pdf/pss-brochure-final.pdf> . Acesso em: 20 set. 2008.

_____. Life Cycle Management. A Business Guide to Sustainability 2007. Disponível em: <http://www.uneptie.org/shared/publications/pdf/DTIx0889xPA-lifeCycleManagement.pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2009.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Division of Technology Industry and Economics. **Financing cleaner production** - profiting from cleaner production. Resource Kit for Training Checklists for Action. Disponível em: <www.financingcp.org/training/training.html>. Acesso em: 30 June 2008.

WANYAMA, W *et al.* Life-cycle engineering: issues, tools and research. **Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 16, n.4-5, p. 307-316, 2003.

WEENEN, J. C. Towards sustainable product development. **Journal of Cleaner Production**, v. 3, n. 1-2, p. 95-100, 1995.

WILLEMS, B. *et al.* Contribution to Design for Adaptation: Method to assess the adaptability of products (MAAP). Proceedings of EcoDesign 2003: **Third International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing**; Tokyo, Japan, December 8-11, p. 589-596. 2003.

WILLIEMS, B.; DEWULF, W.; DUFLOU, J. A Method to Assess the Lifetime Prolongation Capabilities of Products. **International Journal Sustainable Manufacturing**, v.1, n 1-2, p. 122-144. 2008.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT – WCED. **Our Common Future**. New York, Oxford: University Press, 1987.

WORLD TRADE ORGANIZATION: **Negotiating Group on Market Access**. WTO TN/MA/18/ Addendum. Negotiating Non-Tariff Barriers Related to Remanufacturing and Refurbishing: Communication from the United States. Geneva, Suíça: 05 de dezembro de 2005.

WRIGHT, *et al.* E..Improving recyclability by design: a case study of fibre optic cable. **Resources conservation and recycling**, v 44., p.37-50. 2005.

XING, K.; LUONG, L.; ABHARY, K. A methodical to enhance reutilisation potential in product design. **Conference International on Asian Green Electrics**, 2005

YIN, R.K. **Estudo de Caso. Planejamento e Métodos**. São Paulo. Editorial Bookman. 2005.

ZANCUL, E.S. **Gestão do Ciclo de Vida de Produtos: Seleção de Sistemas PLM com base em Modelos de Referência**. 2009.212p.Dissertação (Doutorado em Engenharia) Departamento de Engenharia de Produção. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

ZANETTE, E.T. **Levantamento dos Cenários Tecnológicos da Remanufatura de Bens de Capital no Brasil**. (Relatório final de Iniciação Científica apresentado à CNPq). São Carlos, 2008.

ZHANG, H.C., YU, S.Y; ERTAS,A. Environmental Conscious Design: An Introduction to EDST.**Society for Design and Process Science**, v. 3, n.4 p. 27-38, 1999.

ZWOLINSKI, P.; LOPEZ-ONTIVEROS, M.A.; BRISSAUD, D. Integrated design of remanufacturable products based on product profiles. **Journal of Cleaner Production**, v.14 p. 1333-1345, 2006.

ZWOLINSKI, P.; SGHAIER, A.; BRISSAUD, D. Definition of a VR Tool for early design stage of the product structure under consideration of disassembly. **14th CIRP Conference on Life Cycle Engineering**. P. 71-76. 2007

8 APÊNDICES

Apêndice A- Regulações e Políticas relacionadas à Recuperação de Produtos

O Japão e a União Européia são considerados os países com maiores níveis de desenvolvimento relacionados aos marcos legais de regulamentação ambiental, responsabilizando cada vez mais os fabricantes pelo destino final dos produtos. Outros países menos desenvolvidos também vêm realizando esforços para regulamentar aspectos ambientais para os diferentes setores industriais das economias internas. No caso do Brasil, observa-se que a legislação ambiental ainda é limitada e pouco estruturada e regulamentada, situação que dificulta a integração e conscientização ambiental para o ciclo de vida dos produtos comercializados pelas empresas. O Quadro 22 resume as leis/políticas relacionadas à recuperação de produtos, vistas no contexto internacional e nacional, e descritas brevemente a seguir.

Leis/Política	Objetivos	País de Origem
Política Integrada Relativa aos Produtos (IPP)	Produtos mais Ecológicos e consumo mais eficiente por parte dos consumidores.	União Européia
Responsabilidade Estendida do Produtor (REP)	Maior acompanhamento por parte das empresas dos seus produtos ao longo do ciclo de vida, incluindo a etapa de pós-consumo, buscando mudanças e melhorias ambientais ao longo do ciclo.	União Européia
Fim de Vida de Veículos (ELV)	Melhorar, recuperar e reduzir os resíduos provenientes dos veículos. Projetar veículos integrando as questões ambientais e recuperação de produtos com seus componentes e materiais.	União Européia
Restrição de Substâncias Perigosas (RoHS)	Restringir o uso de substâncias perigosas ao meio ambiente	União Européia
Resíduos de Equipamentos Eletro-Eletrônicos (WEEE)	Incentivar a reciclagem de equipamentos eletro-eletrônicos	União Européia
Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010.	Política Nacional de Resíduos Sólidos	Brasil

(continua)

Lei nº 9.974/00	Recolhimento e destinação final das embalagens dos produtos fitosanitários (agrotóxicos)	Brasil
Nota Técnica (nº 67/2006)	Define a remanufatura, estabelece diferenças entre as outras estratégias de fim de vida e destaca alguns aspectos econômicos e positivos da remanufatura.	Brasil
DECEX nº 8 e DECEX nº 235	Restrição da importação de bens usados, aplicado também para produtos remanufaturados.	Brasil

Quadro 22-Leis/Políticas Relacionadas à Recuperação de Produtos

- **Política integrada relativa aos produtos (IPP)**

A Política Integrada Relativa aos Produtos (IPP) é uma abordagem criada pela União Europeia e traça como desafio tornar os produtos mais ecológicos, onde as ações devem ser adotadas, principalmente, por empresas e consumidores (HAUSCHILD; JESWIET, ALTING, 2005).

A abordagem de IPP visa promover o desenvolvimento de produtos mais ecológicos e tornar mais eficiente o consumo desses bens por parte dos consumidores, reduzindo os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida dos produtos, desde sua extração até as fases de produção, distribuição, utilização, tratamento e gestão de resíduos.

As empresas são motivadas a tomar decisões para incorporar soluções relacionadas aos impactos ambientais dos produtos. Uma vez o produto lançado no mercado, é pouco o que pode ser realizado para melhorar as suas características ambientais (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 2001). Por sua vez, os esforços realizados na fase de *design* para conseguir produtos mais ecológicos serão inúteis se os consumidores não adquirirem uma consciência ambiental pelo consumo destes bens.

- **Responsabilidade estendida do produtor (REP)**

O conceito de Responsabilidade Estendida do Produtor (REP) derivada do termo em inglês *Extender Producer Responsibility* (EPR), apareceu nos inícios dos anos 90', na Suécia, em um relatório para o Ministério do Meio Ambiente, elaborado por Lindhqvist¹⁷ (1990 *apud* Lindhqvist, 2000). Neste trabalho, foram analisados os esquemas de gestão de resíduos e

¹⁷ Lindhqvist, T. e Lidgren, K. (1990). Modeller för förlängt producentansvar [Models for Extended Producer Responsibility]. In Ministry of the Environment, *Från vaggan till graven - sex studier av varors miljöpåverkan* [From the Cradle to the Grave – six studies of the environmental impact of products]. (Ds 1991:9).

reciclagem, assim como o uso de vários instrumentos políticos para promover a produção mais limpa. Em 2000, o próprio autor apresentou a definição de REP como sendo: “a iniciativa de promover a redução de impactos ambientais e aumentar o comprometimento dos fabricantes por seus produtos ao longo do ciclo de vida, especialmente na fase de pós-consumo, integrando estratégias de fim de vida (EoL) e de disposição final adequada”. Ainda, destaca que sua implementação é conduzida por meio de instrumentos informativos, administrativos e econômicos. Menciona que é uma abordagem consistente com o princípio **poluidor-pagador**¹⁸.

Já a *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) define a responsabilidade estendida do produtor como uma política ambiental em que a responsabilidade seja física e/ou financeira do produtor se estende até a fase de pós-consumo do produto. Ou seja, os fabricantes têm a responsabilidade de buscar, nas diferentes fases de vida de um produto, mudanças e melhorias ambientais.

Por sua vez, Manzini e Vezzoli (2002) ressaltam como a REP aciona a capacidade dos produtores na solução de problemas (neste caso de resíduos). As empresas que se responsabilizam por seus produtos na etapa de pós-consumo estimulam a criatividade e conhecimento, especialmente no projeto do produto, sobre medidas que possibilitem fechar o ciclo de vida desses de uma forma mais eficiente. McKerlie, Knight e Thorpe (2006) apresentam como a REP pode estimular a inovação de produtos e a prevenção da poluição por meio de atividades como:

- Redução de materiais, insumos e energia;
- Eliminar o uso de substâncias tóxicas no produto;
- Incrementar o uso de materiais recicláveis e reciclados;
- Melhorar a eficiência de sistemas de transporte e processos de produção;
- Estender o uso de vida útil dos produtos;
- Incrementar a oportunidade de recuperação e reuso do produto na sua fase de fim de vida e

¹⁸ Conforme Barbieri (2006), o princípio do Poluidor-pagador impõe ao estado o dever de estabelecer um tributo ao agente poluidor, usuário ou não do serviço público destinado a tratar a poluição. Dos seus objetivos, o primeiro é de natureza fiscal, relacionado a arrecadar receita para custear os serviços públicos ambientais evitando que os prejuízos dos poluidores recaiam sobre a sociedade. O segundo, de natureza extrafiscal, o qual induz a um comportamento ambiental preventivo por parte dos agentes privados.

- Criar novas formas de entregas do produto como, por exemplo, o Sistema Produto-Serviço (SPS).

Milanez e Buhrs (2009) também acrescentam que a REP é uma das alternativas que permitem integrar práticas sustentáveis e estratégias de fim de vida. Na União Européia e no Japão, por exemplo, já estão em vigor legislações a respeito da REP.

- **Fim de vida de veículos (ELV)**

As diretrizes para a destinação do fim de vida de veículos, derivada do inglês *End of life Vehicles (ELV)*, foram indicadas pela União Européia, no ano de 2000, pela diretiva 2000/53/CE, com a intenção de recuperá-los, reduzir os resíduos e obter uma melhoria da qualidade ambiental do produto. As principais ações estão centradas na coleta, reuso e reciclagem destes veículos (CRUZ-RIVERA; ERTEL, 2008; GEHIN *et al.*, 2008). Entre os objetivos traçados estão:

- i. Esforço por reduzir o uso de substâncias perigosas no desenvolvimento dos veículos;
- ii. Desenho e produção de veículos que facilitem a desmontagem reuso, recuperação e reciclagem no fim de vida dos veículos;
- iii. Incrementar o uso de materiais reciclados na manufatura de veículos; e
- iv. Assegurar que os componentes dos veículos liberados no mercado a partir do dia 03 de julho de 2003 não contenham substâncias como mercúrio, cromo hexavalente, cádmio ou chumbo.

A estratégia de fim de vida dos veículos visa diminuir os prejuízos que podem ser causados pelos seus materiais e componentes para o meio ambiente e para a sociedade. O propósito é incentivar as empresas a projetar os veículos integrando as questões ambientais e a recuperação de produtos com seus componentes e materiais na etapa de pós-consumo.

- **Restrição de substâncias perigosas (RoHS) e resíduos de equipamentos eletro-eletrônicos (REEE)**

A iniciativa da restrição de substâncias perigosas derivada do inglês *Restriction of the Use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (RoHS)*, diretiva 2002/95/CE e de Resíduos de Equipamentos Eletro-Eletrônicos derivada do inglês

Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), diretiva 2002/96/CE da união Européia, começaram oficialmente, no dia 01 de julho de 2006. A RoHS restringiu o uso de substâncias perigosas no meio ambiente e a WEEE iniciou a reciclagem de equipamentos eletro-eletrônicos.

A WEEE é uma abordagem que estimula os *designers* a desenvolver produtos com foco na reciclagem. Gehin *et al.* (2008) destacam o Japão como o país que mais alcançou pressionar as empresas para que busquem eliminar o chumbo nos equipamentos eletrônicos, assim como, também inseriu uma lei aplicada ao consumidor, a qual demanda a reciclagem de um número de itens eletrônicos domésticos por cada um.

Gehin *et al.* (2008) mencionam que nos próximos anos as regulações exigirão, das empresas, o desenvolvimento de produtos com menores danos ambientais e que incrementem o uso de recuperação de produtos e materiais. Essas tarefas são consideradas como fundamentais e críticas, pelos desenvolvedores e *designer*, para o sucesso do produto no mercado.

- **Legislação brasileira e acordos internacionais**

Atualmente, no Brasil existem algumas leis, decretos e políticas que apresentam uma relação na parte de responsabilidade estendida do produtor, recuperação de produtos, e disposição adequada dos resíduos gerados para alguns produtos específicos. Entretanto, a falta de estrutura das empresas e do governo limita o acompanhamento dos produtos ao longo do ciclo de vida.

Em um contexto mais amplo pode ser descrita a lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Esta lei define diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades pelos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

O Capítulo II, artigo 6, destaca os princípios e os objetivos. Dentre os princípios destaca-se: a prevenção e a precaução, o poluidor-pagador e o protetor-recebedor, o desenvolvimento sustentável, a ecoeficiência, a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e

renda e promotor de cidadania. Já o artigo 7, correspondente aos objetivos, menciona: a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais, incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados, produtos reciclados e recicláveis. Integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto, incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético e, finalmente, o estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

Como instrumentos desta política são destacados: a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

De outro lado, casos específicos foram regulamentados, como a responsabilidade estendida do produtor-REP com relação a embalagens de agrotóxicos, a qual pode ser verificada na Lei nº 9.974/00, que determina o recolhimento e destinação final das embalagens dos produtos fitossanitários (agrotóxicos), estabelecendo responsabilidades entre agricultores, canais de distribuição, indústria e poder público.

No que se refere às estratégias de fim de vida (EoL), aparece o caso dos produtos remanufaturados. A nota técnica (nº 67/2006) do Departamento de Negociações Internacionais do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior do Brasil define a remanufatura “como o processo de desmontagem de produtos onde as partes são limpas, reparadas ou trocadas, sendo montadas de forma que apresentem perfeitas condições de funcionamento”. Além disso, o documento enfatiza aspectos ambientais e econômicos positivos da remanufatura, estabelecendo diferenças com as outras estratégias de fim de vida (reuso, reparo, recondicionamento e reciclagem).

Conforme a legislação brasileira, os produtos remanufaturados têm a mesma condição de produtos usados e sua comercialização e importação, tem que seguir a portaria DECEX

nº8, de 13 de maio de 1991, dentro dos artigos 22 a 27, Título XI e a portaria DECEX nº 235, de 07 de dezembro de 2006 do Ministério de Estado do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior (MDIC). Por meio destas Portarias, é restringida a importação de bens usados, aplicado neste caso também para produtos remanufaturados. Contudo, o documento menciona que existem algumas exceções para aqueles sem cobertura cambial e para doação.

Devido a estas restrições, os Estados Unidos entraram com uma representação contra o Brasil na Organização Mundial de Comercio (OMC), mencionando que o país impõe barreiras não-tarifárias sobre tais produtos (WTO TN/MA/W/18/Add.11, de dezembro de 2005). No documento aparecem algumas menções aos produtos remanufaturados, exigindo a destinação que deve ser realizada frente aos bens usados e como esses produtos devem passar por um processo industrial que permita obter a funcionalidade, garantia e qualidade equivalente a um produto novo. O documento também destaca os benefícios desses produtos para a economia e para o meio ambiente, visto seus potenciais fundamentados nos princípios dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar).

Como resposta às alegações apresentadas pelos Estados Unidos, o Brasil apresentou argumentos como: a proposta não garante a inspeção e os testes dos bens, além de não prever ao fabricante a garantia sobre os bens comercializados como se novos fossem: a capacidade do consumidor para conferir a qualidade de um bem remanufaturado, especificamente, quando apenas partes de um bem são remanufaturadas. A principal preocupação é a de transformar o país em um grande lixeiro por causa da importação desses bens usados ou remanufaturados (INTERNATIONAL CENTRE FOR TRADE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2009).

Zanette (2008) menciona que diversos órgãos do governo brasileiro se manifestaram diante do documento dos Estados Unidos, como a câmara de comércio exterior, Departamento das Indústrias de Equipamentos de Transporte, a Secretaria de Assuntos Internacionais do Ministério de Fazenda. Como essa discussão não evoluiu internamente no país e, ainda, não há marco legal sobre o assunto, as discussões sobre a importação de produto remanufaturados pelo Brasil estão estagnadas.

As diferentes legislações/políticas visam recuperar os produtos na fase de pós-consumo, onde se apresentam a maioria dos impactos causados pela inadequada disposição final. No entanto, a importância de integrar EoL são necessárias para alcançar uma adequada recuperação desses produtos e uma integração desses materiais à cadeia produtiva.

Apêndice B – Protocolo Carta de Apresentação



Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos

Prezado Senhor,

Meu nome é Yovana M.B. Saavedra, sou formada em Engenharia Ambiental e coordeno um Projeto de Pesquisa no Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo / Escola de Engenharia de São Carlos, sob a orientação do Professor Eng.-Dr. Aldo Roberto Ometto, coordenador do Grupo de Pesquisa de Engenharia do Ciclo de Vida < <http://www.prod.eesc.usp.br/sep> >.

O objetivo do projeto é pesquisar e apresentar para os fabricantes de produtos um conjunto de práticas operacionais que devem ser seguidas para implantar com mais eficiência as diferentes estratégias de fim de vida (reuso, recondicionamento, remanufatura e reciclagem) de produtos como, por exemplo, toners, amortecedores, embreagens, alternadores, motores, entre outros. Um dos principais resultados esperados é descrever como os desenvolvedores ou *designers* podem projetar um produto que integre essas estratégias e que as empresas tenham melhores resultados do ponto de vista econômico, ambiental e social.

Um levantamento inicial realizados com empresas de recuperação no Brasil apontou a sua empresa XXXX como um *case* de sucesso no processo de remanufatura de XXXX. Com o objetivo de realizar uma visita técnica as suas instalações, viemos por meio deste documento solicitar a sua colaboração na execução da pesquisa. Os principais tópicos que gostaríamos de tratar com vocês são:

1. Motivos para a integração das estratégias de fim de vida dentro do modelo de negócios da empresa;
2. Benefícios Ambientais, econômicos e sociais;
3. Processo e etapas da estratégia de fim de vida adotada pela empresa;
4. Maiores dificuldades com o produto e processo;
5. Logística reversa para retorno dos produtos;
6. Verificação das práticas operacionais identificadas

Destacamos que esta pesquisa é de tipo acadêmico, onde os resultados e os dados da empresa com seus respondentes serão de uso restrito e confidencial.

Agradecemos pela sua colaboração e contamos com a sua participação na pesquisa. Para maiores esclarecimentos sobre o trabalho entrar em contato por meio dos Telefones: (16) 3373-8287 / 8175-1985 ou mensagem eletrônica no endereço < ybarrera@sc.usp.br >.

Atenciosamente,

Eng.^a Yovana M.B. Saavedra
Universidade de São Paulo / Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Produção / Grupo Engenharia do Ciclo de Vida

Prof. Eng.-Dr. Aldo Roberto Ometto
Universidade de São Paulo / Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Produção / Grupo Engenharia do Ciclo de Vida

Diminuir os impactos Ambientais	()
Reaproveitamento de materiais e produtos	()
Normas o Leis sobre responsabilidade estendida do produtor	()
Outros	

—

Econômica

Reduzir Consumo de materiais	()
Reduzir os Custos de Produção	()
Demanda de produtos com melhor desempenho ambiental	()
Novas oportunidades de mercado	()
Outros	

Social

Aumento de Empregos	()
Outros	

CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS E DOS PROCESSOS QUE INTEGRAM AS ESTRATÉGIAS DE FIM DE VIDA

Objetivo: caracterizar os produtos e processos em relação a produtos oferecidos ao mercado, origem e produtos que integram as estratégias de fim de vida, destino e quantidade de matéria prima descartada.

5. Quais são os produtos que a empresa oferece ao mercado?

6. Os produtos são:

- Próprios ()
Multimarcas ()
Ambos ()

7. Quais produtos integram Estratégias de Fim de Vida: (Reuso Reparo, Recondicionamento, Canibalização, Remanufatura e Reciclagem)?
8. Como é obtida a matéria-prima para os produtos que integram as estratégias de fim de vida? Marque com uma X.

- Compra e Sucata ()
Parceria com o Fornecedor ()
Outros
-

9. Existem parcerias com os fornecedores? Se sim, de que tipo?
10. Como esta organizada a logística reversa para o retorno da matéria-prima (carcaça)?
11. Quais são os principais problemas de qualidade dessa matéria-prima (carcaça)?
12. Da matéria prima obtida qual é a porcentagem de recuperação?
13. Qual é a destinação das partes da matéria prima (carcaça) que não são recuperadas? Explique brevemente.
14. Quais são as etapas usadas para realizar os produtos que integram as estratégias de fim de vida? Enumere a seqüência.

Estratégia adotada:

Coleta	()
Inspeção	()
Desmontagem	()
Armazenamento	()
Limpeza	()
Remontagem	()
Teste	()

15. Das etapas anteriores, qual (s) considera que é a mais complexa e por quê?

16. Dentro do processo que integra as estratégias de fim de vida, existe alguma etapa (s) que é terceirizada? Se sim explique qual e porque desta decisão?

VERIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS OPERACIONAIS

O objetivo deste projeto é analisar a aplicação das práticas operacionais dentro de empresas que adotam esta visão, e assim subsidiar a desenvolver produtos que no seu final de vida possam ser recuperados e integrados novamente na cadeia. Para isso, o presente documento apresenta as práticas extraídas dos métodos, técnicas e ferramentas de EoL, a fim de avaliar a sua aplicação dentro da empresa. Para facilitar sua compreensão, foi elaborada uma planilha formato Excel, onde a sua avaliação e observações relacionadas às práticas podem ser indicadas.

Atividade	Práticas Operacionais	A prática operacional é aplicada dentro do produto recuperado da empresa?		Como esta sendo aplicada a prática operacional	Observações
		Sim	Não		
Desmontagem e remontagem	1. Projetar a desmontagem de produtos				
	1.1 Analisar as restrições dos componentes				
	1.2 Desenvolver guias para desmontagem do produto				
	1.3 Desenvolver produtos que facilitem a retirada de componentes de difícil acesso				
	1.4 Diminuir as mudanças de direções e de sentidos dos movimentos de desmontagem e remontagem dos componentes				
	1.5 Evitar a quebra e				

Atividade	Práticas Operacionais	A prática operacional é aplicada dentro do produto recuperado da empresa?		Como esta sendo aplicada a prática operacional	Observações
		Sim	Não		
	possibilitar o reuso de componentes				
	1.6 Evitar o uso de metais dentro das partes plásticas para diminuir a quebra dos componentes				
	1.7 Identificar os componentes de difícil remoção dentro do produto				
	1.8 Maximizar a integração de funções entre os componentes				
	1.9 Melhorar o acesso e identificação dos pontos de separação do produto				
	1.10 Minimizar o tempo de desmontagem e remontagem do produto				
	1.11 Minimizar os elementos de junção e fixação usadas no produto				
	1.12 Minimizar o número de componentes no produto				
	1.13 Minimizar o uso de soldas no produto				
	1.14 Padronizar os elementos de Fixação conforme ISO 8992:2005 (<i>Fasteners -General requirements for bolts, screws, studs and nuts</i>)				

Atividade	Práticas Operacionais	A prática operacional é aplicada dentro do produto recuperado da empresa?		Como esta sendo aplicada a prática operacional	Observações
		Sim	Não		
	1.15 Projetar marcação em cores				
	1.16 Projetar produtos de fácil desmontagem para evitar a destruição de componentes				
	1.17 Projetar para que as partes isoladas sejam de baixo valor para diminuir os custos por quebra				
	1.18 Promover o uso de Snap fits (métodos definidos por pressão ou encaixes múltiplos)				
	1.19 Usar ferramentas comuns para a desmontagem de produtos				
	2. Desenvolver produtos modulares				
	2.1 Minimizar as interações entre os módulos existentes do produto				
Limpeza	1. Projetar produtos que sejam de fácil limpeza				
	1.1 Evitar o uso de adesivos para facilitar a limpeza				
	1.2 Identificar os componentes que requeiram limpeza similar				

Atividade	Práticas Operacionais	A prática operacional é aplicada dentro do produto recuperado da empresa?		Como esta sendo aplicada a prática operacional	Observações
		Sim	Não		
	1.3 Projetar superfícies lisas no produto para facilitar sua limpeza				
	1.4 Projetar Produtos minimizando a limpeza durante o uso para evitar desgaste dos componentes				
	1.5 Usar componentes resistentes à deformação pelo uso de produtos químicos na limpeza				
Recuperação	1. Projetar a recuperação dos produtos				
	1.1 Analisar a composição dos materiais para sua posterior recuperação				
	1.2 Codificar os componentes para rastreabilidade e recuperação				
	1.3 Evitar o uso de materiais com diferentes tempos de vida				
	1.4 Identificar os componentes plásticos do produto, conforme a ISO 11469 <i>Plastics -Generic identification and marking of plastics products)</i>				
	1.5 Identificar os componentes e materiais				

Atividade	Práticas Operacionais	A prática operacional é aplicada dentro do produto recuperado da empresa?		Como esta sendo aplicada a prática operacional	Observações
		Sim	Não		
	recuperáveis do produto				
	1.6 Identificar os diferentes tipos de plásticos usados no produto				
	1.7 Incentivar o reuso de elementos de fixação, considerando suas funcionalidades originais para não comprometer a qualidade e funcionalidade do produto				
	1.8 Incrementar a quantidade de componentes e materiais recuperáveis no produto				
	1.9 Manter as especificações originais dos elementos de junção e fixação usados em produtos remanufaturados				
	1.10 Melhorar a adaptabilidade dos produtos para processos de recuperação, manutenção e atualização				
	1.11 Minimizar a mistura de materiais do produto				
	1.12 Minimizar o número de diferentes materiais usados no produto				

Atividade	Práticas Operacionais	A prática operacional é aplicada dentro do produto recuperado da empresa?		Como esta sendo aplicada a prática operacional	Observações
		Sim	Não		
	1.13 Projetar o reuso de componentes do produto				
	1.14 Projetar o uso de componentes que facilitem a atualização e adaptação de mudanças tecnológicas				
	1.15 Projetar o uso de elementos de fixação que permitam fácil separação de componentes				
	1.16 Projetar os produtos para fácil manutenção				
	1.17 Projetar produtos com materiais que sejam de fácil separação para facilitar processos de recuperação e triagem				
	1.18 Proteger os grupos de montagem da poluição e corrosão para evitar a deteriorização				
	1.19 Reusar produtos com longos ciclos de vida				
	1.20 Reduzir as dimensões do produto, tornando-o mais leve e mais fino				
	1.21 Usar componentes duráveis com um ciclo de vida maior que das partes auxiliares				

Atividade	Práticas Operacionais	A prática operacional é aplicada dentro do produto recuperado da empresa?		Como esta sendo aplicada a prática operacional	Observações
		Sim	Não		
	1.22 Usar materiais compatíveis dentro do produto				
	1.23 Usar materiais duráveis no produto				
	1.24 Usar quando possível material reciclado				
	1.25 Usar material reciclável no produto				
Impactos ambientais	1. Determinar os impactos ambientais do produto				
	1.1 Determinar os impactos ambientais relacionado aos recursos consumidos				
	1.2 Determinar os impactos ambientais relacionado às emissões dos produtos				
	1.3 Determinar os impactos ambientais relacionados a ecotoxicidade e toxicidade humana				
	1.3.1 Analisar a toxicidade dos materiais usados no produto				
	1.3.2 Eliminar a combinação de materiais corrosivos com os não corrosivos				

Atividade	Práticas Operacionais	A prática operacional é aplicada dentro do produto recuperado da empresa?		Como esta sendo aplicada a prática operacional	Observações
		Sim	Não		
	1.3.3 Usar produtos químicos amigáveis ao meio ambiente (ex. adesivos solúveis em água)				
	1.3.4 Minimizar o uso de materiais tóxicos no produto				
	1.3.5 Projetar a remoção e separação de partes que contenham substâncias tóxicas				
	1.3.6 Projetar unidades fechadas para substâncias tóxicas				

Apêndice D Base de Dados da Revisão Sistemática

A seguir, são apresentadas as bases de dados pesquisadas durante a revisão sistemática. O levantamento bibliográfico ajudou a identificar os trabalhos que mencionavam métodos, ferramentas, e técnicas referentes à remanufatura e outras estratégias de fim de vida de produtos.

- Compendex (<http://www.engineeringvillage2.org/>): é o banco de dados bibliográfico mais exclusivo de pesquisa de engenharia científica e técnica disponível, inclui milhões de citações bibliográficas.
- Emerald (<http://hermia.emeraldinsight.com>): proporciona acessos a mais de 200 revistas, inumeráveis livros de diversas áreas de conhecimento da mais alta qualidade. Apresenta interligação entre o mundo real e a área de pesquisa.
- IEEE Explore (<http://ieeexplore.ieee.org>): proporciona acesso a publicações de periódicos, livros, em diversas áreas de conhecimento com a mais alta qualidade técnica.
- Find articles (<http://www.findarticles.com>): acesso a milhões de artigos de publicações de alto nível.
- Science Direct (<http://www.sciencedirect.com>): proporciona acesso a mais de 2500 periódicos e a mais de 6000 livros e trabalhos de referência.
- Scholar Google (<http://scholar.google.com>): proporciona publicações revisadas por especialistas como teses, livros, resumos e artigos de editoras acadêmicas, organizações profissionais, universidades e outras entidades acadêmicas.
- Scopus (<http://www.scopus.com>): proporciona acesso a milhões de publicações de pesquisa bibliográfica da mais alta qualidade técnica com grande reconhecimento mundial.
- Springer Link (<http://www.springerlink.com/home/main.mpx>): base de dados com reconhecimento mundial que apresenta uma grande variedade de publicações de diversos periódicos da mais alta qualidade técnica.
- Web of Science
 - (http://apps.isiknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&sea)

[rch_mode=GeneralSearch&SID=V1bPeJPmeEP9leAKb2F&preferencesSaved](#)

=>): é uma das bases mais reconhecidas a nível científico, tem milhões de publicações de diferentes revistas da mais alta qualidade, sendo um lugar de interação entre pesquisadores e científicos

- Wiley Interscience
- <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/home?CRETRY=1&SRETRY=0>: é uma base de dados que proporciona um acesso a mais de três milhões de artigos provenientes de periódicos internacionais consolidados nas diferentes áreas, sendo um dos recursos mais utilizados por pesquisadores e científicos.

Apêndice E Padronização dos Estudos Obtidos com a Revisão Sistemática

No.	Título	Autor (es)	Palavras chave	País de origem	Ano Publicação	Tipo	Fonte
1	A strategic framework for the design and implementation of remanufacturing operations in reverse logistics	DOWLASTSHAHI, S.	Reverse logistics; Strategic factors; RL Framework; Remanufacturing	Estados Unidos	2005	Artigo	International Journal of Production Research
2	A balancing method and genetic algorithm for disassembly line balancing	McGOVEN, S.M.; GUPTA, S.M.	Genetic algorithm; Disassembly; Disassembly line balancing; Combinatorial optimization; Product recovery	Estados Unidos	2007	Artigo	European Journal of Operational Research
3	A Behavior-based Classification and retrieval Technique for object-oriented Specification reuse	CHOU, S.C.; CHEN, J.Y.; CHUNG, C.G.	specification reuse, specification classification, specification retrieval, similarity behavioral	China	1996	Artigo	Software-Practice and experience
4	A bill of materials-based approach for end-of-life decision making in design for the environment	GONZÁLEZ, B.; ADENSO-DÍAZ, B.	Design for the environment (DfE), End-of-life (EOL), decision making, Disassembly, Heuristics, Computer-aided design (CAD) systems, Scatter search (SS)	Espanha	2005	Artigo	International Journal of Production Research
5	A Case Study of Serial-Flow Car Disassembly Ergonomics, Productivity and Potential System performance	KAZMIERCZAK, K.; NEUMANN, W.P.; WINKEL, J.	Sem palavras chave	Suécia	2007	Artigo	Human factors and ergonomics in manufacturing
6	A concave-cost production planning problem with	YANG, J.; GOLANY, B.; YU, G.	production planning; remanufacturing; heuristics	Estados Unidos	2005	Artigo	Naval Research Logistics

	remanufacturing options						
7	A continuous time inventory model for a product recovery system with multiple options	KLEBER, R.; MINNER, S.; KIESMULLER, G	Reverse logistics; Optimal control; Deterministic dynamic inventory model; Recovery options	Alemanha	2002	Artigo	International Journal of Production Economics
8	A critical assessment of motives for product recovery : the case of engine remanufacturing	SEITZ, M.A.	Remanufacturing; Closed-loop supply chain management; Profitability; Environmental legislation	Alemanha	2007	Artigo	Journal of Cleaner Production
9	A demanufacturing projector-vision system for combined manual and automated processing of used electronics	BAILEY, M.; KUREN, V.	Projector-vision; Demanufacturing; Machine vision; Manifolds	Estados Unidos	2005	Artigo	Computers in Industry
10	A Decision-Support tool for the take-back of plastics from End-of-life electronics	MASSANET, E.R.; HORVATH, A.	Sem palavras chave	Estados Unidos	2004	Artigo	IEEE
11	A Framework for Design and End-of-Life Integration (DELII)	LEE, H. M.; FENG LU, W.; SONG, B.; GAY, R.	Design for EoL; Ontology; EoL Information Management	Cingapura	2008	Artigo	LCE Annals
12	A genetic algorithm approach for solving a closed loop supply chain model: A case of battery recycling	KANNAN, G.; SASIKUMAR, P.; DEVIKA, K.	Reverse logistics Recycling SLI batteries Closed loop supply chain	Dinamarca	2009	Artigo	Applied Mathematical Modelling
13	A geometric algorithm for single selective disassembly using the wave propagation abstraction	SRINIVASAN, H.; GADH, R.	selective disassembly, disassembly wave propagation, design for disassembly and product design	Estados Unidos	1998	Artigo	Computer Aided Design
14	A Holistic approach to reverse supply chain planning for	AHMED, A.	Sem palavras chave	Japão	2003	Artigo	Proceedings of

	remanufacturing						Ecodesign 2003.
15	A hybrid approach to selective-disassembly sequence planning for de-manufacturing and its implementation on the internet	CHUNG, C.; PENG, Q.	De-manufacturing, global concurrent de-manufacturability analysis, hybrid sequence planning, selective-disassembly, tool accessibility	Canada	2006	Artigo	International Journal Manuf Technol
16	A hybrid simulation optimization method for production planning of dedicated remanufacturing	LI, JIANZHI.; GONZÁLEZ, M.; ZHU, Y.	remanufacturing, optimization with simulation, genetic algorithm, fractional factorial design	Estados Unidos	2009	Artigo	International Journal of Production Economics
17	A Key Issue in Product Life Cycle: Disassembly	JOVANE F. et al.	Assembly, Disassembly, Recycling	Italia	1993	Artigo	CIRP Annals
18	A management system for end-of-life tyres: A portuguese case study	FERRÃO, P.; RIBEIRO, P.; SILVA, P.	Sem palavras chave	Portugal	2008	Artigo	Waste Management
19	A Method for Sequencing the Disassembly of Products	KAEBERNICK,H.; O'SHEA, B.; GREWAL, S.	Disassembly, Sequencing, Task allocation.	Austrália	2000	Artigo	CIRP Annals
20	A method to assess the lifetime prolongation capabilities of products	WILLEMS, B.; DEWULF, W.; DUFLOU, F.R.	design for adaptation; prduct life cycle; PLC; product design improvements	Bélgica	2008	Artigo	Int. J. Sustainable Manufacturing
21	A method, a tool (CORA) and aplication examples for analysing disassembly user interfase design criteria	RANKY,P.G.; CHAMYVELUMANI, S.	Sem palavras chave	Estados Unidos	2003	Artigo	Int. J. Computer integrated manufactruing
22	A methodical to enhance reutilisation potential in product design	XING, K.; LOUNG, L.; ABHARY, K.	Sem palavras chave	Austrália	2005	Artigo	International Conference on Asian Green Electronics
23	A methodological framework	IAKOVOUA,E.;;	Electronic products	Grêça	2009	Artigo	Resources

	for end-of-life management of electronic products	MOUSSIOPOULOS ,N.; XANTHOPOULOS ,A.; ACHILLAS, CH.; MICHAILIDIS, N.; CHATZIPANAGIOTI, M.; KORONEOS,C.; BOUZAKIS, K.-D.; KIKIS,V.	End-of-life management Multicriteria analysis Extended producer responsibility Life cycle analysis Effective disassembly process				conservation and recycling
24	A methodology for Modeling and Adaptive Planning of Disassembly Porcess	ZUSSMAN E.; ZHOU M.	Adaptive planning, disassembly process, Petri net, process planning system modeling	Israel	1999	Artigo	IEEE transations on Robotics and Automotaion
25	A methodology for the development of cleaner products	NISSEN,U.	Ideal-eco product Approach; Manufacture; design	Alemanha	1995	Artigo	Journal of Cleaner Production
26	A mixed integer programming model for remanufacturing in reverse logistics environment	DEMIREL,N.Ö.;GÖKÇEN, H.	Integer programming; Product recovery; Remanufacturing ; Reverse logistics.	Turquia	2007	Artigo	The International Journal of Advanced Manufacturing Technology
27	A Model for Improving Economic Performance of a Demanufacturing System for Reduced Product End-of-Life Environmental Impact	SUTHERLAND,J.W.; GUNTER, K.L	Disassembly, Environmental, Simulation	Estados Unidos	2002	Artigo	CIRP Annals
28	A model of evaluation of design for disassembly	POSSAMAIO.; DALLA VALENTINA,L. V. O.	Concurrent engineering; Design for disassembly;Product development process.	Brasil	2007	Artigo	Product: Management & Development
29	A model of the operations concerned in remanufacture	IJOMAH, W.L.; CHILDE, S.J.	remanufacture, business process, IDEFO, electromechanical indsutry	Inglaterra	2007	Artigo	International Journal of Production Research

30	A model to evaluate inventory costs in a remanufacturing environment	BAYINDIR, Z.P.; ERKIP, N. GÜLLÜ, REFIK	remanufacturing, inventory, queuing network	Turquia	2003	Artigo	International Journal of Production Economics
31	A Multi-objective methodology for evaluating product End-of-life Options and Disassembly	LEE, S.G.; LYE, S.W.; KHOO, M.K.	Eco Indicator, End-of-life, Environmental Impact, Disassembly, Life cycle assessment	Cingapura	2001	Artigo	Advanced Manufacturing Technology
32	A new business model for baby prams based on leasing and product remanufacturing	MONT, O.; DALHAMMAR, C.; JACOBSSON, N.	Product service system; Leasing remanufacturing; Durable products; Eco-design	Suécia	2006	Artigo	Journal of Cleaner Production
33	A normative strategy for sustainable resource choice and recycling	REIJNDERS, L.	Resource choice; Recycling; Sustainability; Cascading; Contaminant removal	Holanda	2000	Artigo	Resources conservation and recycling
34	A PC-BASED RETROFITTING TOWARD CAD/CAM/CNC INTEGRATION	SUH, S.H.; NOH, S.K.; CHOI, Y.J.	Sem palavras chave	Korea	1995	Artigo	computer & industrial engineering
35	A production rate control policy for stochastic repair and remanufacturing systems	PELLERIN, R.; SADR, J.; GHARBI, A.; MALHAMÉ, R.	repair, remanufacturing, overhaul, control policy, hedging points	Canada	2009	Artigo	International Journal of Production Economics
36	A production/remanufacturing inventory model with price and quality dependant return rate	EL SAADANY, A.M.A.; JABER, M.Y.	EPQ model Production Remanufacturing/repair Waste disposal Price/quality dependent return rate Reverse logistics	Canada	2009	Artigo	Computers & industrial engineering
37	A quantitative approach to	LEBRETON, B.; TUMA,	remanufacturing, reverse	Alemanha	2006	Artigo	International

	assessing the profitability of car and truck tire remanufacturing	A.	logistics, recovery planning, supply chain management				Journal of Production Economics
38	A Reference Model For Business Processes in Closed Loop Supply Chains	HERMANN,C.;LUGER, T.	Closed-Loop Supply Chain Management; Remanufacturing; Reference Business Process	Alemanha	2008	Artigo	LCE Annals
39	A review of research towards computer integrated demanufacturing for materials recovery	WILLIANS, J.A.S	Recycling, disassembly, computer integrated demanufacturing	Estados Unidos	2007	Artigo	International Journal of Computer Integrated Manufacturing
40	A review of electronics demanufacturing processes	WILLIANS, J.A.S	end-of-life, disassembly, automation, bulk recycling, metals, plastics	Estados Unidos	2006	Artigo	Resources conservation and recycling
41	A scatter search approach to the optimum disassembly sequence problem	GONZÁLES,B.; DÍAZ, B.A.	Scatter search; Disassembly; Heuristics; Design for the environment (DfE)	Espanha	2006	Artigo	Computers & operations research
42	A selective disassembly methodology for end-of-life products	KARA, S.; PORNPRASITPOL, P.; KAEBERNICK, H.	production cycle, product life cycle, research, methods, assembly	Austrália	2005	Artigo	Assembly Automation
43	A simple recovery strategy for economic lot scheduling problem: A two-product cas	TANG,L.C.; LEE, L.H.	Economic lot scheduling; Machine breakdowns; Recovery strategy	Cingapura	2005	Artigo	International Journal of Production Economics
44	A simulation model of the comminution–liberation of recycling streams Relationships between product design and the liberation of materials during recycling	CASTRO, M.B.; REMMERSWAAL. J.A.M.; BREZET, J.C.; SCHAIK, A.V.; REUTER, M.A	contamination; comminution; liberation; materials; product design; recycling; shredding	Holanda	2005	Artigo	International Journal Mineral processing

45	A software tool for end-of-life-cycle consideration within a DSS approach to environmentally conscious design and manufacturing	SPICER,A.; WANG,M.H.	Sem palavras chave	Canada	1995	Artigo	Computers ind. Engng
46	A synopsis of industrial engineering methods utilized in desisgning for the environment	CAPORELLO, T.J.; WOLFE, P.M.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1995	Artigo	Computers ind. Engng
47	A tool improve training and operational effectiveness in remanufacturing	IJOMHA, W.L.	remanufacturing tool, Model, Environmentally conscious manufacturing, operational effectiveness	Inglaterra	2008	Artigo	Internaitonal Journal Computer Integrated Manufacturing
48	A tool to implement sustainable end-of-life strategies in the product development phase	GEHIN, A.; ZWOLINSKI P.; BRISSAUD, D.	Sustainable development; Product development; Optimisation of Eol; Strategies	França	2008	Artigo	Journal of Cleaner Production
49	A universal code for environmental management of products	THOMAS,V.M.	barcode,UPC, RFID, recycle, electronics, batteries, small appliances	Estados Unidos	2009	Artigo	Resources conservation and recycling
50	A virtual product prototyping approach to disassembly reasoning	SIDDIQUE, Z.;ROSEN,D.W.	product disassembly reasoning, virtual prototyping (VP), automated reasoning techniques	Estados Unidos	1997	Artigo	Computer Aided Design
51	A waste input–output life-cycle cost analysis of the recycling of end-of-life electrical home appliances	NAKAMURA,S.;KONDO, Y.	LCC; LCA; Electric appliances; Recycling; Design for Disassembly	Japão	2006	Artigo	Ecological Economics
52	A web-based system for reverse manufactruing and product environmental impact assessment considering end-of-	ZHANG,H.C.; LIJ.; SHIRIVASTAVA, P.; WHITLEY, A.	Life Cycle, Reverse Manufacturing, Desicion-making	Estados Unidos	2004	Artigo	CIRP Annals

	life dispositions						
53	A web-enabled Virtual Disassembly Manager (webVDM) for electronics Products	RANKY,P.G.; CAUDILL, R.J.; DAS, S.K.	Sem palavras chave	Estados Unidos	2001	Artigo	IEEE anais
54	An (s, Q) inventory model with remanufacturing and disposal	VAN DER LAAN,E.; DEKKER,R.;SALOMON, M.RIDDER,A	Inventory; Manufacturing; Optimisation	Holanda	1996	Artigo	International journal of productions economics
55	An analysis of decentralized collection and processing of end-of-life products	KARAKAYALI, I.; EMIR FARINAS, H.; AKCALI, E.	Operations strategy; Environmental issues; Product recovery	Estados Unidos	2007	Artigo	Journal of operations management
56	an architecture design with data model for product recovery management systems	UM, J.; SUNG YOON, J.; SUH, S.H.	Product recovery management, IbiDM, ubiquitous information, infrastructure, ISSO product infromations standars	Korea	2008	Artigo	Resources conservation and recycling
57	An assessment and prioritization of "Design for recycling Guidelines for plastics components	MASANET, E.; TSUDA, R.A.D.; BAYNES T.B.A.	Sem palavras chave	Estados Unidos	2002	Artigo	IEEE
58	An assessment of household willingness to pay for curbside recycling:A comparison of payment card and referendum approaches	BLAINE, T.W.; LICHTKOPPLER,F.R. JONES, K.R.; ZONDAG, R.H.	Curbside recycling; Willingness to pay (WTP); Contingent valuation method (CVM); Single bounded referendum; Payment card	Estados Unidos	2005	Artigo	Journal of Environmental management
59	An assessment of the recycling potential of materials based on environmental and economic factors; case study in South Korea	KIM, K.; HWANG, Y.; PARK, K.	Recycling potential Life cycle assessment (LCA) Analytical hierarchy process (AHP) Environmental and economic	Estados Unidos	2009	Artigo	Journal of Cleaner Production

			assessment Waste home appliance				
60	An Economical and Technical Analysis of Household Appliance Remanufacturing Process	SUNDIN, E	Sem palavras chave	Suécia	2001	Artigo	IEEE
61	An end-of-life decision support tool for product recovery considerations in the footwear industry	STAIKOS, T.; RAHIMIFARD, S.	Shoe recycling, footwear industry, End-of-life management, Desisicon Support	Inglaterra	2007	Artigo	Internaitonal Journal of Computer Integrated Manufacturing
62	An environmental analysis of the reverse supply chain of SLI batteries	TSOULFAS,G.T.; PAPPIS,C.P.; MINNER,S.	SLI Batteries; Material Recovery; Recycling; Reverse Logistics	Grêça	2002	Artigo	Resources conservation and recycling
63	An Evaluation Methodology For Disassembly Processes	GUNGOR, A.; GUPTA, S.M.	Disassembly, disassembly evaluation, disassembly sequencing, motion study of disassembly, tool change in disassembly	Estados Unidos	1997	Artigo	Computers ind. Engng
64	An evaluation model of product upgradeability for remanufacture	XING, K.; BELUSKO, M.; LUONG, L.; ABHARY, K.	End-of-life, remanufacture, Upgradeability, reusability, modularity, evaluation model, fuzzy set theory	Austrália	2007	Artigo	Int J Adv. Manuf technol
65	An evaluation of order release strategies in a remanufactruing environment	GUIDE Jr, V.D.R.; SRIVASTAVA, R.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1997	Artigo	Computers Ops Res.
66	An Evaluation tool for Eco-Design of Electrical Products	MURTAGH, N.; BAMBA,T.;IWAMA, K.	Sem palavras chave	Japão	1999	Artigo	Mitsubishi Eletric Corporation
67	An explorationof institucional constraints on developing end-	MIEMCZYK, J.	Product recovery, Institutionalism,constraints,	França	2008	Artigo	Int. J. Productions Economics

	of-life product recovery capabilities		End-of-life, capabilities				
68	An integrated approach to disassembly planning and demanufacturing operation	TANG, Y.; ZHOU, M.; CAUDILL, R.J.	demufacturing systems, disassembly planning. Petri nets	Estados Unidos	2001	Artigo	IEEE transactions on robotics and automation
69	An Investigation of lead-time effects in manufacturing/remanufacturing systems under simple PUSH and PULL control strategies	VAN DER LAAN, E.; SALOMON, M.; DEKKER, R.	Sem palavras chave	Holanda	1999	Artigo	European Journal of Operational Research
70	An object-oriented intelligent disassembly sequence planner for maintenance	LI, J.R.; KHOO, L.P.; BENG TOUR, S.	Disassembly sequence planning; Maintenance; Object-oriented software design	Cingapura	2005	Artigo	Computers in Industry
71	Analysis of remanufacturing waste streams for electronic products	WILLIAM, J.; SHU, L.H.	Sem palavras chave	Canada	2001	Artigo	IEEE
72	Analysis of Reusability using 'Marginal Reuse Rate	UMEDA, Y.; KONDOH, S.; SUGINO, T.	Lifecycle; Product Design; Reuse Rate	Japão	2006	Artigo	CIRP Annals
73	Analysis of Toner-Cartridge Remanufacturer Waste Stream	WILLIAM, J.; SHU, L.H.	Sem palavras chave	Canada	2000	Artigo	IEEE
74	Analysys of Remanufacturer waste streams across product sectors	WILLIAMS, J.A.S.; SHU, L.H.	Design, environment, remanufacturing	Canada	2001	Artigo	CIRP Annals
75	Application of a design-for-remanufacture framework to the selection of product life-cycle fastening and joining methods	SHU, L.H.; FLOWERS, W.C.	Design for remanufacture; Life-cycle design; Environmentally conscious product design; Design for end-of-life; Scrap-material recycling; Repair; Maintenance; Assembly, Disassembly; Fastening and	Estados Unidos	1999	Artigo	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing

			joining				
76	Applying the minimum relative entropy method for bimodal distribution in a remanufacturing system	BAO, X.; TANG, O.; JI, J	remanufacturing, bimodal distribution, minimum relative entropy method	China	2008	Artigo	International Journal of Production Economics
77	Assembly and Disassembly Processes in Product Life Cycle Perspectives	WESTKAMPER, E	Assembly, Disassembly, Life Cycle Management	Alemanha	2003	Artigo	CIRP Annals
78	Assessing the benefits of design for recycling for plastics in electronics: A case study of computer enclosures	MASANET,E.;HORVATH, A.	Thermoplastics (A); Recycling (C); Performance indices (H)	Estados Unidos	2007	Artigo	Metrials & Design
79	Assessing the benefits of remanufacturing option under one-way substitution and capacity constraint	BAYINDIR, Z.P.; ERKIP, N. GÜLLÜ,REFIK	remanufacturing, inventory, one-way substitution, capacity constraint	Holanda	2007	Artigo	computer & operations research
80	Assessing the Economic Rationality of Remanufacturing Products	LINTON,J.D.	Sem palavras chave	Canada	2008	Artigo	The Journal of Product innoovation management
81	Assessing the recycling efficiency of copper from end-of-life products in Western Europe	RUHRBERG, M.	Collection; Copper; End-of-life management; Flow model; Metal; Recovery; Recycling; Recycling input rate; Recycling efficiency rate; Scrap	Portugal	2006	Artigo	Resources conservation and recycling
82	Assessment of factors influencing the performance of solid waste recycling programs	SUTTIBAK,S.; NITIVATTANANON,V.	Capacity enhancement Local government authorities Performance indicators	Tailandia	2008	Artigo	Resources conservation and recycling

			Solid waste recycling Statistical analysis				
83	Assessment of products for optimal lifetime	KARA, S.; KAEBERNICK, H.; IBBOTSON	Sustainable manufacturing Environmental impact Product development	Austrália	2008	Artigo	CIRP Annals
84	Asymmetric negotiation based collaborative product design for component reuse in disparate products	LI, J.; CHAO ZHANG, H.; LIN, Z.	Design for the environment Negotiation Collaborative product design Negotiation support system	Estados Unidos	2009	Artigo	Computers & industrial engineering
85	Automatic disassembly plans: application to the continuous process industries	DIAZ, B.A.; MOURE, F.; RENDUELES, M.	process optimization, heuristics, Disassembly, planning, continuous process, and/or trees	Espanha	2002	Artigo	Journal of manufacturing systems
86	Automatic Generation of Product Disassembly Sequences	SUBRAMANI,A.K.;DEWHURST,P.	design, service, assembly disassembly	NA	1991	Artigo	CIRP Annals
87	Automobile life cycle assessment issues at end-of-life and recycling	FUNAZAKI, A.; TANEDA, K.; TAHARA, K.; INABA, A.	Sem palavras chave	Japão	2003	Artigo	JSA
88	Bioanalogous Mechanical Joints for Authorized Disassembly	SAITOU,K.;SHALABY,M.;SHU,L.H.	Disassembly, Joining, Biologically inspired design	Estados Unidos	2007	Artigo	CIRP Annals
89	Biomimetic concept generation applied to design for remanufacture	HACCO,E.; SHU,L.H.	Biomimicry; Analogy;Function; Remanufacture	Canada	2002	Artigo	ASME 2002 Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference
90	Buffer allocation plan for a remanufacturing cell	AKSOY, H.K.; GUPTA, S.M.	Remanufacturing, Buffer allocation, Disassembly, open	Turquia	2005	Artigo	Computers & industrial

			queueing networks, throughput				engineering
91	Building contingency planning for closed-loop supply chains with product recovery	GUIDE Jr,V.D.R.; JAYARAMAN,V.; LINTON,J. D.	Case study; Production planning; Closed-loop supply chain management	Estados Unidos	2003	Artigo	Journal of operations management
92	Business case Roteb: recovery strategies for monitors	KRIKKE, H.R.; VAN HARTER, A.; SCHUUR, P.C.	Reverse logistics; Recovery strategies; Electronics recycling; Case study	Holanda	1999	Artigo	Computers & industrial engineering
93	Business frameworks for sustainable society: a case study on reuse industries in Japan	MATSUMOTO,M.	Reuse Remanufacturing Independent reuse business company Secondhand shop Service innovation	Japão	2009	Artigo	Journal of Cleaner Production
94	Cascade approach on recycling form marble and granite product design	DOS SANTOS, A.; SAMPAIO, C.P.; VEZZOLI, C.	Natural materials, reutilization, cascade approach	Brasil	2009	Artigo	Materials & Design
95	Case Study Analysis of three toner cartridge remanufacturers	SUNDIN,E.; OSTLIN, J.	Toner Cartridges, Remanufacturing, Design for Remanufacturing, Rapid Plant Assessment (RPA)	Suécia	2005	Artigo	IEEE
96	Challenging the implementation of corporate sustainability	SEITZ, M.A.; WELLS, P.E.	Automotive components industry, Supply chain management, Product management, Reverse scheduling	Inglaterra	2006	Artigo	Business Process Management Journal
97	Characterizing the remanufacturability of engineering systems	AMEZQUITA, T.;HAMMOND,R.;SALAZ AR.M.;BRAS,B.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1995	Artigo	ASME Design Technical Engineering Conferences

98	Close to 100% recirculation of electronic waste	LIEN,T.K.	Recycling; Electronics; Organization	Noruega	2008	Artigo	LCE Annals
99	Closed-loop supply chain network equilibrium under legislation	HAMMOND, D.; BEULLENS, P.	Supply chain management; OR in strategic planning; Logistics; Nonlinear programming	Inglaterra	2007	Artigo	European Journal of Operational Research
100	Competition in remanufacturing	MAJUMDER, P.; GROENEVELT,H.	remanufacturing, compettition, reverse logistics	Estados Unidos	2001	Artigo	Production and operations management
101	Competition in remanufacturing and the effects of government subsidies	SUPRIYA, M.; SCOTT, W.	remanufactruing, pricing, competitive strategy, reverse logistics, closed-loop supply chains	India	2008	Artigo	International Journal of Production Economics
102	Competitive strategy in remanufacturing and the impact of take-back laws	WEBSTER, S.; MITRA, S.	remanufacturing,environmental laws, pricing, competitive strategy, reverse logistics, closed loop supply chains	Estados Unidos	2007	Artigo	Journal of operations management
103	Computational issues in a stochastic finite horizon one product recovery inventory model	KIESMULLER, G.P.; SCHERER, C.W.	Inventory; Optimal control; Dynamic programming; Reverse logistics	Holanda	2003	Artigo	European Journal of Operational Research
104	Computer Aided Design for Demanufacturing and Remanufacturing	BRAS, B.; ROSEN, D.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1998	Artigo	Georgia Institute of Technology
105	Computer Aided Disassembly Planning: State of the Art and Perspectives	SANTOCHI,M.;DINI,G.;F AILLI,F	Disassembly, recycling, planning	Italia	2002	Artigo	CIRP Annals
106	Conceptual Design of product Structure for Parts Reuse	WU,Y.;KIMURA,F.	Parts reuse; Conceptual design; End-of-life product	Japão	2007	Artigo	CIRP Annals
107	Considering Remanufacture and	SHU, L.H.; FLOWERS,	Sem palavras chave	Estados	1995	Artigo	IEEE

	other End-of-life Options ins selection of Fastening and Joining Methods	W.C.		Unidos			
108	Constraint-based schedule repair for product development projects with time-limited constraints	WANG,J	Product development; Project scheduling; Resource allocation; Simulated annealing; Genetic algorithms	China	2005	Artigo	International Journal of Production Economics
109	Continuing support for aging ate through remanufacturing engineering	HULETT, J.N.; MOST, G.F.	Sem palavras chave	Estados Unidos	2005	Artigo	IEEE
110	Contribution to Design for Adaptation: Method to asses the adaptability of products (MAAP)	WILLEMS,B.; SELIGER,G.; DUFLOU,J.; BASDERE,B.	Sem palavras chave	Alemanha	2003	Artigo	IEEE
111	Cradle to cradle: Reverse Logistics strategies and opprotunities across three industry sectors	KUMAR,S.; PUTNAM,V.	Closer-lopp supply chain; SWOT; Remanufacturing; Reuse;Recylcing; End-of-life product management	Estados Unidos	2008	Artigo	International Journal of Production Economics
112	Current results and future perspectives for japanese recycling of home electrical appliances	AIZAWA, H.; YOSHIDA, H.; SAKAI, S.	Eco-design, material flow analysis, WEEE, recylce, reuse, recycling policy	Japão	2008	Artigo	Resources conservation and recycling
113	Cycling Platform for profitable reuse	SELIGER, G., BASDERE, B.; KEIL, T.	Sem palavras chave	Alemanha	2001	Artigo	IEEE
114	Definition of a VR Tool for the Early Design Stage of the Product structure under Consideration of Dissassembly	ZWOLINSKY,P.; SGHAIER, A.; BRISSAUD,D.	DFD; End of life; Virtual reality; Product design	França	2007	Artigo	CIRP Annals
115	Design and Innovation for Sustainable Manufacturing -A	SELIGER,G.; FRANKE,C.; KERNBAUM,S.	Sustainability; Remanufacturing; IT equipment	Alemanha	2006	Artigo	The 16th CIRP International

	European Perspective						Design Seminar 2006
116	Design charts for remanufacturing assessment	MABEE, D.G.; BOMMER, M.; KEAT, W.D.	remanufacturing, product life cycle, design methodology	Estados Unidos	1999	Artigo	Journal of manufacturing systems
117	Design for adaptability (DFAD)—a new concept for achieving sustainable design	KASARDA, M.E.; TERPENNY, J.P.; INMAN, D.; PRECODA, K.R.; JELESKO, J.; SAHIN, A.; PARK, J.	Sustainable design; Design for adaptability; Engineering design; Dynamic systems	Estados Unidos	2007	Artigo	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing
118	Design for Assembly and Disassembly	BOOTHROYD, G.; ALTING, L.	Design, Assesmy, Disassembly	Estados Unidos	1992	Artigo	CIRP Annals
119	Design for Bulk Recycling: Analysis of Materials Separation	KNIGHT, W.A.; SODHI, M.	Life Cycle Design, Product Analysis, Material Selection.	Estados Unidos	2000	Artigo	CIRP Annals
120	Design for Disassembly and the environment	HARJULA, T.; RAPOZA, B.; KNIGHT, W.A.; BOOTHROYD, G.	Design; Disassembly; Environmental	Estados Unidos	1996	Artigo	CIRP Annals
121	Design for Environment: A method for formulating product end-of-life strategies	ROSE, C.M.	Sem palavras chave	Estados Unidos	2000	Tese	Stanford university
122	Design for environment: Methodologies, tools, and implementation	SUN, J.; HAN, B.; OSIRE, S.E.; ZHNAG, H.C.	Design for environment; DfE; tools; implementation	Estados Unidos	2003	Artigo	Society for Design and Process Science
123	Design for manufacture and design for 'X': concepts, applications adn perspectives	KUO, T-C.; HUANG, S.H.; ZHANG, H-C.	Design for manufacture; Design for life-cycle; Design for Disassembly; Design for X.	Estados Unidos	2001	Artigo	Computers & industrial engineering
124	Design for product retirement	ISHII, K.; EUBANKS, C.F.;	design for product retirement;	Estados	1994	Artigo	Materials &

	and material life-cycle	DI MARCO, P.	clumping; material life-cycle analysis	Unidos			Design
125	Design for Recycling and Remanufacturing Fuel Cells	FREIBERGER,S.	Eco design; Recycling; Remanufacturing; Fuel cell	Alemanha	2005	Artigo	IEEE
126	Design for Recycling, recycling data management and optimal end-of-life planning based on recycling-graphs	ROSEMANN,B.; MEERKAMM,H.; TRAUTNER, St.; FELDMANN, K.	Recycling-Graph-edits (reGrEd); Disassembly-planning- system (DisPlay);Design for recycling (RecyKon), Recycling-Data-Management-System (ReDaMa)	Alemanha	1999	Artigo	ICED 99
127	Design for Remanufacturing	NASR, N.; HILTON,B.	Remanufacturing; Design for remanufacturing; Technology Obsolescence; Life cycle Engineering	Estados Unidos	2008	Artigo	LCE Annals
128	Design for the next generation	ROSSI, M.; CHARON, S.;WING, G. EWELL, J.	chemical hazards and toxicity, design for environment (DfE), disassembly, industrial ecology, office contract furniture industry	Estados Unidos	2006	Artigo	Journal of Industrial Ecology
129	Design Knowledge recycling using precedent-based analysis and synthesis models	EILOUTI, B.H.	architectural design, case-based reasoning, design knowledge, design precedents, knowledge recycling	Arábia	2005	Artigo	Design Studies
130	Design of a flexible assembly and remanufacturing cell for advanced SM components: selection of cell design concept based on reflow tools	GEREN, N.; ÇAKIRCA, M.;BAYRAMOGLU	Component manufacturing, printed circuits, System monitoring, Design of work.	Turquia	2006	Artigo	Soldering & Surface Mount Technology
131	Design optimisation of aluminium recycling	KHOEI, A.R.; MASTERS, I.; GETHIN, D.T.	Process optimisation; Taguchi method; Aluminium recycling;	Iran	2002	Artigo	Journal of Materials

	processes using Taguchi technique		Signal-to-noise ratio; ANOVA analysis; Response surface method				Processing Technology
132	Designing sustainable recovery network of end-of-life products using genetic algorithm	DEHGHANIAN, F.; MANSOUR, S.	Sustainable development, recovery networks, life cycle assessment (LCA). Anaçytical hierarchy process (AHP), genetic algorithm, scrap tires	India	2009	Artigo	Resources conservation and recycling
133	Destructive Disassembly of Bolts and Screws by Impact Fracture	PAK, K.G.; SODHI, R.	Destructive Disassembly, Impact Fracture, Stress Wave, Demanufacturing	Estados Unidos	2002	Artigo	Journal of manufacturing systems
134	Determing end-of-life strategies as a part of production definition	ROSE,C.M.; BEITER,K.A.; ISHII, K.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1999	Artigo	IEEE
135	Determining optimal disassembly and recovery strategies	TEUNTER, R.H	Disassembly; Recovery; Profit maximization; Dynamic programming	Inglaterra	2006	Artigo	The International Journal of Management Science
136	Determining optimum disassembly sequences in electronic equipment	LAMBERT, A.J.D	Disassembly; Mathematical programming; Optimization; Recycling; Electronic equipment	Holanda	2002	Artigo	Computers & industrial engineering
137	Development of a life cycle assessment tool for construction and maintenance of asphalt pavements	HUANG, Y.; BIRD, R.; HEIDRICH, O.	Asphalt pavements, life cycle assessment, recycling, sustainable construction	Inglaterra	2009	Artigo	Journal of Cleaner Production
138	Development of a Semi-quantitative pre-LCA tool	ONG, S.K.; T.H. KOH, NEE A.Y.C.	life-cycle assessment, Enviornmental impacts, Pre-LCA	Cingapura	1999	Artigo	Journal of Materials Processing Technology
139	Development of an integrated	CHOW, J.; LEE, S.-M.;	CAD-CAM integration,	Estados	2002	Artigo	the international

	laser-based reverse engineering and machine system	KENGSKOOL, K.	concurrent engineering, laser scanning, reverse engineering	Unidos			journal advanced manufactruing technology
140	Development of demanufacturing module for multi-lifecycle assessment and analysis of products	GAO,M.; ZHOU, M.C.;CAUDILL, R.J.	Multi-lifecycle , MLCA, demanufacturing	Estados Unidos	2001	Artigo	IEEE anais
141	Development of design for remanufacturing guidelines to support sustainble manufacturing	IJOMAH, W.L.; McMAHON,C.A.; HAMMOND,G.P.; NEWMAN, S.T.	Remanufacture; Design for environment; Sustainable manufacture.	Inglaterra	2007	Artigo	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing
142	Development of integrated design for disassembly and recycling in concurrent engineering	CHEN,K.Z.	Concurrent engineering; Product development; Design; Environment;Recycling.	China	2001	Artigo	Integrated Manufacturing systems
143	Development of robust design for-remanufactruing guidelines to further the aims of sustainable development	IJOMAH,W.L.; McMAHON,C.A.; HAMMOND,G.P.; NEWMAN,S.T.	Remanufacture; Design-for-remanufacturing (DFRem); Environmentally conscious manufacture.	Inglaterra	2008	Artigo	International Journal of Production Research
144	Development of separation methods and system design of recycling of solid wastes	HIRAOKA, M.; TAKEDA, N.; FUJITA, K.	Sem palavras chave	Japão	1980	Artigo	Conservation & recycling
145	Different kinds of consumer response to the reward recycling technique: similarities at the desired routine level	MENESES, G.D.; PALACIO, A.B.	Social marketing, Recycling, Promotion	Espanha	2006	Artigo	Asia Pacific Journal of Marketing
146	Disassembly and recycling of electronic consumer products: an overview	RON, A.; PENEV, K.	Sem palavras chave	Holanda	1995	Artigo	Technovation
147	Disassembly Complexity and	MANI, V.; DAS, S.;	Sem palavras chave	Estados	2001	Artigo	IEEE

	recyclability analysis of news designs from cad file data	CAUDILL, R.		Unidos			
148	Disassembly of a Modular Humeral Prosthesis	SISTO, D.J.;MATTEW, P.F.BLAZINA, M.E.;HIRSH L.C.	prosthesis disassembly, shoulder hemiarthroplasty, modular humerus.	Estados Unidos	1993	Reporte	The Journal of Arthroplasty
149	Disassembly of products	GUPTA, S.M.; McLEAN, C.R.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1996	Artigo	Computers ind. Engng
150	Disassembly Scheduling with Multiple Product Types	KIM, H.J.; LEE, D.H.; XIROUCHAKIS, P.; ZUST, R.	Disassembly. Prodution Planning and Scheduling. Optimization	Suiza	2003	Artigo	CIRP Annals
151	Disassembly Sequence Generation Using a Neural Network Approach	HUANG,H.H.; WANG, M.H.; JOHNSON, M.R.	Disassembly Sequence, Neural Network	China	2000	Artigo	Journal of manufacturing systems
152	Disassembly Sequence Planning for Products with Defective Parts in Product Recovery	GUNGOR, A.; GUPTA, S.M.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1998	Artigo	Computers ind. Engng
153	Disassembly-oriented assessment methodology to support design for recycling	ZUSSMAN, E.; KRIWET, A.; SELIGER, G.	disassembly, assessment, environment	Alemanha	1997	Artigo	CIRP Annals
154	Discarded tire recycling practices in the United States, Japan and Korea	WON JANG, J.; YOO, T.S.; O. J.H.; IWASAKI, I.	Sem palavras chave	Korea	1998	Artigo	Resources conservation and recycling
155	Dynamic lot sizing with product returns and remanufacturing	TEUNTER,R.H.; BAYINDIR,Z.P.; HEUVEL,W.V.D.	Inventory;Batch sizing; Reverse logistics;Remanufacturing	Turquia	2006	Artigo	International Journal of Production Research
156	Dynamic performance of a	ZHOU, L.; NAIM, M.M.;	hybrid system, combined	Inglaterra	2006	Artigo	The International

	hybrid inventory system with a Kanban policy in remanufacturing process	TANG, O.; TOWILL, D.R	manufacturing and remanufacturing, Dynamic performance				Journal of Management Science
157	Ecodesign methods focused on remanufacturing	PIGOSSO, D.C.A.; ZANETTE, E.T.; GUELERE FILHO, A.; OMETTO, A.R.	Eco-design, remanufacturing, life cycle, methods, environmental impact, 'end-of-life' approaches	Brasil	2010	Artigo	Journal of Cleaner Production
158	ECO-design of reuse and recycling networks by multi-objective optimization	EROL, P.; THOMING, J.	LCIA, environmental impacts sensitivity, Nickel plating, Zero-water discharge, Multi-objective optimization, MINLP	Alemanha	2004	Artigo	Journal of Cleaner Production
159	Eco-efficiency gains from remanufacturing: A case study of photocopier remanufacturing at Fuji Xerox Australia	KERR, W.; RYAN, C;	remanufacturing, eco-efficiency, life cycle assesment, xerox photocopiers	Suécia	2001	Artigo	Journal of Cleaner Production
160	Eco-efficiency od Advanced Loop-closing Systems for vehicles and Household	MORIOKA, T.; TSUNEMI, YANAMOTO, Y.; YABAR, H.; YOSHIDA, N.	end-of-life-products, industrial ecology, industrial complex, parts reuse, steel industry, waste tire gasification	Japão	2005	Artigo	Journal of Industrial Ecology
161	Eco-efficiency, asset recovery and Remanufacturing	AYRES,R.;FERRER,G.; LEYNSEELE, T.V.	Sem palavras chave	França	1997	Artigo	European Management journal
162	Economic comparison of recycling over-ordered fresh concrete: A case study approach	TAM, V.W.Y.; TAM C.M.	Benefit; Cost; Recycling; Concrete; Concrete reclaimer; Construction	Austrália	2007	Artigo	Resources conservation and recycling
163	Economic Impact of Aluminun-intensive vehicles on the U.S. automotive recycling infrastructure	BOON, J.E.; ISAACS, J.A.;GUPTA, S.R.	aluminium, automobile, disassembly, goal programming, recycling, scrap,	Estados Unidos	2001	Artigo	Journal of Industrial Ecology

164	Eco-Sustainable energy and environmental strategies in design for recycling: the software "ENDLESS"	ARDENTE, F.; BECCALI, G.; CELLURA, M.	Design for environment, Design for Recycling, Multi-Attribute Decision-Making method	Italia	2003	Artigo	Ecological Modelling
165	Efficiency and feasibility of product disassembly: A case-based study	DUFLOU, J.R.; SELIGER, G.; KARA, S.; UMEDA, Y.; OMETTO, A.; WILLIENS, B.	Disassembly Productivity End-of-life treatment	Bélgica	2008	Artigo	CIRP Annals
166	ELDA and EVCA: tools for building product End-of-life strategy	ROSE, C.M.; ISHII, K.; STEVELS, A.	Sem palavras chave	Estados Unidos	2001	Artigo	The Journal of sustainable product design
167	Emerging product Strategies - Selling services of remanufactured products	JACOBSSON, N.	Sem palavras chave	Suécia	2000	Tese	IIIEE Lund University
168	End-of-life impact reduction through analysis and redistribution of disassembly depth: A case study i electronic device redesign	GIUDICE, F.; KASSEM, M.	Design for Disassembly, Disassembly depth, Recovery, Environmental Impact, End-of-life	Italia	2009	Artigo	Computers & industrial engineering
169	End-of-Life-Based Negotiation Throughout the Design Process	BRISSAUD, D.; ZWOLINSKI, P.	Design, Life Cycle, Eco-design.	França	2004	Artigo	CIRP Annals
170	Enhancing disassembly and recycling planning using life-cycle analysis	KUO, T.C.	Life-cycle analysis; Disassembly planning; Recycling; Bill of material	China	2006	Artigo	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing
171	Environmental Conscious Design: Na Introduction to EDST	ZHANG, H.C.; YU, S.Y.; ERTAS, A.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1999	Artigo	Society for Design and Process Science
172	Environmental Design Industrial Template (EDIT): a software	SPICER, A.; WANG, M.H.	Disassembly analysis; Product recycling Economic analysis;	Canada	1997	Artigo	Journal of Cleaner

	tool for analysis of product retirement		Disassembly software				Production
173	Environmental Issues within the Remanufacturing Industry	LINDAHL, M.; SUNDIN, E.; OSTLIN, J.	Remanufacturing, Life Cycle Assessment, Design for Environment	Suécia	2006	Artigo	CIRP Annals
174	Environmental-Economic Supply Chain Management from a Original equipment Manufacturer's perspective: How can we make it happen	NAGEL, M.H.; STEVELS, A.L.N.	Sem palavras chave	Holanda	2002	Artigo	IEEE
175	Evaluation of connection types in design for disassembly (DFD) using analytic network process	GUNGOR, A.;	Design for disassembly; Disassembly; Connectors; ANP; Environment	Turquia	2006	Artigo	Computers & industrial engineering
176	Evaluation of disassemblability to enable design for disassembly in mass production	DESAI, A.,; MITAL, A.	Disassemblability; End-of-life products; Design for X (DfX); Design for disassembly; Disassembly evaluation metrics	Estados Unidos	2003	Artigo	Internatrional Journal industrial ergonomics
177	Exact methods in optimum disassembly sequence search for problems subject to sequence dependent costs	LAMBERT, A.J.D	Assembly planning; Disassembly planning; Mathematical programming; Network; Traveling salesperson problem; Optimization	Holanda	2006	Artigo	The International Journal of Management Science
178	Explicit accounting methods for recycling in LCI	NEWELL, S.A.; FIELD, F.R.	Life cycle analysis, inventory analysis, recycling	Estados Unidos	1998	Artigo	Resources conservation and recycling
179	Facilitating DfE in enterprises: the taiwan Green Design Network	LEUNG, R.	Design for environment (DfE), Green Design, Networking, Recycling, Green Electronics	China	2004	Artigo	International IEEE conference on Asian Green Electronics

							(AGEC)
180	Flexibility robotic demanufacturing using real time tool path generation	VAN KUREN, M.B.	demanufacturing, robotics, vision	Estados Unidos	2006	Artigo	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing
181	Flexibility specialization, uncertainty, and the firm enterprise strategies in the wood remanufacturing industry of the Vancouver metropolitan area, Britihs Columbia	REES, K.;HAYTER, R.	flexible specialization, uncertainty, wood remanufacturing, enterprise strategy, Vancouver	Canada	2008	Artigo	Canadian Geographer
182	Flexible robotic demanufacturing using real time tool path generation	KUREN, M.B.V	Demanufacturing; Robotics; Vision	Estados Unidos	2006	Artigo	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing
183	Fundamental limits for the recycling of end-of-life vehicles	REUTER, M.;A.VAN SHAIK,IGNATENKO,O.; HAAN, G.J.	Modelling; Process optimisation/synthesis; Environmental; Recycling	Austrália	2006	Artigo	Mineral engineering
184	Getting value from wastewater: by-products recovery in a potato chips industry	CATARINO, J.; MENDOÇA, E.; PICADO, A.; ANSELMO, A.; DA COSTA, J.N.; PARTIDÁRIO, P.	Eco-efficiency; Starch recovery; Ecotoxicity; Wastewater valorisation; Agro-food industry	Portugal	2007	Artigo	Journal of Cleaner Production
185	Green remanufacturing engineering in structural machinery based on reverse engineering	ZHOU, G.; DUAN, G.; WU, H.; YAO.T	Green remanufacturing, strutral machinery	China	2008	Artigo	Internationa coneference on security technology
186	Heavy metal partitioning from electronic scrap during thermal End-of-Life treatment	SCHARHORST, W.; LUDWIG,C.; WOCHLE,J.;JOLLIET,O.	Heavy metals; Printed wiring board assembly; Electronic scrap; Waste management;	Suiza	2007	Artigo	Siencie of the total environment

			Thermal End-of-Life treatment				
187	Heuristics for demand-driven disassembly planning Ian M.	LANGELLA, I.M.	Disassembly planning; Reverse logistics; Demand-driven disassembly; Heuristics	Alemanha	2007	Artigo	Computers & operations research
188	Hewlett-Packard Company Unlocks the Value Potential from Time-Sensitive Returns	GUIDE Jr,V. D.R.;MUYLDERMANS,L.; VAN WASSENHOVE,L.N.	Industries; Computer; Electronic; Inventory/production; Perishable; Aging items.	Estados Unidos	2005	Artigo	Interfaces
189	HOME: House of Modular Enhacement a tools for modular product redesign	SAND, J.C.; GU, P.; WATSON, G.	modular products, life cycle engineering, design methodology, redesign, product architecture, functionalitty	Canada	2002	Artigo	Concurrent engineering: Research and applications
190	Impact of the European Union vehicle waste directive on end-of-life options for polymer electrolyte fuel cells	HANDLEY, C.; BRANDON, N.P.; VAN der VORST, R.	Polymer electrolyte fuel cells; End-of-life; Life cycle analysis; Recycling; EU vehicle waste directive	Inglaterra	2002	Artigo	Journal Power Sources
191	Importance of closed-loop supply chain relationships for product remanufacturing	ÖSTLIN, J.; SUNDIN, E.; BJORKMAN,M	Product recovery, reverse logistics, relationship marketing	Suécia	2008	Artigo	Int. J. Productions Economics
192	Improving recyclability by design: a case study of fibre optic cable	WRIHT, E.; AZAPAGIC, A.; STEVENS, G.; MELLOR, W.; CLIFT, R.	Environmental impacts, life cycle assessment, life cycle costing, design for recyclability, material recycling, fibre optic cable	Inglaterra	2005	Artigo	Resources conservation and recycling
193	Improving sustainability thorough effective reuse of products returns: minimizing waste in a batch blending process environment	FRENCH, M.L.	Process industries, product returns, reuse, Batch blending	Estados Unidos	2008	Artigo	Journal of Cleaner Production

194	Incentive and production decisions for remanufacturing operations	KAYA, O.	Supply chain management Remanufacturing Demand substitution	Turquia	2009	Artigo	European Journal of Operational Research
195	Incorporating component reuse, remanufacture, and recycle into product portfolio design	MANGUN, D.; THURSTON, D.L.	cost of recycling, design for reuse, personal computer recycling, products portfolios, remanufacturing, reuse	Estados Unidos	2002	Artigo	IEEE
196	Incorporating End-on-life strategy in product definition	ISHII, K.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1999	Artigo	IEEE
197	Incorporating work factors in design for disassembly in product design	DESAI, A.; MITAL, A.	Task analysis, Time measurement, Work design	Estados Unidos	2005	Artigo	Journal of manufacturing technology Management
198	industrial recycling and the basel convention	ALTER, H.	Recycling, industrial wastes, basel convention, hazardous wastes	Estados Unidos	1997	Artigo	Resources conservation and recycling
199	Influencing Design to improve Product End-of -life stage	ROSE, C.M.; ISHII, K.; STEVENS, A.	Ecodesign, End-of-life-strategy, life cycle planning, Product design, recycling	Estados Unidos	2002	Artigo	Research in Engineering Design
200	Informing packaging Design Decisions at Toyota Motor Sales using life assessment and costing	EARLY, C.; KIDMAN, T.; MENVIELLE.M.; GEYER, R.; McMULLAN, R.	automobile industry, industrial ecology, logistics, supply chain management, secondary packaging, software	Estados Unidos	2009	Artigo	Journal of Industrial Ecology
201	Initiating automotive component reuse in Malaysia	AMELIA, L.; WAHAB, D.A.; CHE HARON, C.H.; MUHAMAD, N.; AZHARI, C.H.	reuse, design for reuse (DFR), end-of-life directive, automotive	Ásia	2009	Artigo	Journal of Cleaner Production
202	Innovative disassembly strategies based on flexible	FELDMANN, K.; TRAUTNER, S.; MEEDT,	Disassembly, disassembly tools, recycling, waste management	Alemanha	1999	Artigo	Annual Reviews in Control

	partial destructive tools	O.	legislation				
203	Innovative process and tools for disassembly	SELIGER, G.; BASDERE, B.; KEIL, T.; REBAFKA, U.	Disassembly process, disassembly tools, product accompanying information systems	Alemanha	2002	Artigo	CIRP Annals
204	Integrated design of remanufacturable products based on product profiles	ZWOLINSKY,P.; LOPEZ-ONTIVEROS,M.A.; BRISSAUD,D.	Eco-design; Remanufacturing	França	2006	Artigo	Journal of Cleaner Production
205	Inventory buffers in recoverable manufacturing	GUIDE, Jr, D.V.; SRIVASTAVA, R.	Environmental issues; Manufacturing control systems	Estados Unidos	1998	Artigo	Journal of operations management
206	Inventory control for a MARKOVIAN remanufacturing system with stochastic decomposition process	TAKAHASHI, K.; MORIKAWA, K. TAKEDA, M.D.;MIZUNO, A.	remanufacturing system, stochastic decomposition, inventory controls, markov analysis	Japão	2007	Artigo	Internaitonal journal of production economics
207	Inventory control with product returns: The impact of imperfect information	BRITO, M.P.; VAN DER LAAN, E.A.	Reverse logistics; Inventory; Product returns; Value of information	Holanda	2009	Artigo	European Journal of Operational Research
208	Inventory control; Product substitution; Remanufacturing	INDERFURTH, K; KOK, A.G.; FLAPPER, S.D.P;	Product recovery manangement, remanufacturing, Multiple reuse options, optimal policies	Alemanha	2001	Artigo	European Journal of Operational Research
209	Issues in end-of-life product recovery and reverse logistics	FERGUSON,N.; BROWNE,J.	Reverse logistics; Extended enterprise; End-of-life products; Automotive; Recycling; Information systems	Irlanda	2001	Artigo	Production planning & control
210	Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey	GUNGOR, A.; GUPTA, S.M.	Disassembly; Environmentally conscious manufacturing; Product recovery; Recycling; Remanufacturing;	Estados Unidos	1999	Artigo	Computers & industrial engineering

			Reuse; Survey				
211	Joint Life-Cycle Dynamics of New and Remanufactured Products	DEBO, L.G.; TOKTAY, L.B.; WASSENHOVE, L.N.V	remanufacturing; product diffusion; closed-loop supply chains	Estados Unidos	2006	Artigo	Production and operations managment
212	Joint procurement and production decisions in remanufacturing under quality and demand uncertainty	MUKHOPADHYAY, S.K.;MA, H.	Remanufacturing, Randon yield, Procurement, Production	Korea	2008	Artigo	International Journal of Production Economics
213	Leadtime effects and policy improvement for stochastic inventory control with remanufacturing	INDERFUTH, K.; VAN DER LAAN, E.	remanufacturing, inventory control, optimization	Alemanha	2001	Artigo	International Journal of Production Economics
214	Lean Production Principles in Remanufacturing	ÖSTLIN, J.; EKHOLM, H.	lean production, value steam mapping, rapid plant assesment, remanufactuering	Suécia	2007	Artigo	IEEE
215	Lessons learned from 10 years take-back and recycling	STEVELS, A.; BOKS, C.	Recycling, electronics, take-back	Holanda	2001	Artigo	CIRP Annals
216	Life cycle assessment of EPS and CPB inserts: design considerations and end of life scenarios	TAN, R.B.H.; KHOO, H.H.	life cycle assessment, expanded polystyrene, corrugates paperboard, impact assesment, design and end-of=life comparisons.	Cingapura	2005	Artigo	Journal of Environmental management
217	Life cycle design metrics for energy generation technologies: Method, data, and case study	COOPER, J.; LEE, S.J.; BOUSSU, J.; BOMAN, S.	Life Cycle Assessment Energy generation Design PEMFC	Estados Unidos	2009	Artigo	Journal of power sources
218	Life cycle engineering and Design	ALTING,L.; LEGARTH,J. B.	Environment; Product design; Disassembling.	Dinamarca	1995	Artigo	CIRP Annals
219	Life Cycle Tools tools for future	PRZEKOP, L.A.;KERR, S.	Sem palavras chave	Estados	2004	Artigo	IEEE

	product sustainability			Unidos			
220	Life design for remanufacturing durable products	OKUMURA,S.; MORIKUNI,T.; OKINO,N.	Sem palavras chave	Japão	2001	Artigo	IEEE
221	Linear programming in disassembly/clustering sequence generation	LAMBERT, A.J.D	Disassembly sequence; Recycling; Mathematical programming; Design for disassembly; Design for environment	Holanda	1999	Artigo	Computers & industrial engineering
222	Logistics network design for product recovery in fuzzy environment	QIN,Z.;JI,X.	Credibility measure Product recovery Reverse logistics Fuzzy programming Genetic algorithm Fuzzy simulation	China	2009	Artigo	European Journal of Operational Research
223	Lot sizing in reverse MRP for scheduling disassembly	GUTIÉRREZ, Y.B.; DÍAZ, B.A.; GUPTA, S.M.	Reverse logistics; MRP; Lot sizing	Espanha	2008	Artigo	International Journal of Production Economics
224	Making functional sales environmentally and economically beneficial through product remanufacturing	SUNDIN, E.; BRAS, B.	functional sales, service selling, remanufacturing, design for environment, Ecodesing, Design for Remanufacturing , Activity bases costing (ABC)	Suécia	2005	Artigo	Journal of Cleaner Production
225	Managing New and remanufactured Products	FERRER,G.; SWAMINATHAN, J.M.	remanufacturing, duopoly, self-selection,product-line pricing	Estados Unidos	2006	Artigo	Management Science
226	Managing product returns for remanufacturing	GUIDE Jr, D.V.; WASSENHOVE, L.N.V.	REMANUFACTURING, ECONOMIC VALUE- ANALYSIS , PRODUCT ACQUISITION MANAGEMENT	França	2009	Artigo	Production and operations management

227	Managing reuse in manufacturing system modelling and design a value net approach	DANI,S.H./ HARDING J.A.	Sem palavras chave	Inglaterra	2004	Artigo	int J. Computer Integrated manufacturing
228	Manufacturing network configuration in supply chains with product recovery	FRANCAS, D.;MINNER, S.	Product recovery network configuration, manufacturing and remanufacturing capacity, manufacturing flexibility, stochastic linear programming	Alemanha	2009	Artigo	Omega
229	Mapping Knowledge about Product Lifecycle Engineering for Ontology Construction via Object-Process Methodology	SHPIALNI, D.D.M.	Knowledge management, Lifecycle ontology, Object-process methodology	Israel	2005	Artigo	CIRP Annals
230	Matching Demand and Supply to Maximize Profits from Remanufacturing	GUIDE Jr, V.D.R.; TEUNTER, R.H.; VAN WASSENHOVE, L.N.	Remanufacturing; Product Acquisition; Econometric Models	Estados Unidos	2003	Artigo	Manufacturing & service operations management
231	Material and complexity - Implications for remanufacturing	ÖSTLIN, J.	Decisions, Disassembly, Reassembly. Remanufacturing, reprocessing	Suécia	2005	Artigo	IEEE
232	Material flows of mobile phones and accessories in Nigeria: Environmental implications and sound end-of-life management options	OSIBANJO, O.; NNOROM, I.C.	Mobile phone, Nigeria, E-waste, End-of-life management, material recovery	Nigeria	2008	Artigo	Environmental Impact Assessment review
233	Material Planning for a remanufacturing facility	FERRER, G.; WHYBARK, C.	Material requirements planning, product recovery, remanufacturing, recycling	Estados Unidos	2001	Artigo	Production and operations management
234	Materials selection and design for development of sustainable	LJUNGBERG, L.Y.	Sustainable product development; Design;	Suécia	2007	Artigo	Materials & Design

	products		Recycling; Materials selection; Environmental impact; Ecology				
235	Mechanical Bus for Modular Product Design	GU, P.; SLEVINSKY, M.	Design, Module, Mechanical Bus	Canada	2003	Artigo	CIRP Annals
236	Method for assessment of reuse suitability within modular assembly systems	WEULE, H.; BUCHHOLZ, C.	assembly, reliability, assessment, maintenance	Alemanha	2001	Artigo	Assembly Automation
237	Metrics for End-of-life Strategies (ELSEIM)	ROSE, C.M.; STEVELS, A.	Sem palavras chave	Holanda	2001	Artigo	IEEE
238	Mixed assembly and disassembly operations for remanufacturing	KETZENBERG, M.E.; SOUZA, G.C.; GUIDE Jr, V.D.R.	remanufacturing, assembly lines, queuing, simulation	Estados Unidos	2003	Artigo	Production and operations management
239	Modelling of the cycle of products with data acquisition features	SIMON, M.; BEE, G.; MOORE, P.; PU, J.S.; XIE, C.	Appliances, reuse, data acquisition, Information system, life cycle modelling	Inglaterra	2001	Artigo	Computers in Industry
240	Modular design to support green life-cycle engineering	TSENG, H-E.; CHEN CHANG, C.; LI, J.D.	Modular design; Green life-cycle engineering; Grouping genetic algorithm; Liaison intensity; Green analysis	China	2008	Artigo	Expert Systems with Applications
241	Module Configurator for the Development of Products for ease of remanufacturing	SELIGER, G.; WEINERT, N.; ZETTL M.	Modularity, Remanufacturing, Module Configurator	Alemanha	2007	Artigo	CIRP Annals
242	Multi-criteria material selections and end-of-life product strategy: Grey relational analysis approach	CHAN, J.W.K.; TONG, T.K.L.	Selection of materials; Product end-of-life strategy; Multi-criteria decisions; Grey relational analysis	China	2007	Artigo	Materials & Design
243	Negotiation-based coordination in product recovery networks	WALTHER, G.; SCHMID, E.; SPENGLER, T.S.	Product recovery; Distributed decision making; Multiagent systems; Linear programming	Alemanha	2008	Artigo	International Journal of Production

							Economics
244	Network management and environmental effectiveness: the management of end-of-life vehicles in the United Kingdom and in Sweden	MANOMAIVIBOOL,P.	Extended producer responsibility; ELV Directive; Network management; Theory-based evaluation; Policy paradigm	Suécia	2008	Artigo	Journal of Cleaner Production
245	Neural Network Model for Product End-of-Life Strategies	CHEN,J.L.;WU,J.N.	End-of-life; Neural networks; Design for environment; Remanufacture; Recycling.	Japão	2003	Artigo	IEEE
246	Neuro-Fuzzy approach to forecast returns of scrapped products to recycling and remanufacturing	GÓMEZ,J.M.;RAUTENSTRAUCH, C.;NURNBERGER,A.;KRUSE,R.	Recycling,simulation,Fuzzy,Neuro-fuzzy,function approximation	Alemanha	2002	Artigo	Knowledge based systems
247	New methods of aluminium and aluminium-alloy chips recyclings	GRONOSTAJSKI, J.; MARCINIAK, H.; MATUSZAK, A.	Aluminium, aluminium alloys, recycling, composites	Polónia	2000	Artigo	Journal of Materials Processing Technology
248	On a conjecture of optimal repair-replacement strategies for warranted products	JIANG, X.; JARDINE, A.K.S.; LUGITIGHEID, D.	Warranty; Repair-replacement optimization; Repair-cost-limit policy; Dynamic programming	Estados Unidos	2006	Artigo	Mathematical and Computer Modelling
249	On remanufacturing systems Analysing and managing material flows and remanufacturing processes	ÖSTLIN, J.	Sem palavras chave	Suécia	2008	Tese	Institute of technology, Linköpings universitet
250	On the necessity of a disposal option for returned items that can be remanufactured	TEUNTER,R.H.;VLACHOS,D.	Inventory control; Remanufacturing; Disposal	Holanda	2002	Artigo	International Journal of Production Economics
251	On the optimal design of the disassembly and recovery	XANTHOPOULOS, A.;	Sem palavras chave	Grêça	2009	Artigo	Waste

	processes	IAKOVOU,E.					Management
252	Online design reuse tool for the support of the generation, embodiment and detailed design of products.	ONG, S.K.; GUO, D.O	Sem palavras chave	Inglaterra	2004	Artigo	International Journal of Production Research
253	Operations Planning Issues in an Assembly-Disassembly Environment	BRENNAN, L.; GUPTA, S.M.;TALEB,K.N.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1994	Artigo	International Journal of Operations & Production Management
254	Opportunities for remanufactured electronic products from developing countries: hypotheses to characterise the perspectives of a global remanufacturing industry	STEINHILPER, R.	life cycle management. Product stewardship, remanufacturing, repair	Alemanha	2004	Artigo	IEEE AFRICON
255	Optimal Acquisition and Sorting Policies for Remanufacturing	GALBRETH, M.R.; BLACKBURN, J.D.	remanufacturing • product acquisition management • used product sorting	Estados Unidos	2009	Artigo	Production and operations management
256	Optimal biocompatible solvent design for a two-stage extractive fermentation process with cell recycling	CHENG, H.C.; WANG, F.S.	Solvent design; Extractive fermentation; MINLP; CAMD; Fuzzy optimization; Evolutionary computation	China	2008	Artigo	Computers & Chemical Engineering
257	Optimal control of a one product recovery system with leadtimes	KIESMULLER, G.P.	Recovery system; Deterministic inventory model; Dynamic demands; Pontryagin's maximum principle; Optimal control	Holanda	2003	Artigo	International Journal of Production Economics
258	Optimal design of municipal	DIAMADOPOULOS,E.;	Municipal solid waste,	Grça	1995	Artigo	Resources

	solid waste recycling systems	KOUTSANTONAKIS, Y.; ZAGLARA, V.	economic benefit, Recycling, optimization				conservation and recycling
259	Optimal Disassembly Configurations for Single and Multiple Products	MEACHAM, A.; UZSOY, R.; VENKATADRI, U.	Disassembly Planning, Column Generation, Environmentally Conscious Manufacturing	India	1999	Artigo	Journal of manufacturing systems
260	Optimal policies in hybrid manufacturing/remanufacturing systems with product substitution	INDERFURTH, K	Inventory control; Product substitution; Remanufacturing	Alemanha	2004	Artigo	International Journal of Production Economics
261	Optimal policy for a closed-loop supply chain inventory system with remanufacturing	CHUNG, S.L.; WEE, H.M.; YANG, P.C.	Supply chain management; Closed-loop supply chain; Multi-echelon inventory; Reverse logistics	China	2008	Artigo	Mathematical and Computer Modelling
262	Optimal pricing, EOL (end of life) warranty, and spare parts manufacturing strategy amid product transition	KIM, B.; PARK, S.	EOL (end of life) services; Warranty; Manufacturing strategy	Korea	2008	Artigo	European Journal of Operational Research
263	Optimal repair }replace strategies for a warranted product	JACK, N. VAN der DUYN SCHOUTEN, F.	Free replacement warranty; Repair }replace strategies; Minimal repair	Inglaterra	2000	Artigo	International Journal of Production Economics
264	Optimal replace-repair strategy for servicing products sold with warranty D.	NGUYEN, D.G.; MURTHY, D.N.P;	Warranty, servicing, repair, optimization	Austrália	1989	Artigo	European Journal of Operational Research
265	Optimizing disassembly processes subjected to sequence- dependent cost	LAMBERT, A.J.D	Disassembly planning; Assembly; Network; Mathematical programming; Optimization; Traveling salesperson	Holanda	2007	Artigo	Computers & operations research

			problem				
266	Parts remanufacturing in the oilfield industry	MAPLES, G.E.; HEADY, R.B.; ZHU, Z	Demand forecastign, manufacturing industries, inventory control	Estados Unidos	2005	Artigo	Industrial Management & Data Systems
267	Periodic review, push inventory policies for remanufacturing	MAHADEVAN,B.;PYKE, D.F.;FLEISCHMANN,M.	Inventory; Remanufacturing; Environment; Heuristics; Reverse logistics	India	2003	Artigo	European Journal of Operational Research
268	Petri net approach to disassembly process planning for products with compex AND/OR procedence relationships	MOORE, K.E. GUNGOR, A.K.; GUPTA, S.M.	Modelling, Disassembly, petri nets, complex AND/ OR precedence	Estados Unidos	2001	Artigo	European Journal of Operational Research
269	Planned lead time determination in a make-to-order remanufacturing system	TANG, O.; GRUBBSTRÖM, R.W.; ZANONI, S.	Disassembly, Remanufacturing, Reverse logistics systems	Suécia	2007	Artigo	International Journal of Production Economics
270	Planning of Products Assembly and Disassembly	LAPERRIÈRE ,L.; EIMARAGHY, H.A.	process planning, assembly. disassembly, graph methods. optimal p h s .	Canada	1992	Artigo	CIRP Annals
271	Plastics recycling and waste management in the US	SUBRAMANIAN,P.M.	Environment; Plastics recycling; Waste management; Municipal waste; Integrated waste management; Waste-to-energy; Incineration; Landfill; Life cycle analysis	Estados Unidos	2000	Artigo	Resources conservation and recycling
272	Positive trends and opportunities for sustainable design in opertaions management textbooks	WILLIAM, J.A.	operations management, education, sustainable design, electronics	Estados Unidos	2007	Artigo	IEEE

273	Pricing used products for remanufacturing	LIANG,Y.; POKHAREL,S.; LIM,G.H.	Remanufacturing; Pricing policy; Brownian motion; Core price; Reverse logistics	Cingapura	2009	Artigo	European Journal of Operational Research
274	Pricing used products for remanufacturing	LIANG,Y.; POKHAREL,S.; LIM,G.H.	Remanufacturing, Pricing policy, Brownian motion, core price, reverse logistics	Cingapura	2009	Artigo	European Journal of Operational Research
275	Process and Facility Planning for Mobile Phone Remanufacturing	SELIGER, G.; FRANKE, C.; CIUPEK, M.; BASDERE, B.	Mobile phone remanufacturing; linear optimization, discrete-event simulation	Alemanha	2004	Artigo	CIRP Annals
276	Process planning for IT-equipment remanufacturing	HEYER, S.C.S.;CHIOTELLIS, S.; SELIGER, G.	Remanufacturing, process planning, mathematical programming	Alemanha	2009	Artigo	CIRP Journal of manufacturing Science and Technology
277	Product and Process Design for Successful Remanufacturing	SUNDIN,E.	Sem palavras chave	Suécia	2004	Tese	Linköpings Universitet
278	Product configuration optimization for disassembly planning: Adifferential approach	VISWANATHAN,S.; ALLADA,V.	Disassembly; Product configuration; Optimization; Evolutionary programming	Estados Unidos	2006	Artigo	The International Journal of Management Science
279	Product Design for disassembly and bulk recycling	SODHI, M.; KNIGHT,W.A.	Design;Disassembly;Environmental	Estados Unidos	1998	Artigo	CIRP Annals
280	Product End-of life Strategies Based on Neural Network Model	GUANGFU,L.; SHICHUN, B.;ZHIFENG,L.; PENG,C.; QINGDI,K.	End-of-Life; Neural networks; Reuse	China	2008	Artigo	LCE Annals
281	Product life-cycle implications for remanufacturing strategies	OSTLIN, J.; SUNDIN, E.; BJORKMAN,M	Remanufacturing, component cannibalization, product life-cycle, remanufacturing strategies	Suécia	2009	Artigo	Journal of Cleaner Production
282	Product lifecycle management	LEE,S.G.;MA, Y. -S.;	Product lifecycle management;	Cingapura	2008	Artigo	Computers in

	in aviation maintenance, repair and overhaul	THIMM, G.L.; VERSTRAETEN, J.	Maintenance, repair and overhaul; Enterprise management; PDM; CAD/CAM				Industry
283	Product Modularization for Parts Reuse in inverse Manufacturing	KIMURA,F.; KATO,S.; HATA,T.;MASUDA,T.	Product design;Module structure; Product life cycle	Japão	2001	Artigo	CIRP Annals
284	Product recovery with some byte: an overview of management challenges and environmental consequences in reverse manufacturing for the computer industry	WHITE,C.D.; MASANET,E.;ROSEN,C. M.; BECKMAN,S.L.	Product recovery; Computer; Reverse manufacturing; Demanufacturing; Remanufacturing; Design for environment; Environmental management	Estados Unidos	2003	Artigo	Journal of Cleaner Production
285	Product, process, and organizational design for remanufacture -an overview of research	BRAS,B.; MCINTOSH,M.W.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1999	Artigo	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing
286	Production planning and control for remanufacturing: industry practice and research needs	GUIDE Jr, V.D.R.	Environmental issues; Production Planning	Estados Unidos	2000	Artigo	Journal of operations management
287	Production planning and control for remanufacturing: a state-of-the-art survey	GUIDE Jr, V. D.R.; JAYARAMAN, V.;SRIVASTAVA, R.	Remanufacturing; Production planning and control; Ecom	Estados Unidos	1999	Artigo	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing
288	Production planning and inventory control with remanufacturing and disposal	VAN DEL LAAN, E.; SALOMON, M.	Production planning, inventory control, manufacturing, remanufacturingm disposal, product life-cycle, statistical reorder point strategies, computational experiments	Holanda	1997	Artigo	European Journal of Operational Research

289	Production Planning for Companies with Remanufacturing Capability	CLEGG, A.J.; WILLIAMS, D.J.	Sem palavras chave	Inglaterra	1995	Artigo	IEEE
290	Production planning for remanufactured products	DEPUY, G.W.; USHER, J.S.; WALKER, R.L.; TAYLOR, G.D.	Production planning, variable processing time, variable yield rate, MRP	Estados Unidos	2007	Artigo	Production planning & control
291	Production planning in remanufacturing-manufacturing production system.	KASMARA, A.; MURAKI, M.; MATSUOKA, S.; SUKOYO.; SURYA DR.K.	Remanufacturing, Remanufacturing-manufacturing production system, Production planning, Cyclical process	Ásia	2001	Artigo	IEEE
292	Production rate control for stochastic remanufacturing systems	GHARBI, A.; PELLERIN, R.; SADR. J.	Remanufacturing, Maintenance, Control Policy, simulation, Experimental design	Canada	2008	Artigo	International Journal of Production Economics
293	Proposal for new quantitative eco-design indicators: a first case study	CERDAN, C.; GAZULLA, C.; RAUGEI, M.; MARTINEZ, E.; FULLANA-IPALMER, P.	Ica, Eco-design, inidcators, desig for recycling, design for disassembly	Espanha	2005	Artigo	Journal of Cleaner Production
294	Quantitative Evaluation of Product Disassembly for Recycling	KROLL, E.; HANFT, T.A.	Design for Disassembly, Disassembly depth, Recovery, concurrent engineering	Estados Unidos	1998	Artigo	Research in Engineering Design
295	Quotes for environmentally weighed recyclability (QWERTY): concept of describing product recyclability in terms of environmental value	HUISMAN, J.; BOKS, C.B.; STEVELS A.L.N	Sem palavras chave	Holanda	2003	Artigo	Int. J. Production Research.
296	Real world disassembly modeling and sequencing problem: Optimization by Algorithm of Self	TRIPATHI, M.; AGRAWAL, S.; PANDEY, M.K.; SHANKAR, R.; TIWARI, M.K.	Disassembly; Ant colony optimization; Fuzzy logic; Product recovery	India	2009	Artigo	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing

	-GuidedAnts(ASGA)						
297	Recent trends and benefits of remanufacturing: from closed loop business to synergetic networks	STEINHILPER, R.	Sem palavras chave	Alemanha	2001	Artigo	IEEE
298	Recyclin process planning for the end-of-life management of waste from electrical and electronic equipment.	RAHIMIFARD, S.; ABU BAKAR, M.S.; WILLIAMS, D.J.	Planning Recycling Process planning	Inglatterra	2009	Artigo	CIRP Annals
299	Recycling and raw materials	FLEISCHERM G.	Ram materials, manufacturing residues, waste products and materialsm ecological limits of recycling, product design and recycling needs	Alemanha	1997	Artigo	The science of the total environment
300	Recycling strategy and a recyclability assessment model based on an artificial neural network	LIU, Z.F.; LIU, X.P.; WANG, S.W.; LIU, G.F.	Recycling strategy; Product recycling; Artificial neural network; Assessment model; Design for recycling	China	2002	Artigo	Journal of Materials Processing Technology
301	Reducing Waste: Repair, Rwecondition, Remanufacture or Recycle?	KING, A.M.; BURGESS, S.C.; IJOMAH, W.; McMAHON, C.A.	waste; remanufacturing; sustainable design	Inglatterra	2006	Artigo	Sustainable Development
302	Regional Porcess Modeling for Desing for Environment	DOGRU, A.H.; SEBASTIAN, D.H.	Material -flow modeling, process modeling, design for environment, multi-lifecycle	Estados Unidos	1998	Artigo	Journal of systems integration
303	relationships between set-out rate, participation rate and set-out quantity in recycling programs	WANG, F.S.; RICHARDSON, A.J.; RODDICK, F.A.	Participation rate. Set-out rate. Quantity of recyclables, participation behavior in recycling programs, demand modelling of solid waste management.	Austrália	1997	Artigo	Resources conservation and recycling

304	Reliability Analysis of Non-Constant-Size Part Populations in Design for Remanufacture	JIANG,Z.H.; SHU,L.H.; BENHABIB,B.	Sem palavras chave	Canada	2000	Artigo	Journal of Mechanical design
305	Remanufacturing as a marketing strategy	ATASU, A.; SARVARY , M.; VAN WASSENHOVE, L.N.	remanufacturing, products returns, price	Estados Unidos	2008	Artigo	Management Science
306	Remanufacturing processplanning for IT equipment	CHIOTELLIS, S.; KERNBAUM,S.; SELIGER, G.	remanufacturing, process design, process planning, mixed-integer programming	Alemanha	2008	Artigo	IEEE
307	Remanufacturing and Product Design: Designing for the 7th Generation	GRAY, C.; CHARTER, M.	Sem palavras chave	Inglaterra	2006	Publicação	The Centre for sustainable Design
308	Remanufacturing Approaches contributing to sustainable engineering	SELIGER, G.; KERNBAUM, S.; ZETTL,M.	sustainability, engineering, remanufacturing, design for remanufacturing, modularity	Alemanha	2006	Artigo	Gestão e produção
309	Remanufacturing for the automotive aftermarket strategic factors: literature review and future research needs	SUBRAMONIAM, R.; HUISINGH, D.; CHINNAM, R.B.	Sustainability, aftermarket, remanufacturing, strategic planning, automotive, supply chain, reverse logistics	Estados Unidos	2009	Artigo	Journal of Cleaner Production
310	Remanufacturing of mobile phones-capacity, program and facility adaptation planning	FRANKE,C.; BASDERE,B.; CIUPEK,M.; SELIGER,S.	Mobile phone manufacturing; Production program planning;Linear optimization; Discrete-event simulation	Alemanha	2006	Artigo	The International Journal of Management Science
311	Remanufacturing: A Key Enabler to Sustainable Product Systems	NASR, N.; THURSTON,M.	Remanufacturing, Sustainable product systems	Estados Unidos	2006	Artigo	LCE Annals
312	Remanufacturing: Evidence of Environmental Conscious Business Practice in the UK	IJOMAH, W.L.;BENNETT, J.P.; PEARCE, J.	Sem palavras chave	Inglaterra	1999	Artigo	IEEE

313	Remanufacturing: The next great opportunity for boosting US productivity	GIUNTINI, R.; GAUDETTE, K.	Sem palavras chave	Estados Unidos	2003	Artigo	Business Horizons
314	Remanufacturing-the Key solution for transforming Downcycling into upcycling of electronics	STEINHILPER, R.; HIEBER, M;	Sem palavras chave	Alemanha	2001	Artigo	IEEE
315	Research issues on closed-loop PLM	JUN, H.B.; KIRITSIS, D.; XIROUCHAKIS	PLM; Product lifecycle; Product identification technologies; Research issues	Suíza	2007	Artigo	Computers in Industry
316	ReSICLED: a new recovery-conscious design method for complex products based on a multicriteria assessment of the recoverability	MATHIEUX, F.; FROELICH, D.; MOSZKOWICZ, P.	Product recoverability/recyclability; Recovery route complexity and variability; Waste; Electric and electronic equipment; Multicriteria; Design for environment; Ecodesign	França	2008	Artigo	Journal of Cleaner Production
317	Rethinking Product Design for Remanufacturing to facilitate Integrated Product Service Offerings	SUNDIN, E. LINDAHL, M.	Design for environment (DfE), Disassembly, Ecodesign, Product service systems, Life-cycle, reverse logistics	Suécia	2008	Artigo	IEEE anais
318	Reuse, Recycling and Remanufacturing Impediments for industrial Implementation	KAEBERNICK,H.	Reuse; Recycling; Remanufacturing	Austrália	2008	Artigo	LCE Annals
319	Revenue management for remanufactured products	MITRA,S.	Reverse logistics; Remanufacturing; Revenue management; Pricing model	Índia	2007	Artigo	The International Journal of Management Science
320	Review of Current End-of-life Options for Electronics and	CARRELL,J.; ZHANG, H.C.;LI,H.	End-of-Life;Active Disassembly using Smart Materials;Shape	Estados Unidos	2008	Artigo	LCE Annals

	Future automatic Disassembly options with Shape Memory Materials with Carbon Annotubes for Electronics		Memory Materials				
321	RFID-based product information in end-of-life decision making	PARLIKAD, A.K.; McFARLANE, D.	Data acquisition, environment, evaluation, information analysis, probabilistic models, decision making, uncertainty	Inglaterra	2007	Artigo	Contro Engineering practice
322	Saving product lives in global and local remanufacturing networks: a scientific and commercial work report and an outlook	STEINHILPER, R.	Sem palavras chave	Alemanha	2003	Artigo	Proceedings of Ecodesign 2003.
323	Scheduling Policies for Remanufacturing	GUIDE Jr, V. D.R.; KRAUS, M.E.;SRIVASTAVA, R.	Recoverable manufacturing; Priority despatching; Disassembly scheduling	Estados Unidos	1997	Artigo	International Journal of Production Economics
324	Scheduling Selective Disassembly for plastics recovery in an electronics Rec+BI recycling Center	RIOS, P.J.; STUART, J.A.N.	Environmental issues, materials management, scheduling	Estados Unidos	2004	Artigo	IEEE transactions on electronics packaging manufacturing
325	Selective Disassembly Sequencing: A Methodology for the Disassembly of End-of-Life Products	KARA, S.; POMPRASITPOL, P.; KAEBERNICK, H.	Disassembly, Reuse, Environmental Impact	Austrália	2006	Artigo	CIRP Annals
326	Setting the holding cost rates in a two-product system with remanufacturing	ÇORBACIOGLU, U.; VAN DER LAAN, E.A.	Reverse logistics; Remanufacturing; Net present value; Holding cost; Inventory management	Holanda	2007	Artigo	International Journal of Production Economics

327	Simple heuristics for push and pull remanufacturing policies	VAN DER LAAN, E.A.; TEUNTER, R.H.	Inventory control; Remanufacturing; Heuristics	Holanda	2006	Artigo	European Journal of Operational Research
328	Simulation for product life cycle management	XIE, X.; SIMON, M.	product life cycle, simulation, failure (mechanical), maintenance	Inglaterra	2006	Artigo	Journal of manufacturing technology Management
329	State of the art of plastic sorting and recycling: Feedback to vehicle design	FROELICH, D.; MARIS, E.; HAOUES, N.; CHEMINEAU, L.; RENARD, H.; ABRAHAM, F.; LASSARTESES, R.	Recycling, mining, sorting method, liberation, modelling, environmental	França	2007	Artigo	Mineral engineering
330	Strategic evolution of eco-products: a product life cycle planning methodology	KOBAYASHI, HIDEKI	Environmentally conscious design (ecodesign), Design for environment (DfE), life cycle planning (LCP), Quality Function Development (QFD), Life Cycle Assessment (LCA), Environmentally conscious product (eco-product)	Japão	2005	Artigo	Research in Engineering Design
331	Strategic Issues in product Recovery Management	THIERRY, M.; SALOMON, M.; NUMEN, J.V.; WASSEHNOVE, L.V.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1995	Artigo	California Management Review
332	Strategic Management of Product Recovery	TOFFEL, M.W.	Sem palavras chave	Estados Unidos	2004	Artigo	California Management Review
333	Strategic network design for reverse logistics and remanufacturing using new and old product modules	MUTHA, A.; POKHAREL, S;	Reverse logistics, Network design, Product modularity, Cost, Remanufacturing.	Cingapura	2009	Artigo	Computers & industrial engineering

334	Strategic response to EEE returns Product eco-design or new recovery processes	ZUIDWIJK, R.; KRIKKE, H.	Eco-design, Closed loop chain, WEEE-directive, Product data management, Integer Program	Holanda	2008	Artigo	European Journal of Operational Research
335	Supply planning model for remanufacturing system in reverse logistics environment	KIM, K.; SONG, I.; KIM, J.; JEONG, B.	Supply plannig remanufacturing, reverse logisitics	Korea	2006	Artigo	Computers & industrial engineering
336	Supporting Design for remanufacture through waste stream analysis of automotive remanufactures	SHERWOOD,M.; SHU,L.H.	Design; Remanufacture; Waste Stream	Canada	2000	Artigo	CIRP Annals
337	Sustainable Management of Electronic Waste	HERAT, S.	Electronic waste (e-waste); Environmental Safety; Producer responsibility; Sustainability;	Austrália	2007	Artigo	CLEAN-Soil, Air, Water
338	Synthesis and optimization of the recovery route for residual products under uncertain product demand	DUQUE, J.; PÓVOA, A.P.F.D.B.; NOVAIS, A.Q.	Residual products recovery; Optimization; Network synthesis; Environmental impact; Stochastic flexibility index	Portugal	2007	Artigo	Computers & operations research
339	System architecture for design and EoL information integration framework	LEE, H.M.; LU, W.F.; SONG, B.; GAY, R.	End of life, system architecture, web services, ontology	Cingapura	2008	Artigo	International Conference on Product lifecycle management
340	SYSTEM ARCHITECTURE FOR CLOSED-LOOP PLM	JUN, H.B.; KIRITSIS, D.; XIROUCHAKIS	system architectures, enterprise integration, enterprise modeling, system design, system concepts.	Suiza	2006	Publicação	Elsevir IFAC publications
341	Systematic Integration of Design for Recycling into Product Design	KRIWET, A.; ZUSSMAN, E.; SELIGER, G.	Sem palavras chave	Alemanha	1995	Artigo	International Journal of Production Economics

342	Technological Forecasting for Component Reuse	RUGRUNGRUANG, F.; KARA, S.; KAEBERNICK, H.	Reuse; Lifetime prediction, Technological forecasting	Austrália	2008	Artigo	LCE Annals
343	The construction of a collaborative-design platform to support waste electrical and electronic equipment recycling	KUO, T.C.	Waste electrical and electronic equipment Recycling Collaborative design Life-cycle management Green supply chain management	China	2009	Artigo	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing
344	The development of a remanufacturing design platform model (RDPM) applying design platform principles	BARKER, S.; KING, A.	Remanufacturing, Delphi Technique	Inglaterra	2006	Artigo	Annals LCE
345	The economics of remanufacturing under limited component durability and finite product life cycles	GEYER, R.; VAN WASSENHOF, L.N.; ATASU, A.	remanufacturing, life cycle, durability, economic model	Estados Unidos	2007	Artigo	Management Science
346	The economics of tire remanufacturing	FERRER, G.	remanufacturing, recycling, retreading, incineration, material recovery, product recovery, tire industry, waste reduction, resource conservation, pollution prevention, environmental economics	França	1997	Artigo	Resources conservation and recycling
347	The effect of categorizing returned products in remanufacturing	ARAS, N.; BOYACI, T.; VERTER, V.	Sem palavras chave	Turquia	2003	Artigo	IIE Transactions
348	The Effect of Competition on Recovery Strategies	FERGUSON, M.E.; TOKTAY, B.	remanufacturing, competition, pricing, entry-deterrent strategies	Estados Unidos	2006	Artigo	Production and operations management

349	The effect of remanufacturing on procurement decisions for resellers in secondary markets	ROBOTIS, ANDREAS, BHATTACHARYA, S.; WASSENHOVE, L.N.V.	Inventory/production; Stochastic; Multiproduct; Substitution; Newsvendor problem; Product acquisition management; Remanufacturing	França	2005	Artigo	European Journal of Operational Research
350	The effect of remanufacturing on procurement decisions for resellers in secondary markets	ROBOTIS, A.; BHATTACHARYA, S.; VAN WASSENHOVE, L.N.	Inventory/production; Stochastic; Multiproduct; Substitution; Newsvendor problem; Product acquisition management; Remanufacturing	França	2005	Artigo	European Journal of Operational Research
351	The effects of environmental parameters on product recovery	GEORGIADIS, P.; VLACHOS, D.; TAGARAS, G.	Reverse logistics, supply chain management, system dynamics	Grêça	2004	Artigo	European Journal of Operational Research
352	The end of life treatment of second generation mobile phone networks: Strategies to reduce the environmental impact	SCHARNHORST, W.; ALTHAUS, H-J.; CLASSEN, M.; JOLLIET, O.; HILTY, L.M.	Sem palavras chave	Suécia	2005	Artigo	Environmental Impact Assessment review
353	The Evolution of closed-loop supply chain research	GUIDE Jr.; V.D.R.; VAN WASSENHOVE, L.N.	closed-loop supply chain, reverse logistics, remanufacturing, value added recovery	Estados Unidos	2009	Artigo	Operations Research
354	The Impact of Product Lifecycle on Capacity Planning of Closed-Loop Supply Chains with Remanufacturing	GEORGIADIS, P.; VLACHOS, D.; TAGARAS, G.	closed-loop supply chains • remanufacturing • capacity planning • system dynamics • lifecycle	Grêça	2006	Artigo	Production and operations management
355	The impact of remanufacturing in the economy	FERRER, G.; AYRES, R.U.	Remanufacturing, product recovery, inter-industry flows, Input-Output model, France	Estados Unidos	2000	Artigo	Ecological Economics

356	The impact of two-product joint lifecycles on capacity planning of remanufacturing networks	GEORGIADIS,P.; ATHANASIOU, E.	System dynamics, capacity planning, closed-loop supply chain, robutness and sesnsivity analysis, decision support system	Grêça	2009	Artigo	European Journal of Operational Research
357	The influence of modularity and industry clockspeed on reverse logistics strategy:Implications for the purchasing function	FERNÁNDEZ, I.; KEKALE,T.	Purchasing patterns, product recovery, contingency theory, configurational theory, industry clockspeed, Product architecture	Espanha	2005	Artigo	Journal of Purchasing and supply management
358	The market-oriented dynamic product recovery model in the just-in-time framework	RITCHER,K.;GOBSCH	Product recovery; Just-in-time; Lot sizing; Inventory management	Alemanha	2003	Artigo	International Journal of Production Economics
359	The profit-making allure of product reconstruction	PEARCE II, J.A.	Sem palavras chave	Estados Unidos	2009	Artigo	MITSloan management review
360	The recycling business for sustainability in Taiwan	CHEN, Y.J.; WU, T.H.; CHEN, Y.L.	Recycling, Waste, Taiwan	Japão	2009	Artigo	European bussiness review
361	The reverse Wagner/Whitin model with variable manufacturing and remanufacturing cost	RICHTER, K.; WEBER, J.	Product recovery, remanufacturing, lot sizing, inventory management	Alemanha	2001	Artigo	International Journal of Production Economics
362	The time-varying factors influencing the recycling rate of products	VAN SCHAİK,A.; REUTER, M.A.	Recycling (Dynamic), modelling, simulation, Eu legislation, Passenger vehicles	Holanda	2004	Artigo	Resources conservation and recycling
363	The use of fuzzy rule models to link automotive design to recycling rate calculation	VAN SHAIK, A.;REUTER,M.A.	Liberation; Recycling; Modelling; Optimisation; Environmental	Holanda	2007	Artigo	Mineral engineering
364	The use of virtual reality techniques during the design	ZWOLINSKI, P.; TICHKIEWITCH, S.;	Conceptual design, product	França	2007	Artigo	LCE Annals

	process: from the functional definition of the product to the design of its structure	SGHAIER, A.	lifecycle, virtual reality				
365	The Value of Quality Grading in Remanufacturing	FERGUSON, M.; GUIDE Jr, V.; KOCA, E.; SOUZA, G.C.	remanufacturing • production planning • quality grading	Estados Unidos	2009	Artigo	Production and operations managment
366	The value of remanufactured Engines	SMITH, V.M.; KEOLEIAN, G.A.	Automobiles,end-of-life vehicles (ELVs), life cycle inventory (LCI), rebuilding,reconditioning, reuse	Estados Unidos	2004	Artigo	Journal of Industrial Ecology
367	Thermodynamic Metrics for measuring the "sustainability" of Design for recycling	REUTER,M.; VAN SCHAIK, A.	Sem palavras chave	Austrália	2008	Artigo	JOM
368	Third-party demanufacturing as a solution for extended producer responsibility	SPICER,A.J.;JOHNSON, M.R.	Extended producer responsibility; Reverse logistics; Recycling; Demanufacturing; Internet	Canada	2004	Artigo	Journal of Cleaner Production
369	Three shops, three strategies using mrp-ii, jit, and toc in	FARGHER Jr. J.S.W.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1997	Artigo	National productivity review
370	Towards Design for remanufacturing Metrics for Assessing Remanufacturability	BRAS,B.; HAMMOND,R.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1996	Artigo	Proceedings of the 1st International Workshop on Reuse
371	Towards the use of LCA During Early design Phase to Define EoL Scenarios	GEHIN,A.; ZWOLINSKI,P.;BRISSAU D, D.	Life Cycle Assessment; End of life strategies;Product and lifecycle model building; Product Design	França	2007	Artigo	CIRP Annals
372	TWO-DIMENSIONAL ANALYTICAL	LINGAM, R.; CARAPCIOGLU, M.Y.	Sem palavras chave	Estados Unidos	1995	Artigo	Waste Management

	SOLUTIONS FOR A TWO-PUMP FREE PRODUCT RECOVERY SYSTEM						
373	Using the Delphi technique to establish a robust research agenda for remanufacturing	KING,A.; BARKER, S.	Remanufacturing; Delphi Technique	Inglaterra	2007	Artigo	CIRP Annals
374	using remanufactured switching equipment to reduce restoration time in case of a disaster	CHARLES, L.;GOLDEY, L.M.E.; OLSON, D.; TROTTIER, S.L.	Sem palavras chave	Estados Unidos	2004	Artigo	Bell Labs Technical Journal
375	Using the recyclability index of materials as a tool for design for disassembly	VILLALBA,G.; SEGARRA,M.;CHIMENO S J.M.; ESPIELL,F.	Recyclability index; Disassembly; Recycling	Espanha	2004	Artigo	Ecological Economics
376	Using the recycling theme to motivate product design students: a teaching methodology based on domestic can crushers	PACE,S.	Metals (A); Recycling (B); Mechanical	Inglaterra	2005	Artigo	Materials & Design
377	Virtual disassembly of products based on geometric models	POMARES, J.;PUENTE,S.T.;TORRES, F.;CANDELAS, F.A.;GIL, P	Disassembly movements; Design for disassembly; Disassembly process; Geometric models; Disassembly simulation; Disassembly path; n-Disassemblability	Espanha	2004	Artigo	Computers in Industry
378	Virtual reality as a support tool in the shoe life cycle	VIGANÒ, G.; MONTURA,S.; GRECI,L.; SACCO, M.; BOER, C.R.	Sem palavras chave	Italia	2004	Artigo	International Journal of Computer Integrated Manufacturing
379	Waste, recycling, and ‘‘Design for Environment’’: Roles for markets and policy	CALCOTT, P.; WALLS, M.	Recycling; Design for environment; Solid waste	Estados Unidos	2005	Artigo	Resource and energy economics

	instruments						
380	Web based Ecodesign supporting system for electronic products	CHUNG, J.; LEE, H.	Eco-design; Recyclability, ecologist, Simplified LCA, LCC	Korea	2003	Artigo	IEEE
381	WEEE recovery strategies and the WEEE treatment status in China	HE, W.; LI, G.; MA, X.; WANG H.; HUANG, J.; XU, M.; HUANGM C.	Waste electric and electronic equipment; Management; Recovery; Resource; Legislation	China	2006	Artigo	Journal of Hazardous Materials
382	Yield information and supplier responsiveness in remanufacturing operations	FERRER,G.	Remanufacturing;Stochasticprocessyield;Laborskills;Supplierresponsiveness	Estados Unidos	2003	Artigo	European Journal of Operational Research

Quadro 23 – Padronização dos Estudos Obtidos com a Revisão Sistemática

Apêndice F Resumos das Práticas das Estratégias de Fim de Vida

Nome	Resumo	Referência
<p><i>Method to Asses the Adaptability of Products (MAAP)</i></p>	<p>O <i>Method of Asses the Adptability of Products</i> (MAAP) ajuda a determinar e adequar um produto aos processos de remanufatura, manutenção, reparo e atualização. Fornece informações (matriz de priorização) para localizar os pontos de melhoria do <i>design</i> do produto, componentes e conexões. A proposta é utilizar métricas para avaliar a adequação do produto aos processos, denominadas de métricas de adaptação - terceiro nível. Os valores que mais se aproximam de 1 (um) representam a melhor adaptabilidade do <i>design</i> e valores próximos de 0 (zero) indicam uma menor adaptabilidade do <i>design</i> do produto aos processos. A métrica de adaptabilidade é determinada a partir da soma de todas as médias das sub-métricas determinadas para cada um dos critérios considerados nos quatro processos.</p> <p>O método propõe avaliar e agrupar os requisitos dos processos em critérios / direcionadores e sub-métricas, denominados de métricas de segundo e primeiro nível respectivamente: partes – avaliam o número de partes (componentes) e os componentes removíveis (parafusos, rebites etc.); conectores – avaliam os diferentes grupos de conectores, os tipos de conexões e o grupo de ferramentas usadas para montagem e desmontagem dos conectores; espacial – avalia a visibilidade, o acesso, a identificação dos conectores e as direções de desmontagem; remanufatura – é a avaliação das partes e dos danos, garantindo a qualidade, reparo, recondicionamento e as métricas de troca e limpeza; manutenção e reparos de montagem, desmontagem e de estrutura da arquitetura do produto; e a atualização foca a parte de modularidade do produto com requisitos de separação das funções e relações das partes. Genericamente o desempenho do parâmetro do produto é determinado a partir da razão entre o valor ideal para um parâmetro específico e o desempenho real deste parâmetro.</p> <p>Os resultados são apresentados por meio de uma matriz de priorização e baseados nesses resultados é possível determinar as orientações ou recomendações para melhorar a adaptabilidade do produto a processo de remanufatura, manutenção, reparo e atualização.</p>	<p>WILLENS et al. (2003); WILLIENS; DEWULF; DUFLUO, (2008)</p>
<p><i>ABC Method</i></p>	<p>O <i>ABC Method</i> é um método utilizada basicamente para dar suporte ao processo de tomada de decisão em uma estratégia de reciclagem e simplificar a avaliação das estruturas do produto. A proposta dos autores é utilizar uma classificação de três categorias (ABC) de sub-montagem: Categoria A - reuso dos produtos com altos custos de manufatura, longos ciclos de vida e longos ciclos de inovação; Categoria B - processamento especial que envolve misturas complexas, ciclos de vida e ciclos de inovação pequenos; e a Categoria C que é a sub-montagem de material reciclado com tecnologia existente, caracterizada pelos baixos custos de produção, grandes volumes e</p>	<p>ALTING; LEGARTH, (1995)</p>

Nome	Resumo	Referência
	baixos custos de materiais.	
<i>Computer Tool for Selection of Fastening and Joining Methods</i>	<p>O <i>Computer Tool for Selection of Fastening and Joining Methods</i> é uma ferramenta utilizada para estimar os custos de produção, montagem, manutenção, remanufatura e reciclagem de acordo com os métodos de junção ou fixação selecionados. Ajuda a determinar os requisitos funcionais e calcular as forças e condições de operação das aplicações específicas. Inicialmente utiliza informações relacionadas ao produto, componentes das junções e fixações (baseados na geometria de junção) e a aplicação de forças. É usada para calcular os custos de conexão dos materiais, desmontagem e montagem, e estimar a probabilidade e as conseqüências de falhas das partes substituídas com os métodos de junção ou fixação.</p> <p>Para estimar os custos de vida é considerado uma parcela do custo de produção e o primeiro custo de montagem, que é determinado pelo tipo e a quantidade de componentes de junção e fixação necessários para alcançar os requisitos específicos do produto. Também é considerado o custo de reciclagem que inclui os custos de extração do material introduzido pelo método de fixação que não é compatível para ser reciclado com a peça do material ou a separação de partes construídas com diferentes materiais. Neste caso, o custo de reprocesso deve ser incluído. O custo de manutenção é relacionado com as despesas de desmontagem e remontagem dos componentes. Valores monetários que representam o tempo requerido (mão-de-obra) de cada atividade realizada para substituir as peças defeituosas. O custo de remanufatura do método de fixação é calculado a partir das despesas relacionadas à desmontagem, remontagem e à probabilidade de falhas das partes fixadas.</p>	SHU; FLOWERS, (1995)
<i>Conceptual Disassembly Model (CDM)</i>	<p>O <i>Conceptual Disassembly Model (CDM)</i> pode ser usado nas primeiras fases de construção do <i>design</i> do produto. É uma ferramenta que considera os requisitos ambientais, objetivos de desmontagem, os principais componentes do produto e a integração das funções. Permite estimar o peso global e os materiais dos principais componentes, definir as estratégias de fim de vida e uma visão futura da solução adotada para a desmontagem do produto. A principal proposta da ferramenta é melhorar a desmontagem de componentes por seqüências identificadas. Os autores sugerem usar o <i>Simplified Functional Block Diagram (SFBD)</i> para construir o primeiro diagrama da estrutura funcional do produto, representação gráfica que dá suporte a análise da transição da estrutura funcional para a estrutura técnica do produto.</p>	ZWOLINSKI; SGHAIER; BRISSAUD, (2007)
<i>Design-for-Environment Evaluation Tool (D4N)</i>	<p>O <i>Design-for-Environment Evaluation Tool (D4N)</i> é uma ferramenta de <i>ecodesign</i> que além da análise do ciclo de vida inclui a avaliação econômica e ambiental do design do produto. Além disso, permite construir um <i>guideline</i> para o re-design, algumas das orientações são incorporadas pela ferramenta com o objetivo de semi-automatizar o processo de re-design. Os dados são armazenados no sistema CAD e extraídos automaticamente em gráficos (desenhos) que proporcionam a seqüência de desmontagem, indicando a seqüência para remover as partes e quais são as partes mais importantes ambiental e economicamente. O objetivo é evitar desmontagens desnecessárias no</p>	MURTAGH; BAMBA; IWAMA (1999); PIGOSSO et al.

Nome	Resumo	Referência
	<p>processo de remanufatura. Além disso, nos <i>guidelines</i> são acrescentadas informações de materiais, impactos ambientais, destinação de fim de vida (<i>End-of-Life</i> - EoL) e os custos. Os custos ambientais e econômicos de cada tipo de material são determinados a partir das informações registradas na base de dados como, por exemplo: método de disposição de fim de vida e um eco-indicador para medir os impactos ambientais dos materiais utilizados pelo produto. A pré-consulta dos prováveis impactos ambientais (unidades) é realizada unicamente com o propósito de comparar os materiais e determinar os custos de fim de vida que pode incluir a reciclagem e disposição de todas as partes do produto. É uma atividade que também ajuda a definir o preço no mercado se o material é reusado ou reciclado.</p> <p>Entre os dados de entrada que são necessários para realizar a avaliação do produto podem ser destacados: as especificações do tipo de conexão utilizada entre as partes e os parâmetros que medem os impactos ambientais a partir dos padrões determinados para os materiais e os custos de fim de vida que consideram economicamente as partes de desmontagens, disposição e processos necessários para reciclagem e reuso. Os resultados são apresentados de forma numérica e gráfica e inclui as seguintes representações: <i>i</i>) Gráfico de valores <i>versus</i> o tempo de desmontagem; <i>ii</i>) Gráfico de custos <i>versus</i> o tempo de desmontagem; <i>iii</i>) Lista das partes que contem materiais tóxicos – neste caso são considerados tóxicos quando os valores especificados são maiores que os permitidos; e <i>iv</i>) Gráfico de seqüência de remoção ou de desmontagem que proporciona informações para melhorar o próprio processo de desmontagem.</p>	(2010)
<i>Design and End-of-Life Integration</i> (DELII)	<p>O objetivo do <i>Design and End-of-Life Integration</i> (DELII) é fornecer um <i>feedback</i> da integração da fase de desenvolvimento do <i>design</i> com a fase de fim de vida do produto. O método ajuda as empresas na gestão do ciclo de vida dos produtos ou <i>Product Life Cycle Management</i> (PLM), principalmente, promove a integração das atividades que podem ser distribuídas geograficamente como, por exemplo: o produto é desenvolvido em um país e seu destino final é realizado em outro.</p> <p>Para o processo de desenvolvimento são apresentadas quatro fases ou níveis: Primeiro Nível – Base de Conhecimento: são reunidas e agrupadas as informações dos diferentes <i>stakeholders</i> envolvidos no processo de desenvolvimento de produtos (produto, processo, meio ambiente, fim de vida, entre outros). Segundo Nível – Informação: com os dados reunidos no primeiro nível são construídas e classificadas três subcategorias (tabelas) de informações específicas de fim de vida: disposição, desmontagem e recuperação. O Terceiro Nível – Análise e construção do índice <i>End-of-Life</i> (EoL): neste nível é realizada a análise dos diferentes dados com ferramentas computacionais (algoritmos, funções, equações e lógica) e calculado o índice EoL ou <i>EoL index</i>. É um índice computacional determinado a partir da análise de dos sub-índices: peso de preferências / prioridades definidas pelos designers (calculadas a partir da análise hierárquica de processos ou <i>Analytic Hierarchy Process</i> - AHP) e um indicador de contribuição dos fatores: produto, componente, módulos e sub-montagem. No Quarto Nível –</p>	LEE, et al.(2008a); LEE et al, (2008b)

Nome	Resumo	Referência
	<p>Suporte para a tomada de decisões, são apresentados os resultados que podem auxiliar o processo de tomada de decisões dos designers e engenheiros de EoL. Nesta etapa, baseado em dados (índices e funções computacionais) são propostas melhorias para redesign do produto que promova o desempenho do EoL.</p>	
<i>Disassembly Index</i>	<p>O método <i>Dissassembly Index</i> descreve uma série de regras para construir um plano de desmontagem e propõe um modelo para a avaliação da desmontagem do produto na fase final de vida. Os principais pontos destacados pelos autores para o processo de implantação são: determinar o índice de desmontagem (<i>Disassembly Index</i> - ID), que é dado pelo índice que contabiliza (IC) a soma do número de partes, uniões, tipos de materiais e níveis (hierarquia) de desmontagem; a soma das unidades que serão desmontadas (<i>dissassembly difficulty</i> - DDU) e a soma de todas as mudanças de direções (possibilidades) para a desmontagem (<i>change of direction of dismount</i> - DDH) do produto.</p> <p>A lógica de análise é que quanto maior o resultado da solução será pior a avaliação da desmontagem do produto. É proposto também que sejam avaliadas outras relações / índices como, por exemplo: a relação entre o número de uniões e componentes; o número de materiais e o número de componentes; o número máximo de níveis hierárquicos e o número de componentes; as dificuldades de desmontagem e o número de uniões; e as mudanças nas direções de desmontagem e o número de uniões. Neste caso, quanto menor sejam os valores das relações melhor será a solução do projeto de desmontagem. Outra proposta dos autores é incorporar dados novos na base de dados do sistema, tais como: tipos de uniões, materiais e projetos (soluções). A idéia é que na fase de seleção das soluções essa base de dados seja usada para consultar e construir os principais projetos de desmontagem. Especificamente, são necessários os seguintes elementos: componentes do produto (processo de manufatura, material, peso e direções de desmontagem: direita, esquerda, acima, embaixo, horizontal ou vertical), características das uniões (tipo de material, dificuldade e tempo de desmontagem) e tipo de material (custo, possibilidade de reciclagem, hierarquia e dificuldade para desmontagem do produto). O relatório final apresentará informações de cada projeto avaliado: número de componentes, elementos de união, materiais usados no projeto e o número de níveis hierárquicos.</p>	<p>POSSAMAI; VALENTINA, (2007)</p>
<i>Dissassembly-Planning-System (DisPlay)</i>	<p>A proposta do <i>Dissassembly-Planning-System</i> (DisPlay) é determinar a melhor opção de desmontagem dos produtos em termos econômicos. A avaliação é baseada inicialmente no Modelo de Produto criado no sistema <i>Recycling-Graph-Editor</i> (ReGred), que fornece uma análise de todas as possibilidades para realizar conexões. Na avaliação das opções de desmontagem é definida principalmente a composição dos materiais, que pode ser avaliada a partir de cenários virtuais ou reais de reciclagem de materiais. As combinações de materiais são avaliadas e ordenadas conforme o número total de potenciais benefícios (lucratividade e elevado nível de desmontagem). Em seguida, são apresentadas as possíveis opções de reciclagem e os custos de desmantelamento. O ganho total (lucratividade) é a diferença entre o lucro derivado da reciclagem menos o custo de desmantelamento.</p>	<p>ROSEMANN, et al (1999); FELDMANN; TRAUTNER; MEEDT, (1999).</p>

Nome	Resumo	Referência
<p><i>End-of-Life Advisor</i> (ELDA)</p>	<p>O <i>End-of-life Advisor</i> (ELDA) é um método que analisa informações do produto (<i>inputs</i>) para determinar as estratégias de fim de vida (reuso, serviço, remanufatura, reciclagem com desmontagem e sem desmontagem) e dá apoio ao processo de tomada de decisão. A ferramenta exige entradas de características do produto conforme os usuários. A primeira atividade que deve ser realizada é avaliar as características funcionais do produto. A partir dos resultados estruturados com a metodologia <i>Classification and Regression Trees</i> (CART), o método irá compilar os dados (Árvore de Decisão) e ajudará a definir as recomendações de estratégias de fim de vida do produto. Com tais resultados também é possível elaborar recomendações de <i>design</i> e <i>guidelines</i> para as estratégias de fim de vida. Além disso, é possível comparar as soluções encontradas para o produto com outras avaliações similares realizadas com a ferramenta.</p>	<p>ISHII, (1999); ROSE; BEITER; ISHII, (1999); ROSE; ISHII; STEVELS, (2001); STEVELS; BOKS, (2000); ROSE, (2002); CHEN; WU, (2003); SUN et al. (2003); GUANGFU et al. (2008);</p>
<p><i>Environmental Design Industrial Template</i> (EDIT)</p>	<p>O <i>Environmental Design Industrial Template</i> (EDIT) é uma ferramenta que ajuda a avaliar as dimensões ambiental e econômica do projeto e a determinar os impactos dos materiais no fim de vida do produto. Os objetivos principais são reunir informações para escolher os melhores materiais de recuperação dos produtos e otimizar a seqüência de desmontagem na fase de retirada. Além disso, tais informações são utilizadas no processo de tomada de decisão sobre a melhor opção de recuperação dos materiais ou das partes do produto que possuem as alternativas/soluções mais econômicas.</p> <p>É uma ferramenta que ajuda a elaborar recomendações sobre como o produto deve ser fabricado, quais são as quantidades de componente que podem ser reutilizados ou remanufaturados e qual é a melhor opção de recuperação dos materiais. Também é uma ferramenta que fornece uma avaliação das partes e os processos em função de informações econômicas e ambientais.</p> <p>O usuário da ferramenta também pode modificar a base de dados das partes disponíveis e simular os resultados do ciclo de fim de vida. Neste caso, três tipos de objetos podem ser modificados: <i>i</i>) os Materiais utilizados no produto e as informações requeridas são: peso, toxicidade, custo de disposição e dados de reciclagem (custo de material de reciclagem e custo do material uma vez reciclado, assim como, os valores da energia usada na reciclagem do material); <i>ii</i>) as Partes do produto que são reusáveis, remanufaturáveis e/ou desmontáveis. Caso exista uma parte reusável e/ou remanufaturável também será necessário ingressar os custos de revenda; <i>iii</i>) os Processos envolvidos</p>	<p>SPICER; WANG, 1997); PIGOSSO et al. (2010)</p>

Nome	Resumo	Referência
	na fabricação do produto e os dados necessários são relacionados com o tempo e energia usada no processo normal. No caso de ser um produto reversível também é imprescindível fornecer os dados de tempo e de energia de desmontagem.	
<i>Environmental Design Support Tool (EDST)</i>	<p>O <i>Environmental Design Support Tool (EDST)</i> é uma ferramenta utilizada para construir um modelo de desmontagem e visa auxiliar o desenvolvimento de produtos nas fases iniciais, principalmente, nas questões relacionadas com sustentabilidade ambiental.</p> <p>Os autores apresentam quatro (4) fases para realizar o projeto de avaliação do produto. A primeira é designada como construção do modelo de desmontagem e será considerada como base para as outras três avaliações. Nesta fase são apresentados dados relacionados com o produto e o inventário ambiental dos materiais (<i>Environmental Material Inventory - EMI</i>). Tais dados são usados nas análises de desmontagem, materiais e reciclabilidade dos materiais utilizados no produto. A segunda fase é designada de análise de desmontagem e refere-se à facilidade de desmontar um produto no fim de vida com um baixo custo (nem sempre a desmontagem é a opção mais viável). São reunidos dados relacionados com o número de componentes, o tempo de desmontagem e definido um índice para avaliar o grau de dificuldade da desmontagem. A terceira fase consiste na avaliação de materiais e elaboração de sugestões para melhoria. É elaborado um questionário geral com o formato de <i>guideline</i> e são incluídos o <i>checklist</i> e as diversas alternativas para a seleção de materiais. Os principais índices utilizados são: peso total do produto, o peso total com distintos tipos de materiais, o número total de materiais perigosos e materiais recicláveis. Na última fase é realizada a avaliação da Reciclabilidade, cuja atividade é realizada para determinar os esforços necessários para a gestão dos resíduos e o controle da poluição dos materiais.</p> <p>A partir dessas análises são apresentadas / selecionadas as diversas alternativas de fim de vida do produto como, por exemplo: reuso, remanufatura, reciclagem para material de alto grau de impacto ambiental, reciclagem para material de baixo grau de impacto ambiental, incineração para gerar energia e disposição final.</p>	ZHANG; ERTAS, (1999); PIGOSSO et al. (2010)
<i>Environmental Value Chain Analysis (EVCA)</i>	A <i>Environmental Value Chain Analysis (EVCA)</i> é construída com base nos conceitos propostos pela ferramenta <i>Customer Value Chain Analysis (CVCA)</i> – cujo objetivo é identificar os interesses pertinentes aos consumidores finais e <i>stakeholders</i> . A proposta é integrar e fortalecer as relações entre os produtores, consumidores, governo e recicladores, isto é, os <i>stakeholders</i> internos e externos que influenciam o processo de tomada de decisão (implantação) da estratégia de fim de vida dos produtos. Além disso, é utilizada para avaliar as diferenças das estratégias disponíveis para implantar um sistema de fim de vida dos produtos. A avaliação é realizada com base na matriz de correlações. A principal função dessa matriz é descrever os diferentes fluxos de informação (valor ambiental) relacionados com as perspectivas dos <i>stakeholders</i> sobre os novos produtos.	ROSE (2000); ROSE; ISHII; STEVELS, (2001)

Nome	Resumo	Referência
<i>Guidelines for Design for Recycling</i>	O <i>Guidelines for Design for Recycling</i> oferece um <i>guideline</i> para integrar e/ou usar no processo de desenvolvimento de produtos conceitos de fim de vida do produto (<i>i.e.</i> reciclagem) mais amigáveis com o meio ambiente. O objetivo é melhorar a reciclabilidade dos produtos. É uma ferramenta que pode ser utilizada simultaneamente na etapa do projeto conceitual quando são definidos os requisitos de manufatura, confiabilidade do produto, os requisitos do <i>design</i> , entre outros elementos relacionados com o produto.	KRIWET; ZUSSMAN; SELIGER, (1995)
<i>Guidelines for Designer avoid Potential Remanufacturing</i>	O <i>Guidelines for Designer avoid Potential Remanufacturing</i> é uma ferramenta que proporciona <i>guidelines</i> para identificar e avaliar as denominadas causas-raízes ou obstáculos/aspectos que podem afetar o produto e conseqüentemente o desempenho da estratégia de remanufatura do produto. As causas-raízes são agrupadas em quatro categorias: <i>i)</i> aspectos que recebem múltiplas influências (falta de atendimento aos padrões de segurança do uso do produto, abuso das funções do produto, contaminação, logística de remanufatura e manipulação imprópria); <i>ii)</i> Etapas de remanufatura (problemas nas atividades de montagem, desmontagem e recondicionamento); <i>iii)</i> Condições de Trabalho do Produto; e <i>iv)</i> Características Específicas do Projeto. Além de identificar os obstáculos do processo de remanufatura também são reunidos os motivos que promovem a ocorrência das causas-raízes. A análise dessas informações fornece soluções para melhorar e facilitar o projeto de remanufatura do produto.	WILLIAMS; SHU,(2001).
<i>Guidelines for Disassembly and Recycling</i>	Os <i>Guidelines for Disassembly and Recycling</i> são utilizados para avaliar economicamente e reduzir os impactos dos resíduos sólidos que podem decorrer dos processos de reciclagem e desmontagem de produtos. Os autores aplicaram conceitos da teoria de projetos axiomáticos para desenvolver 18 (dezoitos) <i>guidelines</i> (recomendações / orientações) integrados que possam gerar projetos aceitáveis do ponto de vista ambiental (usar o menor número de parte ou menor volume de material na fabricação do produto) – Axioma 1; e avaliar quantitativamente o desempenho econômico (probabilidade de sucesso) das soluções (<i>design solutions</i> - DSs) – Axioma 2, que atendem os requisitos do projeto (<i>design requirements</i> - DRs). Os <i>guidelines</i> são utilizados para gerar projetos aceitáveis com consciência ambiental; realizar a avaliação ou o processo hierárquico analítico (<i>Analytic Hierarchy Process</i> - AHP) das alternativas do produto para selecionar o conceito nas fases iniciais do projeto; melhorar os produtos existentes, satisfazer todos os requisitos e voltá-los ambientalmente mais amigáveis. A proposta do autor é implantar o método por meio de três passos: <i>i)</i> todos os membros do time de desenvolvimento (Engenharia Simultânea) podem observar cuidadosamente e comparar o novo produto com um produto velho ou com um produto do concorrente, integrando os <i>guidelines</i> elaborados. No caso de não existir <i>guidelines</i> dentro do projeto do produto, se deve modificar o <i>design</i> até satisfazer as recomendações propostas; <i>ii)</i>	ZHANG CHEN, (2001)

Nome	Resumo	Referência
	calcular os valores econômicos de desempenho da desmontagem e reciclagem (<i>Integrated Disassembly and Recycling Score - IDRS</i>) para cada alternativa do projeto, incluindo o produto original; e <i>iii</i>) selecionar como melhor solução econômica de redução de resíduos para o projeto do produto a alternativa com maior valor de IDRS.	
<i>Guidelines for Remanufacturing</i>	<p>O <i>Guidelines for Remanufacturing</i> é um método proposto para desenvolver projetos de produtos focados na remanufatura. A proposta dos autores foi elaborada a partir de um <i>workshop</i> realizado para coletar e discutir informações (<i>brainstorming</i>) relacionadas com a prática de desmontagem de produtos ou fatores chaves que influenciam a remanufatura. A atividade foi dividida em três partes: introdução ou sessão de conhecimento, atividades em grupo e apresentação e registros das idéias / soluções de cada grupo que participou do encontro.</p> <p>As principais recomendações apontadas para a concepção de produtos remanufaturáveis são: evitar características no projeto que impedem o retorno do produto ou componentes para as mesmas funcionalidades / condições de um novo, isto inclui materiais não-duráveis, tecnológicas que impedem a separação dos componentes, características que impedem a melhoria ou requerem substâncias proibidas ou métodos de processamento, e características funcionais que tornam inviáveis economicamente a recuperação das funções dos produtos ou componentes.</p>	IJOMAH; et al. (2007a); IJOMAH; et al. (2007b).
<i>Guidelines-rules for design for Disassembly</i>	O <i>Guidelines-rules for design for Disassembly</i> descreve um conjunto de regras que podem ser utilizadas como referências para construir o projeto de desmontagem dos produtos. As principais recomendações são relacionadas para atender os seguintes aspectos: Reduzir o número de atividades de desmontagem; Configuração do produto; Fácil desmontagem; Fácil manipulação; Fácil separação de materiais; e Redução da variabilidade (Padronização).	ALTING; LEGARTH, (1995).
<i>Ideal-eco-product Approach</i>	<p>A metodologia <i>Ideal-eco-product Approach</i> é utilizada para desenvolver produtos com uma abordagem ambiental denominada de eco-produto ideal (<i>ideal-eco-product</i>). A idéia é conceber um produto (versão extrema) e unificar as características que atendem os critérios ou requisitos ambientais específicos.</p> <p>Para introduzir o conceito é proposta uma metodologia de seis passos: <i>i</i>) Determinar as funções primárias e secundárias do produto. Nesta etapa, serão analisadas as necessidades dos clientes e são contempladas as funções primárias e secundárias do produto; <i>ii</i>) Identificar as possibilidades tecnológicas que podem atender a função primária do produto. Tais soluções tecnológicas devem ser incorporadas / transferidas como características ou idéias técnicas para o produto; <i>iii</i>) Investigar os impactos ambientais (a geração de resíduos, o elevado consumo de água e energia etc.) que pode causar a transferência das tecnologias; <i>iv</i>) Desenvolver as versões extremas do produto, cada uma será uma alternativa que pode ser adotada para minimizar os impactos ambientais causados em uma área específica, <i>i.e.</i>, para reduzir o uso de recursos materiais podem ser utilizadas técnicas de reciclagem ou remanufatura, um dos principais resultados desta etapa é uma lista de soluções tecnológicas que minimizam os</p>	NISSEN,(1995)

Nome	Resumo	Referência
	<p>desperdícios e são ideais para a remanufatura; v) Determinar e revisar as funções secundárias do produto para que o mesmo seja comercialmente viável, e o principal resultado desta etapa é o número de variações possíveis de um produto limpo; vi) Desenvolver a solução ideal por meio da unificação das versões extremas. A unificação das versões extremas permitirá criar uma visão de um eco-produto em termos de impactos ambientais. Entretanto, para criar um eco-produto ideal será necessário considerar outros fatores e efeitos externos, por exemplo: custos de energia, custos de disposição final, custos de manufatura etc.</p>	
<i>Metrics for Assessing Remanufacturability</i>	<p>O objetivo do modelo de <i>Metrics for Assessing Remanufacturability</i> é proporcionar (<i>feedback</i>) métricas eficientes (rápidas) e efetivas (integradas e exatas) sobre a remanufacturabilidade de um produto. As métricas propostas pelos autores são construídas utilizando como base as características propostas para construir projetos de montagem de produtos (<i>Design for Assembly - DFA</i>). Especificamente, a estrutura das métricas é definida a partir de oito processos genéricos de remanufatura: montagem, desmontagem, teste, reparação, limpeza, inspeção, recondicionamento e substituição – que pode ser dividida em substituição básica e substituição chave (designada para as principais partes de remanufatura e considerada como um processo crítico de avaliação – índice de nível 1). Para os outros processos são propostas quatro categorias de métricas de avaliação interdependentes, com diferentes pesos e classificadas de índices de nível 2: Partes de interfase (métricas de desmontagem e montagem) – 30%; Garantia da qualidade (métricas de teste e inspeção) – 5%; Correção de danos (métricas de substituição básica, reparo e recondicionamento) – 40%; e Limpeza 25%.</p> <p>As principais variáveis utilizadas no cálculo das métricas de desempenho podem ser destacadas: o número de partes do produto a ser avaliado, número de partes ideal para o produto, número de peças recondicionadas, número de partes substituídas, número de partes chaves, número de partes chaves substituídas, números de testes, número ideal de inspeções, <i>score</i> de limpeza, tempo de desmontagem, de montagem e tempo total. O índice de remanufacturabilidade é obtido por meio do índice da métrica de substituição chave e o índice calculado a partir das métricas de avaliação das categorias.</p>	BRAS; HAMMOND, (1996).
<i>Module Configurator</i>	<p>O <i>module configurator</i> é uma ferramenta utilizada para desenvolver projetos de produtos modulares que facilitem a remanufatura. A idéia básica é avaliar todas as configurações possíveis de módulos a partir de <i>modules drives</i> (módulos de direção) e o <i>target scheme</i> que é caracterizado por uma variável de peso relacionada com os módulos de direção que são atribuídos a cada uma das fases do ciclo de vida do produto. Conseqüentemente, as mudanças que ocorrem no <i>target scheme</i> alteram a configuração do módulo. A idéia é alterar o <i>target scheme</i> focando o reuso de materiais e facilitar a remanufatura.</p> <p>Os módulos de direção são identificados a partir da análise e comparação de produtos modulares e não modulares e integrados com as diferentes <i>fases do ciclo de vida do produto</i>: tempo de entrada do produto no mercado</p>	SELIGER; WEINERT; ZETTL,(2007)

Nome	Resumo	Referência
	<p>(<i>Desenvolvimento do produto</i>); configuração de montagem, complexidade de interfase de módulos e grupo de competências e cadeia de suprimentos (<i>Fase de produto e produção</i>); Fornecedor de componentes de reuso funcional (<i>Fase de produção, uso e remanufaturabilidade</i>); Fornece de componentes de uso funcional, inovação do produto, manutenção, adaptação/modificação (<i>Uso e remanufatura</i>) e Tratamento depois da primeira fase de uso (<i>Remanufatura, reciclagem e aterro</i>). O objetivo é maximizar os benefícios que podem ser alcançados com a arquitetura modular do produto, que é avaliada e caracterizada a partir das diferentes combinações modulares que podem existir. A avaliação da função é realizada por meio de ferramentas computacionais (C⁺⁺) e técnicas de programação linear (Pesquisa Operacional). Além disso, para a construção dos possíveis módulos da arquitetura do produto será necessário construir um <i>web based</i> e os resultados do produto modular com seus benefícios são disponibilizados na base de dados e ilustrados em uma <i>web site</i>.</p> <p>Os principais pré-requisitos para a aplicação do <i>module configurator</i> são: classificação das funções do produto de acordo com o mercado, funções padronizadas etc.; estrutura funcional com o fluxo de energia, material e informação; principais soluções e propriedades das funções fornecidas; informações de fornecedores e localização das fábricas das funcionalidades; estimar o reuso, reciclagem e potencial de recondicionamento depois do primeiro uso de cada componente, entre outros aspectos.</p>	
<p><i>Multi-lifecycle Assessment and Analysis (MLCA)</i></p>	<p>A <i>Multi-lifecycle Assessment and Analysis (MLCA)</i> é uma ferramenta (<i>software</i>) utilizada para avaliar o desempenho ambiental dos produtos eletrônicos e fornece informações para implantar a metodologia (etapas) MLCA. Além disso, é utilizada para desenvolver soluções genéricas que podem ser incorporadas pelos <i>designers</i>, produtores e empresas de remanufatura, obter informações ambientais dos produtos e processos que facilitam a integração do projeto ambiental (<i>design for Enviroment - DfE</i>) com o projeto do processo, e fortalecer o processo de tomada de decisão por meio de métricas de desempenho ambientais do produto e outros indicadores, <i>i.e.</i>, <i>Eco-Compass</i> – técnica utilizada pela Empresa Dow - Indústria Química, para avaliar os impactos ambientais do produtos que existem.</p> <p>Para o desenvolvimento da MLCA são importantes três questões-chave ou níveis: <i>i</i>) informações do produto como, por exemplo, as partes e sub-montagens que precisam ser avaliadas no <i>layout</i> do produto, em alguns casos será necessário incluir o peso, o tipo de material, a quantidade de cada componente no produto e a estrutura em árvore do produto; <i>ii</i>) desenvolvimento de soluções genéricas dos produtos e componentes para cada fase do ciclo de vida do produto (<i>multi-lifecycle stage of a product</i>). O quadro de soluções para cada estágio do ciclo de vida é relacionado com o processamento de material, produção, uso, <i>demanufacturing</i> (desmontagem do produto), reengenharia e remanufatura. O terceiro nível é relacionado com o uso de algoritmos para avaliar os impactos ambientais e elaborar os relatórios de avaliação principalmente dos custos ambientais e de consumo de energia. Os algoritmos são utilizados para definir os valores máximos de desmontagem e sub-montagens dos componentes na</p>	<p>MEMEI; ZHOU; CAUDILL, (2001)</p>

Nome	Resumo	Referência
	<p>fase de <i>demanufacturing</i>.</p> <p>Os relatórios podem ajudar a selecionar a estratégias de fim de vida do produto e a melhorar o projeto do produto considerando os diferentes ciclos de vida. Além disso, são soluções que podem ser adotadas porque satisfazem os requisitos funcionais básicos do produto.</p>	
<i>ProdTect</i>	<p>A proposta dos autores é introduzir um processo de remanufatura para produtos eletrônicos (monitor) e envolve três passos: análise dos dados do produto (estrutura do produto) e instalações, elaboração do projeto das fases do processo de remanufatura e a otimização das atividades relacionadas com o processo de remanufatura. Especificamente, o <i>ProdTect</i> é uma ferramenta computacional (<i>software</i> comercial) que dá suporte a análise da estrutura do produto. Fornece informações para o desenvolvimento ecológico de produtos e com isso poder antecipar nas primeiras fases do desenvolvimento do produto a tomada de decisão relacionada com as estratégias de reciclagem e tratamentos de materiais utilizados. As principais entradas do software são: informações das partes (material, movimento de desmontagem, dimensões, acessibilidade, forma etc.), informações das conexões utilizadas na montagem do produto e informações das partes prioritárias no desmantelamento do produto.</p> <p>A ferramenta proporciona os cálculos dos parâmetros técnicos, econômicos e ambientais. São descritos os resultados relacionados com os tempos de desmontagem, seqüência, custos de reciclagem e taxas de recuperação. Tais informações podem ser utilizadas para o planejamento do processo de fim de vida de produtos, implantar o processo de remanufatura e construir algoritmos de otimização.</p>	KERNBAUM et al. (2009)
<i>Recycling Engineering- Tool Kit (RecyKon)</i>	<p>O <i>Recycling Engineering-Tool Kit (RecyKon)</i> é um ferramenta que pode ser utilizada na fase conceitual do projeto para analisar os requisitos de reciclagem e desmontagem do produto e construir o projeto de <i>Design for Recycling</i>. O módulo pode ser integrado com softwares comerciais (Sistema CAD) e tem uma interfase com o <i>Recycling-Graph-Editor (ReGred)</i>. Os Gráficos de reciclagem (Representação abstrata das partes e conexões da estrutura do produto) fornecidos pelo módulo Regred são importantes para a avaliação do desempenho do processo de reciclagem, pois durante a fase conceitual ainda não é possível avaliar a geometria do produto e isso pode dificultar a implantação do processo. Nos gráficos serão destacadas informações sobre os materiais poluentes da estrutura do produto, distribuição dos materiais; o uso de técnicas de conexões; a aplicação dos melhores processos de reciclagem; grupos de conexões e partes, destacando alternativas que podem ser utilizadas.</p> <p>Na fase detalhada do projeto será possível determinar exatamente as características físicas e geométricas do produto. O levantamento antecipado destas informações é importante para definir as próprias características do produto e construir o futuro projeto de reciclagem. A proposta do RecyKon é elaborar uma síntese das funcionalidades a partir da criação simples da geometria, as conexões e a tipologia do produto, gerenciamento de informações dos materiais, conexões etc., para o modelo do produto. Durante a execução de uma montagem</p>	ROSEMANN et al. (1999)

Nome	Resumo	Referência
	virtual podem ser determinados os cálculos para as direções de desmontagem. A estrutura dos dados serve como base para determinar a prioridades no processo de desmontagem / reciclagem e análise modular do produto.	
<i>Recycling Graph-editor (ReGrEd)</i>	O <i>Recycling-Graph-Editor</i> (ReGred) é o módulo central ou de controle do <i>software</i> que utiliza as ferramentas de <i>Recycling Engineering-Tool Kit (RecyKon)</i> e <i>Dissassembly-Planning-System (DisPlay)</i> . É uma ferramenta que ajuda a criar o modelo abstrato do produto. Além disso, reúne informações / propriedades relevantes para a reciclagem e desmontagem dos componentes e conexões e específica a estrutura do produto. Informações que são importantes para determinar a melhor opção de desmontagem dos produtos em termos econômicos – <i>Dissassembly-Planning-System (DisPlay)</i> .	ROSEMANN et al . (1999)
<i>Recycling-Data-Management- System (ReDaMa)</i>	O módulo <i>Recycling-Data-Management-System</i> (ReDaMa) foi desenvolvido para gerenciar os dados que são criados durante o projeto do produto e manufatura e que podem ser utilizados no planejamento de desmontagem de produtos, principalmente, por companhias que serão responsáveis pela reciclagem dos produtos. O RedaMa é uma rede de trabalho de engenharia que gerenciar uma base de dados que são atualizados durante o ciclo de vida pelos fabricantes, usuários, distribuidores e recicladores. O objetivo do sistema é disponibilizar, tornar acessível e distribuir eficientemente as informações relevantes do projeto do produto, manufatura / produção e processo de reciclagem. Tais informações são reunidas também a partir das ferramentas <i>Recycling-Graph-Editor</i> (ReGred), <i>Recycling Engineering-Tool Kit (RecyKon)</i> e <i>Dissassembly-Planning-System (DisPlay)</i> .	ROSEMANN et al . (1999)
<i>Remanufacturing PROduct PROfiles (REPRO2)</i>	<p>O <i>Remanufacturing PROduct PROfiles</i> (REPRO) é um método que utiliza uma base de dados constituída por onze (11) perfis (critérios internos e externos para avaliar uma situação industrial), identificados a partir de diferentes produtos que alcançaram bom desempenho / resultados com a remanufatura, e que podem ser utilizados como referência para construir e introduzir conceitos de remanufatura nas diferentes fases de desenvolvimento do produto. Os perfis podem ser separados em dois grupos: o <i>grupo I</i> formado por cinco (5) critérios externos que pode ser classificados em quatro (4) categorias: mercado, economia, ambiental e maturidade ambiental; e o <i>grupo II</i> formado por seis (6) critérios internos e classificados em quatro (4) categorias: Layout do produto, qualidade do teste, recondicionamento e valorização. Também são definidos trinta e seis (36) critérios ou variáveis para atender os requisitos de remanufatura. Desse grupo sete (7) são denominados como indispensáveis para o sucesso do produto remanufaturado.</p> <p>A proposta dos autores é conduzir a implantação do REPRO em 3 etapas. Na primeira etapa o designer ingressa com os dados do produto modelo (PP) que planeja desenvolver com requisitos de remanufatura (é recomendável que o Designer tenha conhecimentos de remanufatura). A segunda etapa é a avaliação do produto modelo com relação aos onze perfis. É uma atividade que será realizada conforme regras estabelecidas, definidas, avaliadas e validadas pela equipe e valores-alvo estabelecidos para os 11 perfis. No final desta etapa, um quadro será</p>	ZWOLINSKI; LOPEZ-ONTIVEROS; BRISAUD, (2006). GEHIN; ZWOLINSKI; BRISAUD, (2008)

Nome	Resumo	Referência
	construído e organizado seqüencialmente do maior para o menor valor (porcentagem) do perfil ou critério avaliado do produto remanufaturado (RPP). A última etapa consiste na apresentação dos dados extraídos dessas comparações e, neste caso, será possível realizar uma análise para definir qual perfil é mais recomendável para o desenvolvimento do novo produto. Em muitos casos podem ser mudadas algumas características iniciais do produto para conseguir uma análise mais próxima dos valores externos e internos do perfil.	
<i>RemPro Matrix</i>	A <i>RemPro Matrix</i> ilustra por meio de uma matriz as relação entre os passos do processo de remanufatura (Inspeção, limpeza, desmontagem, armazenagem, reprocessamento, remontagem, teste) com as propriedades dos produtos para que sejam remanufaturados (Facilidade de identificação, facilidade de verificação, facilidade de acesso, facilidade de manuseio, facilidade de separação, facilidade de segurança, facilidade de alinhamento, facilidade de estocagem, resistência ao desgaste). A <i>RemPro Matrix</i> também pode ser usada como ferramenta do projeto do produto para introduzir as características ou propriedades necessárias que atendam as diferentes fases do processo de remanufatura.	SUNDIN, 2004; SUNDIN, 2005; SUNDIN, 2008;
<i>Streamlined Life Cycle Assessment (SLCA)</i>	O <i>Streamlined Life Cycle Assessment (SLCA)</i> é uma ferramenta de avaliação do ciclo de vida do produto (Extração de materiais, Manufatura e Montagem, Uso e fim-de-vida) construída a partir da técnica de <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i> . A SLCA permite construir indicadores para avaliar o desempenho ambiental dos produtos ao longo do seu ciclo de vida, mensurar os impactos ambientais nas diferentes fases do ciclo de vida, os impactos dos diferentes componentes e os impactos dos componentes nas fases específicas do ciclo de vida. A proposta dos autores é utilizar diferentes níveis de estratégias para o ciclo de vida dos produtos e componentes. Para o nível de componentes e produtos, além das estratégias de fim de tubo (<i>End-of-pipe</i>): incineração e disposição em aterros sanitários, também podem ser utilizadas estratégias de fim de vida de recuperação: reuso, remanufatura e reciclagem. A avaliação das alternativas ou a identificação dos impactos dos componentes em cada uma das fases do ciclo de vida do produto é realizada com o apoio do software Simapro 6. A avaliação dos impactos fornece informações sobre os componentes que apresentam maior impacto e a ajudam a redefinir a estratégia conforme os materiais, processos, transporte, distância, canais de distribuição, canais de coleta etc. utilizados no produto.	GEHIN; ZWOLINSKI; BRISAUD, (2007).
<i>Tool Decision</i>	A <i>Tool Decision</i> é uma ferramenta que auxilia no processo de tomada de decisão das estratégias de fim de vida de um produto. Inicialmente, será criado um amplo <i>portfólio</i> de produto que inclui o reuso, a reciclagem e a disposição dos componentes do produto. No modelo são considerados dos tipos básicos de componentes: com multi-atributos e limitações nas funções. O objetivo do modelo de decisão é otimizar ou maximizar a utilidade do conjunto inteiro do produto em linha. Cada componente é modelado para dois períodos relacionados com o ciclo de vida. O primeiro período inclui a aquisição de materiais, manufatura e montagem do produto com novos	SUN et al. (2003)

Nome	Resumo	Referência
	<p>materiais para todos os componentes. O segundo período começa quando o produto é devolvido, desmontado e acaba quando o produto é totalmente remontado. As limitações são definidas em função dos custos envolvidos, a confiabilidade dos componentes remanufaturados, impactos ambientais e dificuldade para manter as preferências do consumidor no <i>design</i> do produto.</p>	
Virtual Reality (VR)	<p>A <i>Virtual Reality (VR)</i> é uma ferramenta proposta para a fase conceitual do projeto do produto, etapa na qual são tomadas decisões sobre materiais e funções do produto e componentes. É um ambiente virtual utilizado para construir a estrutura do produto, definir os componentes e conexões. Especificamente, é construído um protótipo funcional virtual (FVP) do produto.</p> <p>A ferramenta é integrada com <i>Simplified functional block diagram (SFBD)</i>, que é utilizado para avaliar quatro elementos: <i>i)</i> as partes contem os dados para informar os designers sobre procedimentos de desmontagem e reconstrução do produto. Além disso, inclui todos os dados geométricos das partes do protótipo. Quatro tipos de dados podem ser reunidos: dados geométricos (formas geométricas básicas para representar as partes do produto, CAD), posição espacial (fundamental para definir a estrutura final do produto, estas posições são modeladas em 3D), dados funcionais (utilizada para consolidar todos os dados do ciclo de vida dos componentes, por exemplo, dados referentes às diferentes estratégias de fim de vida, reuso, reciclagem, remanufatura) e dados físicos (consideradas todas as características físicas do produto, peso estimado, material, toxicidade dos materiais etc.); <i>ii)</i> os agentes externos representam as interações dos componentes com o ambiente externo. Tais agentes externos são as fontes e/ou destinos dos fluxos funcionais. Neste caso, os fluxos podem ser divididos entre os funcionais que são aqueles caminhos que cruza uma função, e o fluxo conceitual que conclui os fluxos entre os componentes. Tais enlances ilustram as escolhas/soluções tecnológicas realizadas pelos projetistas.</p> <p>O terceiro elemento avaliado é o denominado <i>link</i> físico que representa a conexão de dois objetos por qualquer mecanismo. É uma informação usada para modelar os contatos entre os componentes, apoiando tanto os fluxos funcionais quanto conceitual. O FVP apresenta quatro tipos de ações possíveis: modificar a posição das partes, remover, modificar ou criar <i>links</i> entre componentes, remover, redimensionar ou criar componentes e remover, modificar ou criar laços conceituais. Nesta atividade é possível usar o software OpenMASK (protótipo de C⁺⁺).</p> <p>Os projetistas podem ajudar a construir o <i>functional block diagram (FBD)</i> e o protótipo virtual do produto em 3D. É um desenho virtual que ilustra a solução futura interagindo de uma forma mais real com os dados. Neste caso, os fluxos são ilustrados por diferentes cores. Com a FBD podem ser reunidos dados sobre os diferentes componentes do produto e os componentes necessários para realizar a principal função do produto. São definidos os contatos entre os componentes, representados dentro do FBD com linhas pretas, a interação funcional e a conexão física entre componentes. Além disso, são descritas as soluções incorporadas no <i>design</i> para montagem de componentes</p>	ZWOLINSKI; SGHAIER; BRISAUD, (2007)

Nome	Resumo	Referência
	ou para posições e representadas dentro do diagrama com linha de cor verde.	

Quadro 24 - Resumo das Práticas das Estratégias de Fim de Vida de Produtos

**Apêndice G Classificação das Práticas Conforme o Procedimento Técnico
Utilizado para a Avaliação do Produto**

Nome	Checklist	Guideline	Matriz	Software	Outros Sistemas Associados
Method to asses the adaptability of products (MAAP)				X	
ABC Method				X	
AMETIDE				X	
Analytic Network Process (ANP) for Disassembly				X	Analytic network process (ANP)
ATROiD (Assessment Tool for Recycling Oriented Design)				X	
Cascade approach for recycling		X			
Computer Tool for selection of fastening and joining methods				X	
Conceptual Disassembly Model (CDM)				X	
CORA (object/ component oriented requirements analysis tool)				X	3D
CHAI management of Materials and Products (CHAMP) methodology				X	LCA, DFE,LCC
DAISY				X	
DemAP (Dismantling Analysis Program)				X	
DEMROP				X	
Design and End-of-Life Integration (DELII)				X	
Design Charts		X			

Nome	Checklist	Guideline	Matriz	Software	Outros Sistemas Associados
Design -for-environment evaluation tool D4N		X		X	CAD, Eco-indicador
DfD Compact				X	
DFE				X	
Disassembly construct graph (DCG)				X	3D
Disassembly Index				X	autoCAD
Dissassembly-Planning system (DisPlay)				X	
DP3				X	
Eco-Indicator				X	
Ecolist	X				
ED (Environmental Designer)				X	
ENDLESS					
End-of-life Advisor (ELDA)	X			X	CART (Classification and Regression Trees)
Environmental Design Industrial Template (EDIT)				X	
Environmental Design Support Tool (EDST)	X	X		X	
Environmental Value Chain Analysis (EVCA)					
Green Design				X	(CAD,PLM, ERP)
Green Design Advisor				X	
Green Design Network		X		X	LCA, QFDE
Grey Relational Analysis					
Guideline para Selection Material		X			
Guidelines for disassembly EoL		X			LCA
Guidelines for plastics components		X			
Guidelines for design for recycling		X			

Nome	Checklist	Guideline	Matriz	Software	Outros Sistemas Associados
Guidelines for Designer avoid potential remanufacturing		X			
Guidelines for Disassembly and Recycling		X			Design axiomático
Guidelines for Remanufacturing		X			
Guidelines-rules for design for Disassembly		X			
HOME (House of modular enhancement-a toll for modular product redesign)				X	
Ideal-eco-product approach	X	X			
Impact 2002+	X				
LaySiD (Layout Simulation for Disassembly)				X	
Life Cycle Assessment-LCA				X	
Life Cycle Custs Simplified (LCC)				X	
Life cycle unit (LCU)				X	
LINKER				X	
Matrix de conexão para montagem e desmontagem de produtos					
Método para avaliar a Reciclagem de Materiais				X	LCA,analytical hierarchy process (AHP), Excell
Metodologia de desmontagem para fim de vida dos produtos				X	CAD,
Metodologia para desmontagem de produtos		X			Algoritmo
Metodologia para reciclagem e disposição de produtos eletro-eletrônicos				X	

Nome	Checklist	Guideline	Matriz	Software	Outros Sistemas Associados
Metrics for Assessing Remanufacturability					Métricas para remanufaturabilidade do produto
Metrics for End-of-life Strategies (ELSEIM)				X	LCA,
Modelo para o projeto de desmontagem e reciclagem					
Modelo para reuso, remanufatura, reciclagem e disposição de componentes,				X	simaPro 4.0, modelos matemáticos
Module Configurator		X		X	CPLEX , MySQL, Webbased, Web site
Multi-lifecycle Assessment and Analysis (MLCA)				X	ProEngineer format, Microsoft Access, Visual Basic, CAD
Planning Advisor				X	
Processo de Planejamento do Design		X			
ProdTect				X	
Product life cycle planning (LCP)				X	LCPlanner
Product recovery management system (PRMS)				X	IDEF0
Product recovery methodology				X	
ReAsCo				X	
Reciclability tool		X		X	indicadores
Recycling Engineering-Kit (RecyKon)				X	ReGrEd (Recycling-Graph-Editor) e CAD system, DIN 8593
Recycling Graph-editor (ReGrEd)				X	DisPlay (Disassembly-Planning-System)

Nome	Checklist	Guideline	Matriz	Software	Outros Sistemas Associados
Recycling-Data-Management- System (ReDaMa)				X	DisPlay (Disassembly-Planning System)
REM (Recyclability Evaluation Method)				X	
Remanufacturing PROduct PROfiles-REPRO2				X	
RemPro Matrix					
ReSICLED Recovery Systems modelling & Indicators calculation Leading to End-of-life-conscious Design				X	
Scatter search (SS)				X	CAD
Semi-quantitative pre-LCA				X	
Streamlined Life Cycle Assessment (SLCA)				X	
The quotes for environmentally weighted recyclability (QWERTY)	X			X	eco-indicator 95, LCA, Eco-indicator 99, EPS 2000.
Tool Decision				X	
Virtual Disassembly Manager				X	
Virtual Reality (VR)				X	CAD.
Virtual reality technique				X	3D
Web based system				X	JAVA, XML (eXtensible Markup Language), CAD, Eco-indicator 99
Web-based application				X	Java, HTML, VRML, Java database connectivity (JDBC),CAD
Web-enabled virtual Disassembly Manager				X	3D

Quadro 25 - Classificação das práticas das Estratégias de Fim de Vida de Produtos conforme o Procedimento Técnico Utilizado para a Avaliação do Produto

Apêndice H Classificação das Práticas das Estratégias de Fim de Vida de Produtos Conforme a Nível Consolidação da Prática e o Setor de Aplicação

Nome	Alto	Medio	Baixo	Setor
Method to asses the adaptability of products (MAAP)		X		eletro-eletrônicos
ABC Method			X	Todos
AMETIDE			X	
Analytic Network Process (ANP) for Disassembly		X		
ATROiD (Assessment Tool for Recycling Oriented Design)		X		
Cascade approach for recycling		X		construção-granito
Computer Tool for selection of fastening and joining methods		X		tonners de impressora, fotocopiadoras
Conceptual Disassembly Model (CDM)			X	
CORA (object/ component oriented requirements analysis tool)			X	
CHAI management of Materials and Products (CHAMP) methodology		X		
DAISY			X	
DemAP (Dismantling Analysis Program)		X		Indústria Automótilva
DEMROP			X	
Design and End-of-Life Integration (DELII)		X		Não especificado
Design Charts		X		eletro-eletrônicos

Nome	Alto	Medio	Baixo	Setor
Design -for-environment evaluation tool D4N		X		todos
DfD Compact		X		
DFE			X	
Disassembly construct graph (DCG)		X		
Disassembly Index			X	
Dissassembly-Planning system (DisPlay)			X	
DP3			X	
Eco-Indicator	X			
Ecolist			X	eletro-eletrônicos
ED (Environmental Designer)			X	
ENDLESS		X		
End-of-life Advisor (ELDA)		X		eletro-eletrônicos
Environmental Design Industrial Template (EDIT)			X	Não especificada
Environmental Design Support Tool (EDST)		X		Não especificado
Environmental Value Chain Analysis (EVCA)		X		eletro-eletrônicos
Green Design		X		eletro-eletrônicos
Green Design Advisor		X		

Nome	Alto	Medio	Baixo	Setor
Green Design Network		X		eletro-eletrônicos, equipamentos de oficina, móveis
Grey Relational Analysis			X	
Guideline for Selection Material		X		
Guidelines for disassembly EoL			X	
Guidelines for plastics components		X		Plásticos
Guidelines for design for recycling		X		máquina de lavar roupa
Guidelines for Designer avoid potential remanufacturing		X		motores elétricos , tonner de impressora laser, válvulas e telefones
Guidelines for Disassembly and Recycling			X	
Guidelines for Remanufacturing		X		Não especificado
Guidelines-rules for design for Disassembly			X	
HOME (House of modular enhancement-a toll for modular product redesign)			X	
Ideal-eco-product approach		X		Industria de linha Branca (Máquinas de lavar roupa)
Impact 2002+		X		
LaySiD (Layout Simulation for Disassembly)			X	eletro-eletrônicos
Life Cycle Assessment-LCA	X			
Life Cycle Custs Simplified (LCC)			X	
Life cycle unit (LCU)		X		

Nome	Alto	Medio	Baixo	Setor
LINKER			X	
Matrix de conexão para montagem e desmontagem de produtos			X	Produtos Eletros-mecânico
Método para Avaliar a Reciclagem de Materiais	X			eletro-eletrônicos
Metodologia de desmontagem para fim de vida dos produtos		X		
Metodologia para desmontagem de produtos			X	eletro-eletrônicos
Metodologia para reciclagem e disposição de produtos eletro-eletrônicos			X	eletro-eletronicos
Metrics for Assessing Remanufacturability		X		Automotivo e eletroeletrônico
Metrics for End-of-life Strategies (ELSEIM)		X		eletro-eletrônicos
Modelo para o projeto de desmontagem e reciclagem		X		
Modelo para reuso, remanufatura, reciclagem e disposição de componentes,		X		Eletro-eletrônicos
Module Configurator		X		não especificado (telefone celular)
Multi-lifecycle Assessment and Analysis (MLCA)		X		eletro-eletronicos
Planning Advisor			X	eletro-eletrônicos
Processo de Planejamento do Design		X		
ProdTect			X	
Product life cycle planning				

Nome	Alto	Medio	Baixo	Setor
(LCP)			X	
Product recovery management system (PRMS)		X		
Product recovery methodology		X		
ReAsCo			X	
Reciclability tool			X	
Recycling Engineering-Kit (RecyKon)			X	Não especificado
Recycling Graph-editor (ReGrEd)		X		Não especificado
Recycling-Data-Management- System (ReDaMa)		X		Não especificado
REM (Recyclability Evaluation Method)			X	
Remanufacturing PROduct PROfiles-REPRO2		X		Industria de Cimento, Carro de supermercado
RemPro Matrix		X		Toner,máquina de gasolina, máquina fotográfica de um uso,desmontagem de caminhões pesados.
ReSICLED Recovery Systems modelling & Indicators calculation Leading to End-of-life-conscious Design	X			eletro-eletrônicos, Industria Automotiva
Scatter search (SS)			X	eletro-eletrônicos
Semi-quantitative pre-LCA	X			
Streamlined Life Cycle Assessment (SLCA)		X		Não especificado (tomada para conexão elétrica)
The quotes for environmentally weighted recyclability (QWERTY)	X			eletro-eletrônicos

Nome	Alto	Medio	Baixo	Setor
Tool Decision			X	
Virtual Disassembly Manager			X	
Virtual Reality (VR)			X	Não especificado
Virtual reality technique			X	
web based system		X		eletro-eletrônicos
web-based application			X	
web-enabled virtual Disassembly Manager			X	eletro-eletrônicos

Quadro 26 - Classificação das Práticas das Estratégias de Fim de Vida de Produtos Conforme o Nível de Consolidação da Prática e o Setor de Aplicação

Apêndice I Classificação das Práticas Conforme a Estratégia de Fim de Vida do Produto

Nome	Reparo	Remanufatura	Reciclagem	Todas	Outras Estratégias
<i>Method to asses the adaptability of products (MAAP)</i>	X	X			
<i>ABC Method</i>			X		Reuso
<i>Computer Tool for selection of fastening and joining methods</i>		X	X		
<i>Conceptual Disassembly Model (CDM)</i>		X	X		
<i>Design-for-environment evaluation tool (D4N)</i>				X	Reuso
<i>Design and End-of-Life Integration (DELI)</i>				X	Disposição final
<i>Disassembly Index</i>			X		Desmontagem de produtos
<i>Dissassembly-Planning system (DisPlay)</i>			X		
<i>End-of-life Advisor ELDA</i>		X	X		Serviço, reciclagem com desmontagem e sem desmontagem
<i>Environmental Design Industrial Template (EDIT)</i>				X	
<i>Environmental Design Support Tool (EDST)</i>				X	Incineração para gerar energia, disposição em aterro sanitário, reciclagem para material de alto grau e baixo grau.
<i>Environmental Value Chain Analysis (EVCA)</i>				X	Serviço, reciclagem com desmontagem e sem desmontagem
<i>Guidelines for design for recycling</i>			X		
<i>Guidelines for Designer avoid potential remanufacturing</i>		X			

Nome	Reparo	Remanufatura	Reciclagem	Todas	Outras Estratégias
<i>Guidelines for Disassembly and Recycling</i>			X		Desmontagem
<i>Guidelines for Remanufacturing</i>		X			
<i>Guidelines-rules for design for Disassembly</i>			X		Reuso
<i>Ideal-eco-product approach</i>				X	
<i>Metrics for Assessing Remanufacturability</i>	X	X			Recondicionamento
<i>Module Configurator</i>		X			
<i>Multi-lifecycle Assessment and Analysis (MLCA)</i>		X			
<i>ProdTect</i>		X	X		
<i>Recycling Engineering-Tool Kit (RecyKon)</i>			X		
<i>Recycling Graph-editor (ReGrEd)</i>			X		
<i>Recycling-Data-Management- System (ReDaMa)</i>			X		
<i>Remanufacturing PROduct PROfiles-REPRO</i>					
<i>RemPro Matrix</i>		X			
<i>Streamlined Life Cycle Assessment (SLCA)</i>				X	Estratégias de fim de tubo (incineração e disposição em aterro sanitário)
<i>Tool Decision</i>			X		Reuso
<i>Virtual Reality (VR)</i>				X	

Quadro 27 - Classificação das Práticas Conforme a Estratégia de Fim de Vida do Produto

**Apêndice J Classificação das Práticas Conforme a Área de Sustentabilidade
Abordada na Estratégia de Fim de Vida do Produto**

Nome	Ambiental	Econômico	Social
Method to asses the adaptability of products (MAAP)	X	X	
ABC Method	X	X	
AMETIDE	X	X	
Analytic Network Process (ANP) for Disassembly	X		
ATROiD (Assessment Tool for Recycling Oriented Design)	X	X	
Cascade approach for recycling	X		
Computer Tool for selection of fastening and joining methods		X	
Conceptual Disassembly Model (CDM)	X		
CORA (object/ component oriented requirements analysis tool)			
CHAI management of Materials and Products (CHAMP) methodology	X	X	
DAISY			
DemAP (Dismantling Analysis Program)	X		
DEMROP	X		
Design and End-of-Life Integration (DELII)	X	X	
Design Charts	X	X	
Design -for-environment evaluation tool D4N	X	X	
DfD Compact			
DFE	X	X	
Disassembly construct graph (DCG)	X		

Nome	Ambiental	Econômico	Social
Disassembly Index	X	X	
Dissassembly-Planning system (DisPlay)		X	
DP3	X		
Eco-Indicator	X	X	
Ecolist	X		
ED (Environmental Designer)	X	X	
ENDLESS			
End-of-life Advisor (ELDA)	X	X	
Environmental Design Industrial Template (EDIT)	X	X	
Environmental Design Support Tool (EDST)	X		
Environmental Value Chain Analysis (EVCA)	X	X	
Green Design	X	X	
Green Design Advisor	X	X	
Green Design Network	X		
Grey Relational Analysis	X	X	
Guideline para Selection Material			
Guidelines for disassembly EoL	X	X	
Guidelines for plastics components	X		
Guidelines for design for recycling	X		
Guidelines for Designer avoid potential remanufacturing	X		
Guidelines for Disassembly and Recycling	X	X	
Guidelines for Remanufacturing	X	X	
Guidelines-rules for design for Disassembly	X	X	

Nome	Ambiental	Econômico	Social
HOME (House of modular enhancement-a toll for modular product redesign)	X	X	
Ideal-eco-product approach		X	
Impact 2002+	X		
LaySiD (Layout Simulation for Disassembly)	X		
Life Cycle Assessment-LCA	X		
Life Cycle Custs Simplified (LCC)		X	
Life cycle unit (LCU)	X	X	
LINKER		X	
Matrix de conexão para montagem e desmontagem de produtos	X	X	
Método para Avaliar a Reciclagem de Materiais	X	X	
Metodologia de desmontagem para fim de vida dos produtos	X		
Metodologia para desmontagem de produtos		X	
Metodologia para reciclagem e disposição de produtos eletro-eletrônicos	X		
Metrics for Assessing Remanufacturability	X	X	
Metrics for End-of-life Strategies (ELSEIM)	X		
Modelo para o projeto de desmontagem e reciclagem			
Modelo para reuso,remanufatura, reciclagem e disposição de componentes,	X	X	
Module Configurator	X		
Multi-lifecycle Assessment and Analysis (MLCA)	X	X	
Planning Advisor	X	X	

Nome	Ambiental	Econômico	Social
Processo de Planejamento do Design	X		
ProdTect	X	X	
Product life cycle planning (LCP)		X	
Product recovery management system (PRMS)	X		
Product recovery methodology	X	X	X
ReAsCo		X	
Reciclability tool	X		
Recycling Engineering-Kit (RecyKon)		X	
Recycling Graph-editor (ReGrEd)	X	X	
Recycling-Data-Management- System (ReDaMa)	X	X	
REM (Recyclability Evaluation Method)	X		
Remanufacturing PROduct PROfiles- REPRO2	X	X	
RemPro Matrix	X	X	
ReSICLED Recovery Systems modelling & Indicators calculation Leading to End-of-life-conscious Design	X	X	
Scatter search (SS)	X	X	
Semi-quantitative pre-LCA	X	X	
Streamlined Life Cycle Assessment (SLCA)	X		
The quotes for environmentally weighted recyclability (QWERTY)	X		
Tool Decision	X	X	
Virtual Disassembly Manager		X	
Virtual Reality (VR)	X		

Nome	Ambiental	Econômico	Social
Virtual reality technique		X	
web based system	X	X	
web-based application	X		
web-enabled virtual Disassembly Manager	X		

Quadro 28 - Classificação das práticas Conforme a Área de Sustentabilidade Abordada na Estratégia de Fim de Vida do Produto

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)