

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

EVELYN TALITA ZANETTE

A Remanufatura no Brasil e no Mundo:  
Conceitos e Condicionantes

São Carlos, SP

2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
ENGENHARIA AMBIENTAL

A REMANUFATURA NO BRASIL E NO MUNDO:  
CONCEITOS E CONDICIONANTES

Aluna: Evelyn Talita Zanette  
Orientador: Prof. Dr. Aldo Roberto Ometto

Monografia apresentada ao curso de  
graduação em Engenharia Ambiental da  
Escola de Engenharia de São Carlos da  
Universidade de São Paulo.

São Carlos, SP  
2008

*A meus pais...*

## **Agradecimentos**

Meu maior agradecimento é dirigido a meus pais e irmãos, por terem sido o contínuo apoio em todos estes anos, ensinando-me, principalmente, a importância da construção e coerência de meus próprios valores.

Agradeço ao professor e amigo Dr. Aldo Ometto, orientador deste trabalho, por todo empenho, sabedoria, compreensão e, acima de tudo, exigência. Ao amigo Américo Guelere Filho, por sua grande ajuda e interesse durante todo o trabalho.

A meus amigos, pelos momentos de descontração e apoio incondicional.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pela bolsa concedida para este estudo. Ao Instituto Fábrica do Milênio e aos colegas do Grupo de Pesquisa em Engenharia de Ciclo de Vida, pelo apoio em todas as atividades desenvolvidas.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução dessa monografia.

Muito Obrigada.

## **Resumo**

ZANETTE, E.T. **A Remanufatura no Brasil e no Mundo: Conceitos e Condicionantes**. 2008. 103 f. Monografia. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

O aumento das preocupações com o meio ambiente e com o destino final de bens duráveis, assim como questões do comércio internacional, foram os principais impulsionadores dos questionamentos iniciais deste trabalho, bem como da remanufatura no Brasil. A remanufatura é capaz de oferecer um modelo de negócio que engloba todos os aspectos da sustentabilidade: econômicos, sociais e ambientais. A remanufatura é um processo de restauração de produtos duráveis gastos e descartados para uma condição de novo, por meio de desmontagem, limpeza, testes e remontagem dos produtos. É uma estratégia de fim-de-vida do produto que reduz o uso de matérias-primas e energia de maneira geral. Sundin, 2004, descreve o processo sucintamente: “O produto usado recolhido, chamado de core, é inspecionado e desmontado e então passa, em geral, pelas seguintes fases: testes, reparos, limpeza, inspeção das partes, atualização, substituição de peças e remontagem”. O principal objetivo deste trabalho é desenvolver uma fundamentação teórica que possibilite estabelecer as bases para o desenvolvimento da remanufatura no Brasil, por meio de uma revisão sobre o estado da arte da remanufatura no mundo, abrangendo desde o processo produtivo até os motivadores e barreiras enfrentados pelas empresas. Dessa forma, pretende-se promover uma visão ampla do estado da arte da remanufatura no mundo e dos principais aspectos que influenciam a remanufaturabilidade dos produtos, como o design do produto, o planejamento de desmontagem e aspectos legais envolvidos. O trabalho foi desenvolvido com base na metodologia de revisão bibliográfica sistemática. Todos os estudos encontrados foram catalogados e analisados, fornecendo uma visão ampla da atual conjuntura da remanufatura no mundo. Este estudo aborda diversos aspectos da remanufatura, desde considerações sobre o ciclo de vida dos produtos e alternativas de fim de vida, até questões mais específicas relacionadas ao processo de remanufatura em si. Por fim, o trabalho aborda alguns aspectos relacionados ao desenvolvimento da indústria de remanufatura no Brasil, em especial aqueles referentes à legislação em vigor. O Brasil, como outros países em desenvolvimento que avançaram no processo de industrialização, tem uma legislação doméstica bastante restritiva às importações de bens usados. A implementação do processo de remanufatura no Brasil ainda não será plena até que sejam estabelecidos os marcos legais no país, sofisticando os instrumentos de proteção para garantir que bens usados não entrem no país como bens remanufaturados - comprometendo a competitividade das indústrias locais, e permitindo o desenvolvimento amplo e seguro da indústria de remanufatura no Brasil.

Palavras-chave: remanufatura, fim-de-vida, ciclo de vida.

## **Abstract**

ZANETTE, E.T. **Remanufacturing in Brazil and worldwide: concepts and conditioners.** 2008. 103 f. Monography. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

Environmental increasing awareness, durable goods final disposal problems and international trade issues were the main inducers of this study initial questionings. Remanufacturing is capable of offering a business model that includes all sustainability aspects: economic, social and environmental. It is a process that restores worn discarded durable goods to a “like-new” condition, by means of disassembly, cleaning, testing and reassembly of the products. Remanufacturing is a product end-of-life strategy which reduces the consumption of energy and raw materials. Sundin, 2004, describes the process concisely: “the used discarded product, known as core, is inspected and disassembled and the goes through the following steps: testing, repairs, cleaning, parts inspection, update, damaged components substitution and reassembly”. The main purpose of this work is to develop a theoretical foundation that enables government and companies to establish the basis for the development of the remanufacturing business in Brazil. To achieve this goal, this study aims to clarify the state of the art of the remanufacturing business, both in practice and theory, throughout the world, from the productive process till its motives and barriers. Therefore, this study intends to promote an overall vision of the remanufacturing system worldwide and the aspects the influence the remanufacturability of products, such as product design, disassembly planning and legal issues. This work was developed based on the systematic bibliographic review, and all preview studies were catalogued and analyzed. This study embraces several different aspects of the remanufacturing system, from life cycle considerations, end of life alternatives and specific process related arguments. At last, the study discusses some aspects related to the development of the remanufacturing system in Brazil, especially those connected to current legislation. Brazil, as do other developing countries with considerable industrialization, has a very restrictive internal legislation on used good importation, which can difficult negotiations and other issues. The full implementation of the remanufacturing system in Brazil will not be achieved while all legal basis are fully established, so that market and consumer protection instruments can guarantee quality and protect local industry from cheaper products, which can compromise local competitiveness, therefore providing safe and full development of the industry in the country.

Keywords: remanufacturing, end-of-life, lifecycle.

## **Lista de Ilustrações**

Figura 1: O sistema de Remanufatura .....	11
Figura 2: Processo de Realização da Revisão Bibliográfica Sistemática.....	17
Figura 3: Classificação dos estudos quanto à distribuição anual .....	22
Figura 4: Classificação dos estudos quanto ao tipo de publicação.....	23
Figura 5: Classificação dos estudos quanto á nacionalidade.....	24
Figura 6: Fluxo de materiais durante o ciclo de vida de um produto .....	28
Figura 7: Engenharia de Ciclo de Vida x Prevenção à Poluição.....	30
Figura 8: Hierarquia dos processos produtivos no mercado secundário .....	33
Figura 9: Fases do processo de remanufatura .....	38
Figura 10: Fase de Pré-desmontagem do processo de remanufatura .....	40
Figura 11: Fase de desmontagem do processo de remanufatura .....	41
Figura 12: Fases de Reprocessamento e Remontagem do produto no processo de remanufatura .....	42

## **Lista de tabelas**

Tabela 1: Empresas que realizam a remanufatura no Brasil .....	52
Tabela 2: Cadastro dos estudos obtidos na revisão bibliográfica sistemática .....	69

# Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.1. A INDÚSTRIA E O PROCESSO DE REMANUFATURA .....	10
1.2. O SISTEMA DA REMANUFATURA .....	11
1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO .....	12
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	14
2.1. METODOLOGIA DE PESQUISA .....	14
2.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA .....	16
<b>3. ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	21
3.1. CADASTRO DOS ESTUDOS .....	21
3.2. REFERENCIAL TEÓRICO: ESTADO DA ARTE .....	24
3.2.1. SUSTENTABILIDADE E GESTÃO AMBIENTAL .....	24
3.2.2. ENGENHARIA DO CICLO DE VIDA .....	27
3.2.3. ALTERNATIVAS DE FIM DE VIDA DO PRODUTO .....	30
3.2.4. REMANUFATURA .....	35
3.2.5. O PROCESSO DE REMANUFATURA .....	37
3.2.6. MOTIVADORES PARA A REMANUFATURA .....	44
3.2.7. INFLUÊNCIA DO DESIGN DO PRODUTO NO PROCESSO DE REMANUFATURA .....	49
3.2.8. DIFICULDADES E BARREIRAS PARA A REMANUFATURA .....	51
3.3. A REMANUFATURA NO BRASIL .....	52
3.4. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E ACORDOS INTERNACIONAIS .....	55
<b>4. CONCLUSÕES E PESQUISAS FUTURAS</b> .....	60
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	63
APÊNDICE A - Cadastro dos Estudos .....	69

## 1. INTRODUÇÃO

O tema remanufatura foi escolhido para essa pesquisa em função de sua atual importância no cenário mundial. O aumento das preocupações com o meio ambiente e com o destino final de bens duráveis, assim como questões do comércio internacional, foram os principais impulsionadores dos questionamentos iniciais da remanufatura no Brasil.

A inexistência de legislação específica ou de diretivas, como ocorre na União Européia, dificulta o desenvolvimento de atividades remanufatureiras no Brasil, além da falta de conhecimento e de divulgação dos benefícios e possíveis problemas dos bens remanufaturados, sejam eles bens de capital ou bens de consumo. Contudo, é uma área de grande interesse comercial e que deve se desenvolver substancialmente nos próximos anos.

Em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, estabelecida pela Organização das Nações Unidas e presidida por G.H. Brundtland, em seu relatório intitulado “Nosso Futuro Comum” (COMISSÃO, 1987), definiu o desenvolvimento sustentável como o “desenvolvimento capaz de atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades”. A sustentabilidade é um conceito sistêmico relacionado à continuidade dos aspectos econômicos, sociais e ambientais.

A transição para uma sociedade sustentável requer um longo e complexo processo de aprendizagem, em que todo ator social necessita exercer uma papel, assumindo novas responsabilidades e adquirindo novas potencialidades de modo que, nas próximas décadas, todo o sistema de produção e consumo necessitará de uma profunda reorientação (VEZZOLI, 2003).

As empresas podem se tornar sustentáveis – e assim viáveis – somente se os aspectos sociais e ambientais, além dos econômicos, forem levados em conta em todas as questões da gestão corporativa. Nesse sentido, a busca pelo desenvolvimento sustentável tem conduzido

as empresas a uma visão que vai além daqueles impactos ambientais gerados em seus “intramuros” e das respectivas técnicas e soluções de mitigação de impactos.

A remanufatura é capaz de oferecer um modelo de negócio que engloba todos os aspectos da sustentabilidade. Economicamente, produtos remanufaturados podem ser muito lucrativos, uma vez que mantém o valor agregado ao produto durante sua manufatura. A inclusão dos aspectos relacionados com a sustentabilidade nas práticas de negócio pode contribuir diretamente para o ganho de valores financeiros tangíveis através da possibilidade de crescimento, redução de custos, conservação de capitais e diminuição de riscos e para o aumento de vantagens intangíveis, como reputação, inovação, relacionamentos e incremento de vantagens estratégicas (BAKSHI e FIKSEL, 2003).

### 1.1. A INDÚSTRIA E O PROCESSO DE REMANUFATURA

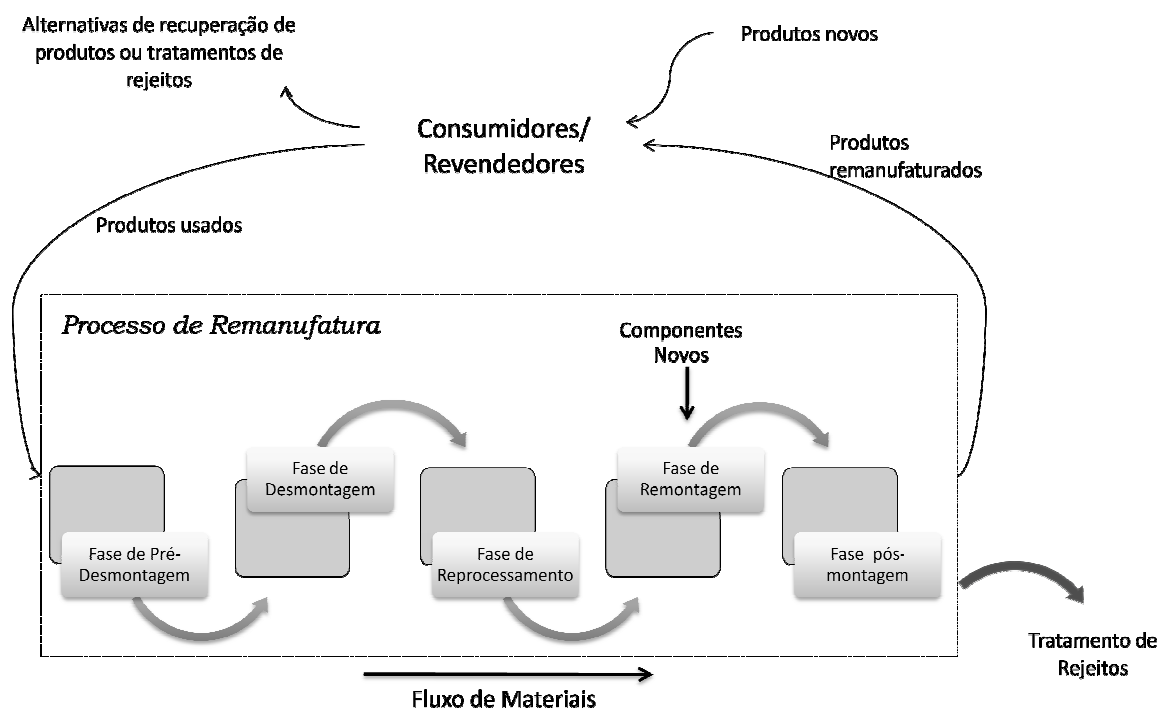
A indústria de remanufatura no mundo teve seu primeiro grande impulso com as grandes guerras, em que as unidades manufatureiras deixaram de produzir bens de consumo para se dedicarem à produção bélica. Dessa forma, os produtos cotidianos passaram a ser remanufaturados a fim de se atender ao menos em parte as necessidades sociais cotidianas. (ÖSTLIN, 2008)

Nas últimas décadas, o processo de remanufatura se consolidou e se espalhou por diversos setores da indústria, desde partes automotivas, máquinas, aparatos elétricos e eletrônicos até brinquedos e móveis de escritório. Durante a remanufatura, o produto passa por uma série de etapas, descritas por Sundin, 2004, como o processo de remanufatura:

*O processo de remanufatura é um processo industrial em que volumes consideráveis de produtos similares são reunidos, desmontados e recuperados a fim de ter uma nova vida útil. O produto usado recolhido, chamado de core, é inspecionado e desmontado e então passa pelas seguintes fases: testes, reparos, limpeza, inspeção das partes, atualização, substituição de peças e remontagem. Em cada fase, o controle de qualidade é garantido por medidas específicas, certificando-se que o produto atenda ou supere os padrões de produtos novos. (adaptado de SUNDIN, 2004)*

## 1.2. O SISTEMA DA REMANUFATURA

O sistema da remanufatura é mais amplo e mais complexo que o processo em si, pois envolve todos os processos internos e externos da produção, desde o recolhimento do produto usado até a distribuição e acompanhamento do produto remanufaturado. Muitas das limitações do processo de remanufatura advêm dos processos externos à produção e estão relacionados com a quantidade disponível e qualidade dos produtos recolhidos, aceitação do mercado e competitividade. A figura 1 ilustra o sistema de remanufatura, que é definido como o sistema de coleta de produtos usados, remanufatura do produto e entrega do produto remanufaturado ao cliente.



**Figura 1: O sistema de Remanufatura (adaptado de ÖSTLIN, 2008)**

O sistema remanufatura é geralmente muito diferente do sistema de fabricação tradicional. Por exemplo, os tamanhos de lote remanufatura são normalmente menores, o grau da automação é mais baixo e o montante do trabalho manual é mais alto em comparação com uma planta de manufatura tradicional (STEINHILPER, 1998). Além disso, a remanufatura é um processo complexo devido ao alto grau da incerteza do processo (GUIDE, 2000; SEITZ

2007) gerado principalmente por dois fatores: a quantidade e a qualidade dos produtos recolhidos (UMEDA et al, 2005). Essa incerteza dificulta a definição do fluxo do processo e dos requerimentos de capacidade da planta de remanufatura. Essas dificuldades serão exploradas em mais detalhes no capítulo 3, item 3.2.8.

### 1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO

Empresas que realizam a remanufatura apresentam maiores dificuldades se comparadas às empresas que realizam a manufatura tradicional. No Brasil, o sistema de remanufatura ainda é muito recente, e não está consolidado a ponto de fornecer ao mercado os subsídios necessários para o seu crescimento pleno.

Em função dessa demanda de mercado e das possibilidades de negócio advindas da remanufatura, muitos empresários, brasileiros ou não, estão interessados em investir no país em indústrias de remanufatura, tanto para abastecer o mercado interno, como para exportação. Em função da atual legislação brasileira, esse processo tem enfrentado muitos obstáculos ao seu crescimento, que é de interesse das empresas, do próprio governo, além de consumidores e outros grupos.

Esse trabalho tem como objetivo estabelecer as bases para o desenvolvimento da remanufatura no Brasil, fornecendo uma revisão sobre o estado da arte da remanufatura no mundo, abrangendo desde o processo produtivo até os motivadores e barreiras enfrentados pelas empresas.

O objetivo principal será alcançado por meio de um amplo levantamento bibliográfico sobre a remanufatura, a fim de se compreender as características do processo e do sistema de remanufatura no Brasil e no mundo.

Este estudo está fundamentado em uma questão principal: *Qual o cenário atual da remanufatura no Brasil e no mundo?* Para que esta pergunta seja respondida, foram definidas

questões secundárias, que servirão como meio para obtenção do resultado principal do trabalho:

- Definição do termo remanufatura e levantamento bibliográfico;
- Descrição dos produtos que são remanufaturados no Brasil e no mundo;
- Origem dos produtos (matéria prima) para remanufatura e logística reversa;
- Tecnologia e sistema de qualidade dos produtos;
- Mercado consumidor de produtos remanufaturados;
- Motivadores e barreiras para a realização da remanufatura no Brasil e no mundo;
- Destinação dos rejeitos do processo produtivo e adequação ambiental.

## 2. METODOLOGIA

A escolha da metodologia de pesquisa é influenciada por diversos fatores. Os objetivos da pesquisa e a definição das questões que nortearam o estudo estão diretamente relacionadas com a metodologia de pesquisa escolhida, mas outros fatores também influenciam nessa decisão, como os recursos disponíveis para a pesquisa e os paradigmas locais sobre o tema da pesquisa.

A metodologia de pesquisa aplicada nesse trabalho foi a revisão bibliográfica sistemática, que é uma metodologia específica de pesquisa seguindo passos bem definidos que seja passíveis de reprodução.

A revisão sistemática não consiste de um simples rearranjo dos dados publicados até o momento. Ela enfatiza a descoberta de princípios gerais, num nível maior de abstração, o diagnóstico e a análise de inconsistências externas comparando estudos individuais e seus resultados contrastantes, assim como iluminar novos aspectos e questões no assunto e guiar futuras linhas de pesquisa e oportunidades (BIOLCHINI *et al*, 2005).

A variedade é vista como um fator estimulante para entender o cenário da questão particular sob investigação, permitindo que o pesquisador pondere as referências relativas de estudos individuais através da visão probabilística das distintas possibilidades de resultado.

### 2.1. METODOLOGIA DE PESQUISA

Um dos objetivos principais da pesquisa científica é o de fornecer respostas para problemas não solucionados, e o emprego de métodos, técnicas e procedimentos científicos contribuem para que esse objetivo seja alcançado (GIL, 1999).

O processo investigatório através do qual se busca atingir essas respostas, utiliza um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos, conhecidos como método científico (GIL, 1991). Método científico é o conjunto de processos ou operações mentais que se deve

empregar na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa, proporcionando as bases lógicas da investigação (GIL, 1999).

Esses métodos esclarecem acerca dos procedimentos lógicos que deverão ser seguidos no processo de investigação científica. Desenvolvidos a partir de um elevado grau de abstração, possibilitam ao pesquisador decidir sobre o alcance de sua investigação, das regras de explicação dos fatos e da validade de suas generalizações. Podem ser incluídos nesse grupo os métodos dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo, dialético e fenomenológico. (GIL, 1999).

O principal método de pesquisa adotado nesse trabalho será o método fenomenológico. Apresentado por Edmund Husserl, esse método objetiva a descrição direta do fenômeno como ele se apresenta, levando em consideração que o ator interfere no entendimento do fenômeno. Assim, a realidade é resultado da interpretação e compreensão dos atores, reconhecidamente importantes no processo de construção do conhecimento (GIL, 1999).

Gil (1999), contudo, propõe o uso de vários métodos, e não um método em particular, ampliando assim as possibilidades de análise e obtenção de respostas para o problema proposto na pesquisa.

A metodologia de pesquisa desse trabalho pode ser enquadrada em diversas outras classificações. Quanto à sua natureza, pode ser classificada como pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos a solução de problemas específicos, e envolve verdades e interesses locais.

Gil (1991) propôs uma classificação baseada nos objetivos gerais da pesquisa, que pode ser de três tipos:

- Pesquisa exploratória – visa determinar a existência, ou não, de determinado fenômeno, além de proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses;

- Pesquisa descritiva – visa descrever as características de determinado fenômeno, para melhor defini-lo ou diferenciá-lo dos demais. Busca também estabelecer relações entre as variáveis de estudo; e,
- Pesquisa explicativa – visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, aprofundando o conhecimento da realidade, pois busca explicar a razão dos fatos. Envolve a análise das relações de causa e efeito entre dois ou mais fenômenos.

Embora seja difícil classificar de maneira exata o objetivo da pesquisa deste trabalho, adota-se a abordagem descritiva, embora parte da pesquisa realizada possa ser classificada como de caráter exploratório.

Finalmente, pode-se classificar a pesquisa como sendo de natureza predominantemente qualitativa, abrangendo um estudo com aspectos quantitativos. A primeira fase da pesquisa será qualitativa, envolvendo a descrição dos fenômenos estudados e pesquisa acerca de seu entendimento global.

Para o desdobramento do objetivo nas perguntas, ou problemas científicos, Gil (1991), indica algumas regras que auxiliam sua formulação:

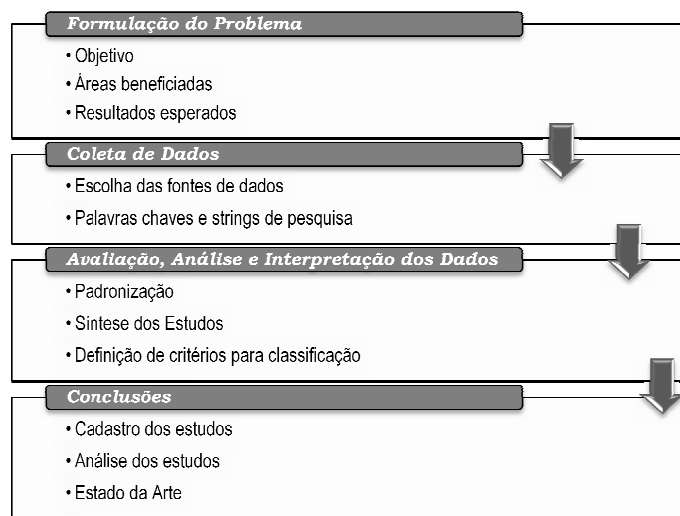
- O problema deve ser formulado como pergunta;
- O problema deve ser claro e preciso;
- O problema deve ser empírico;
- Deve ser suscetível de solução; e,
- Deve ser limitado a uma dimensão viável.

## 2.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

A revisão bibliográfica é o meio pelo qual o pesquisador pode realizar um mapeamento dos conhecimentos e iniciativas existentes e previamente desenvolvidos na área

de interesse. Além da análise de descobertas prévias, técnicas, idéias e maneiras de explorar os tópicos em questão, a revisão bibliográfica possibilita ainda a avaliação da relevância da informação em relação à questão de interesse, e a sua síntese e sumarização.

A figura 2 apresenta as fases da realização de uma revisão bibliográfica sistemática: formulação do problema, coleta de dados, avaliação dos dados, análise e interpretação dos dados e conclusão e apresentação.



**Figura 2: Processo de Realização da Revisão Bibliográfica Sistemática**

O foco de interesse da revisão sistemática realizada, isto é, o objetivo de pesquisa da revisão foi a caracterização do processo de remanufatura. Dessa forma, a pergunta a ser respondida pela revisão sistemática é: *“Como é definida a remanufatura e quais suas principais características?”*.

O alvo da revisão sistemática, de acordo com o seu contexto, pode ser explicitado pelo não atendimento das potencialidades da aplicação remanufatura no Brasil, como ganhos econômicos e ambientais. Isso se deve ao desconhecimento do processo, de suas vantagens e desvantagens para a indústria nacional.

Por meio da revisão bibliográfica sistemática será possível caracterizar o processo de remanufatura, gerando uma definição de remanufatura que deverá guiar esse trabalho e poderá dar apoio à nascente indústria nacional de remanufatura.

A fase seguinte, cujo foco é definir quais devem ser os procedimentos adotados para que as evidências relevantes sejam encontradas, foram a seleção de palavras-chaves, das bases de dados e a efetiva coleta dos dados.

Os termos principais, ou palavras-chaves, que compõe a pergunta da pesquisa são: *remanufacture, end-of-life, disassembly, demanufacturing, asset, reverse logistics*.

Os *strings* de pesquisa, ou seja, as expressões lógicas que combinam as palavras-chaves e seus sinônimos, que foram utilizadas de forma que fosse obtida a maior quantidade de estudos relevantes foram:

- Remanufacture
- Remanufacturing
- Remanufactured
- Remanufacture process
- Disassembly
- Disassembly planning
- Design for disassembly
- Design for environment
- Design for remanufacturing
- End-of-life
- End of life
- Lifecycle
- Reverse logistics
- Spare parts management
- Product recovery
- Remanufacturing engineering
- Recovery
- Refurbishment
- Demanufacturing
- Asset stripping

O grupo de população observado durante a pesquisa foram bases de dados internacionais, em língua inglesa. O critério utilizado para avaliação das fontes de dados foi a sua abrangência internacional. A lista de fontes em que a pesquisa foi realizada compreende as seguintes bases de dados:

- Scirus (<http://www.scirus.com>): mecanismo de pesquisa científica na internet que inclui mais de 450 milhões de materiais científicos em diferentes áreas do conhecimento;
- Compendex (<http://www.engineeringvillage2.org/>): base de dados que abrange todas as áreas de engenharia e tecnologia em mais de 2600 revistas, conferências selecionadas, relatórios e livros.
- Research Communications for Scientists and Engineers (<http://www.osti.gov/eprints>): plataforma que proporciona acesso a diferentes bases de dados em engenharia e ciências;
- Emerald (<http://hermia.emeraldinsight.com>): proporciona acesso a textos completos de mais de 160 revistas e revisões de várias áreas do conhecimento;
- Science Direct (<http://www.sciencedirect.com>): proporciona acesso a mais de 2000 revistas conceituadas e a centenas de livros, handbooks e trabalhos para referência;
- IEEE Explore (<http://ieeexplore.ieee.org>): proporciona acesso integral à literatura mundial de mais alta qualidade técnica;
- Scholar Google (<http://scholar.google.com>): pesquisa de literatura acadêmica em artigos revisados por especialistas (*peer-reviewed*), teses, livros, resumos e artigos de editoras acadêmicas, organizações profissionais, bibliotecas de pré-publicações, universidades e outras entidades acadêmicas

A seleção dos artigos levantados para leitura se deu através da aplicação de critérios de inclusão de artigos. Foram selecionados aqueles que apresentavam estudos sobre remanufatura e alternativas de fim de vida do produto. Foram incluídos estudos primários qualitativos, quantitativos, estudos de caso e desenvolvimento de metodologias. O procedimento para seleção de estudos foi realizado através da leitura do resumo.

Deve-se salientar, entretanto, a impossibilidade de acesso a alguns estudos encontrados, já que as bases de dados em que esses estudos estavam disponíveis não são assinadas pela Escola de Engenharia de São Paulo – Universidade de São Paulo.

O cadastro dos estudos obtidos na revisão sistemática foi realizado no formato de planilhas do Microsoft Excel<sup>®</sup> e formulários no Microsoft Access<sup>®</sup>. A tabela com os estudos cadastrados em ordem alfabética pode ser observada no Apêndice A. O campo resumo foi suprimido nesta tabela devido à sua grande extensão.

Para padronizar a forma de representação da informação, foram criados formulários para coleccionar os dados dos estudos. O formulário utilizado para cadastramento dos artigos foi realizado no formato de tabelas do Microsoft Excel<sup>®</sup> e contém os seguintes campos:

- Título: campo destinado ao título do estudo;
- Autor(es): campo destinado aos autores do estudo em questão;
- Tipo: campo destinado para preenchimento do tipo de estudo - artigo, tese, dissertação ou publicação;
- Nacionalidade: campo destinado ao país em que o estudo foi desenvolvido;
- Palavras-chave: campo destinado para as palavras-chave citadas no estudo;
- Fonte: campo destinado para a fonte em que o estudo foi obtido ou publicado;
- Ano de publicação: campo destinado para o ano em que o estudo foi publicado;
- Resumo: campo destinado para o resumo do estudo, tal qual descrito pelo autor.

Foram aplicados filtros nos campos desse cadastro, de forma que os estudos possam ser buscados mais facilmente de acordo com o tipo de informação necessária, como autor ou palavras-chaves, por exemplo.

A partir da metodologia da revisão bibliográfica sistemática, foram identificadas as fontes de dados e os *strings* de pesquisa do trabalho por meio da determinação inicial dos objetivos e do foco do estudo. Posteriormente, foi realizado o levantamento de estudos nas

bases de dados selecionadas. Foi realizado um cadastro dos estudos, que possibilitou uma visão mais ampla do desenvolvimento do tema em âmbito mundial.

### **3. ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Esse capítulo apresenta a sistematização e análise dos resultados do estudo. Como este estudo tem como foco a remanufatura em seu aspecto mais amplo e sob uma perspectiva holística, a discussão teórica será mantida em um nível mais geral, ao invés de explicações e discussões detalhadas sobre os tópicos específicos.

Os resultados estão estruturados da seguinte maneira: primeiramente será apresentada uma compilação dos dados obtidos durante o processo de cadastramentos dos estudos da revisão bibliográfica sistemática. A seguir, será feita uma explanação sobre os aspectos teóricos da remanufatura, iniciando-se a discussão por temas mais gerais pertinentes, como os conceitos de sustentabilidade e de gestão ambiental.

#### **3.1. CADASTRO DOS ESTUDOS**

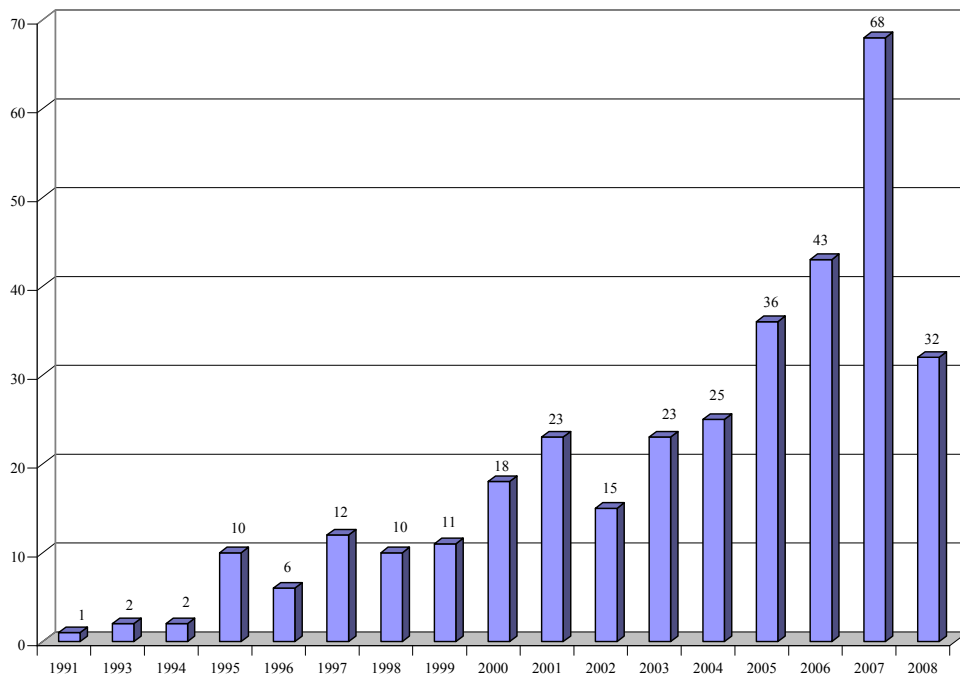
A análise dos dados obtidos no cadastramento dos estudos é apresentada a seguir. Os estudos foram classificados quanto sua distribuição do ano de publicação, ao tipo de estudo e à nacionalidade.

Os estudos cadastrados foram classificados quanto sua distribuição do ano de publicação, tipo de estudo e nacionalidade. A seleção inicial dos estudos que foram cadastrados foi feita por meio da leitura de seus resumos.

A distribuição do ano de publicação dos estudos obtidos é apresentada na figura 3. Os valores obtidos indicam que há um interesse crescente pela remanufatura nos últimos anos, em função do crescente número de legislações ambientais e maior disseminação da importância dos aspectos ambientais. Também é evidente o crescimento recente do número de

eventos internacionais sobre a remanufatura, que contribui para o aumento de estudos publicados sobre o assunto.

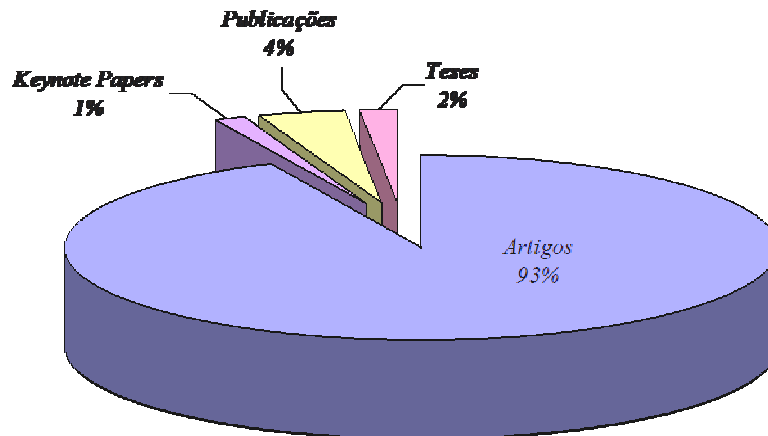
Os dados referentes a 2008 correspondem a estudos publicados até junho deste ano, sendo que é esperado este número triplique em função dos eventos sobre remanufatura e outros tópicos relacionados esperados para os meses seguintes.



**Figura 3: Classificação dos estudos quanto à distribuição anual**

A distribuição anual dos estudos cadastrados evidencia a importância da remanufatura no mundo nos últimos 15 anos, enquanto no Brasil essa indústria começou a se desenvolver recentemente e ainda não conta com o apoio legal tampouco com normas e especificação pertinentes, conforme será discutido no item 3.4 deste capítulo.

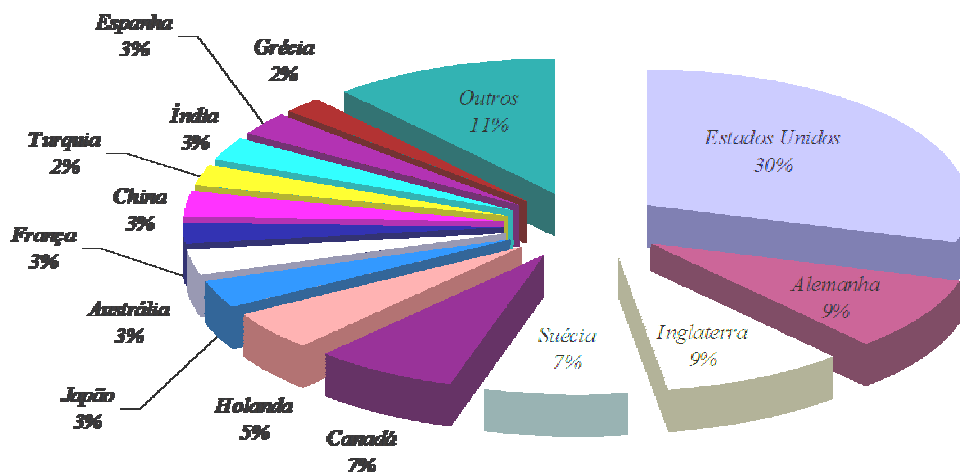
Dos 337 estudos cadastrados, quase a totalidade são artigos (93%), conforme mostra a figura 4. Foram cadastradas cerca de 90 fontes de dados, sendo a maioria revistas internacionais conceituadas das mais diversas áreas do conhecimento, o que indica a inserção do tema remanufatura em diversas áreas de atuação, desde áreas ligadas ao meio ambiente, design de produtos, engenharias, entre outros.



**Figura 4: Classificação dos estudos quanto ao tipo de publicação**

Quanto à nacionalidade, observa-se que cerca de 80% dos estudos estão concentrados em países de alto desenvolvimento tecnológico. As restrições e normas impostas pela União Européia exercem grande influência sobre os rumos da pesquisa, com destaque para as recentes pesquisas em países como Turquia, Grécia e Espanha, como mostra a figura 5.

Dentre os países que aparecem sob a categoria ‘outros’, estão o Brasil, Singapura, Israel e Portugal, que ainda estão começando seus estudos na área de remanufatura, em consonância com o desenvolvimento tardio da indústria de remanufatura nesses países.



### Figura 5: Classificação dos estudos quanto á nacionalidade

Por meio da leitura e interpretação dos dados coletados nos estudos acima e em outros estudos de temas correlatos, estabeleceu-se um referencial teórico sobre a remanufatura, que será exposto nos itens a seguir.

## 3.2. REFERENCIAL TEÓRICO: ESTADO DA ARTE

### 3.2.1. SUSTENTABILIDADE E GESTÃO AMBIENTAL

O início da preocupação empresarial com as questões ambientais está diretamente relacionado à maior conscientização ambiental do cidadão nas décadas de 1970 e 1980, consequência direta da postura passiva até então adotada pelas empresas. Nenhum mecanismo de controle da poluição era aplicado e a disposição dos resíduos gerados no processo produtivo era feita diretamente no meio ambiente, sem qualquer tipo de tratamento. Devido ao desenvolvimento e fortalecimento da legislação ambiental em todo o mundo, a estratégia ambiental industrial passou a adotar uma postura reativas caracterizada por soluções fim-de-tubo, cujo objetivo principal era a redução do potencial poluidor das emissões e substâncias provenientes das instalações fabris por meio do tratamento dos efluentes e dos gases gerados no processo de produção (JOHANSSON, 2002).

Além dos aspectos legais, essa mudança de atitude deve-se, também, à constatação dos reais custos associados à tradicional abordagem de fim-de-tubo. Observou-se que, além dos custos usualmente contabilizados com tratamento e disposição, há custos relacionados (e não usualmente contabilizados) com, por exemplo, perda de matéria prima, água, energia, não conformidades legais e normativas e aqueles relacionados à imagem da empresa (BIERMA, WATERSTARAAT, OSTROSKY, 1998). Sobre esse viés econômico, segundo dados do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), tipicamente, para cada dólar contabilizado com tratamento ou disposição de resíduos, há de dois a três outros dólares

“escondidos” ou simplesmente ignorados, sendo essa constatação é válida, inclusive, para empresas de grande porte e bem gerenciadas (UNEP, 2007).

A postura preventiva surgiu em um contexto em que as empresas começaram a melhorar os seus processos, com métodos como a Prevenção à Poluição e a Produção mais Limpa, de forma a diminuir a geração de resíduos diretamente na fonte e, dessa forma, reduzir os custos com tratamento e disposição final. Recentemente, observa-se a transição para uma abordagem pró-ativa, com foco no desempenho ambiental do produto e caracterizada pela visão holística de todos os impactos ambientais associados às fases do ciclo de vida de um produto (SIMON *et al*, 1999; WEENRN, 1995).

Todos os produtos causam impactos ambientais durante o seu ciclo de vida de alguma maneira, desde a extração da matéria-prima, manufatura e uso até o tratamento e disposição dos resíduos. Esses efeitos ambientais resultam de decisões inter-relacionadas feitas em vários estágios do ciclo de vida do produto (BAUMANN, BOONS e BRAGD, 2002).

Uma das estratégias adotadas pela União Européia baseia-se na abordagem IPP (Política Integrada Relativa aos Produtos). Essa nova abordagem pretende complementar as políticas ambientais locais já vigentes, utilizando um potencial até agora mal aproveitado para melhorar produtos e serviços ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a extração de matérias-primas até as fases de produção, distribuição, utilização e tratamento de resíduos. O seu elemento central é conseguir a geração de produtos mais ecológicos e tornar mais eficaz o consumo desses produtos pelos consumidores (COMISSÃO, 2001).

A política integrada relativa aos produtos (IPP) é uma abordagem que procura reduzir os impactos ambientais do ciclo de vida dos produtos, desde a extração das matérias-primas até as fases de produção, distribuição, utilização e gestão dos resíduos. Concentra-se nos pontos de decisão que influenciam fortemente os impactos ambientais do ciclo de vida dos produtos e que manifestam potencial para melhoria, nomeadamente o design dos produtos, a

escolha informada do consumidor, o princípio ‘poluidor-pagador’ nos preços dos produtos. Promove também instrumentos apontados à integralidade do ciclo de vida dos produtos (COMISSÃO, 2001).

Os desafios de tornar os produtos mais adequados ao meio ambiente têm de ser assumidos primordialmente pelas empresas e pelos consumidores, visto as principais decisões relativas aos impactos ambientais dos produtos serem tomadas durante o projeto do produto e na escolha do consumidor. Uma vez lançado no mercado, é relativamente pouco o que se pode fazer para melhorar suas características ambientais. Do mesmo modo, todos os esforços durante a concepção do produto (isto é, seu design) serão vãos se os consumidores não optarem por produtos mais adequados ambientalmente, ou não os utilizarem corretamente (COMISSÃO, 2001).

O processo de integração dos aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento do produto é contínuo e flexível, promovendo criatividade e maximizando inovações e oportunidades para a melhoria ambiental. Como base para esta integração, as questões ambientais podem ser contempladas nas políticas e estratégias da organização envolvida (ABNT, 2004). A preparação de uma estratégia generalizada para a integração das questões ambientais no processo de desenvolvimento de produtos deve considerar a complexidade e a diversidade dos produtos e a rápida evolução do conhecimento e da perícia no domínio do design (COMISSÃO, 2001).

Mais organizações estão se conscientizando de que existem benefícios substanciais na integração dos aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento do produto (ABNT, 2004). Alguns dos fatores que têm impulsionado as empresas a desenvolver produtos mais sustentáveis são: a legislação ambiental, a melhoria da imagem, a demanda dos consumidores por produtos com melhor desempenho ambiental, as oportunidades de novos negócios e o crescente custo de disposição dos resíduos (DOWIE, 1994). O maior grau de abertura da

economia brasileira, que propiciou uma competição mais acirrada nos bens de consumo, induziu uma necessidade de constante atualização do estilo, funcionalidade e estética dos produtos nacionais (CONFEDERAÇÃO, 2006).

### 3.2.2. ENGENHARIA DO CICLO DE VIDA

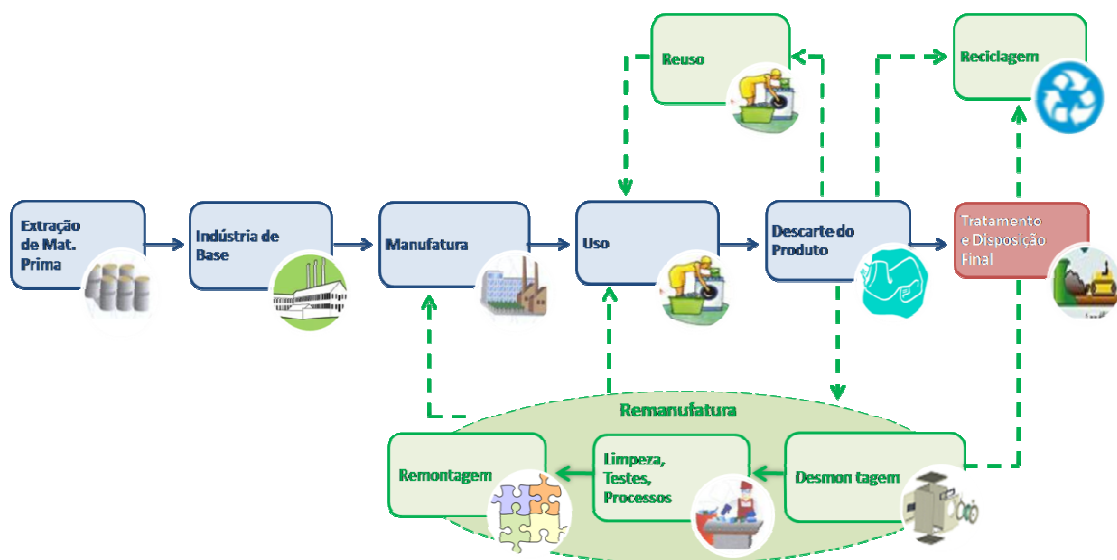
A sustentabilidade nas práticas de negócio pode contribuir diretamente para ganho de valores financeiros tangíveis através da possibilidade de crescimento, redução de custos, conservação de capitais e diminuição de riscos. Para tanto, faz-se necessária uma transição entre o modelo econômico vigente para a economia de ciclo, em virtude da escassez de matérias primas não-renováveis, dos limites do meio ambiente para absorver os resíduos e emissões e das necessidades de uma população crescente.

Sistemas de economia de ciclo são resultantes da integração de um conjunto de ações econômica e ecologicamente eficientes, focado em diferentes alternativas para produtos e materiais em fim-de-vida e em sua disposição final mais adequada. Um dos principais objetivos da economia de ciclo é aumentar produtividade de utilização dos recursos, através de um ciclo construído entre todos os atores da cadeia produtiva, promovendo maior cooperação entre eles e gerando diversas novas oportunidades de negócio.

De acordo com a definição proposta por Bourke, 2000, Ciclo de Vida do Produto (Figura 6) compreende todas as fases de existência de um produto, constituído desde a concepção, definição, produção, entrega, manutenção, até a retirada do mercado na fase de fim-de-vida. Os ciclos podem variar de alguns meses a vários anos, dependendo das características do produto e do mercado.

Uma das evidências mais fortes dos últimos anos é a importância do “tempo” como uma arma competitiva, afirmam Hedge e Kekre, 1992. Com a fragmentação do mercado, as preferências e necessidades dos consumidores mudaram rapidamente, além da consciência

pela qualidade, fazendo com que as empresas confrontassem com um novo desafio: projetar e produzir com uma grande variedade de ofertas, entregar rapidamente e assessorar eficientemente o cliente. Logo, reduzir *lead time* e custos de manufatura tornaram-se fundamentais para atingir tal desafio. Nesse sentido, o ciclo de vida dos produtos está ficando cada vez menor, o que valoriza a habilidade de desenvolver produtos em um prazo mais curto, maximizando as oportunidades do mercado (HEDGE e KEKRE, 1992).



**Figura 6: Fluxo de materiais durante o ciclo de vida de um produto, com destaque para as alternativas de fim-de-vida do produto**

Além do aumento da complexidade do produto, aumentando as dificuldades de desenvolvimento, há a preocupação da indústria na estratégia de projeto do ciclo de vida, com ênfase especial no projeto para baixo consumo de energia na fase de uso ou projeto para desmontagem. Pontos considerados fundamentais para a satisfação de um consumidor cada vez mais preocupado com o respeito ao meio ambiente (HORTA, 2001).

A Engenharia do Ciclo de Vida (ECV) é a área da engenharia que inclui a aplicação de princípios tecnológicos e científicos no design e manufatura de produtos, com o objetivo de proteger o meio ambiente e conservar os recursos naturais, enquanto alenta o progresso

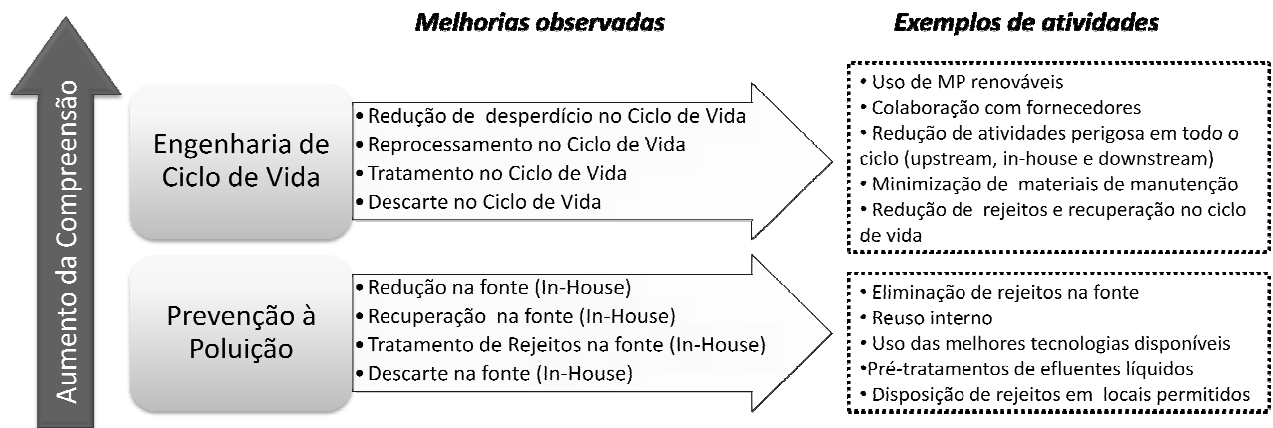
econômico sem deixar de lado a sustentabilidade e, ao mesmo tempo, otimiza o ciclo de vida do produto, minimizando a poluição e a quantidade de resíduos gerados.

Segundo Wanyama *et al*, 2003, a ECV é uma metodologia do processo de tomada de decisão que considera requerimentos ambientais, de desempenho e de custo durante toda a vida útil de uma instalação industrial. Essa metodologia está focada no design e produção de produtos com mínimo impacto ambiental durante todo seu ciclo de vida.

A Engenharia do Ciclo de Vida proporciona uma visão de como as decisões e especificações de engenharia afetam tanto a empresa quanto seus fornecedores, consumidores e a gestão de resíduos sólidos em todo o ciclo de vida associado ao produto. Em outras palavras, a ECV compreende as atividades de engenharia voltadas para os impactos ambientais da indústria sob a perspectiva do ciclo de vida.

Wenzel e Alting, 2006, defendem que a eco-eficiência das atividades industriais, definida como a proporção entre o serviço/produto fornecido pelas atividades industriais e o impacto ambiental associado a esse serviço/produto, pode ser impetrada através de quatro coeficientes: o produto, o sistema de produção, o(s) processo(s) industrial(is), e os resíduos do(s) processo(s).

Assim como a Prevenção à Poluição, a ECV busca o melhor uso dos recursos por meio da redução de recursos utilizados, eficiência energética e recuperação de materiais. Por outro lado, ao contrário do princípio de Prevenção à Poluição, a ECV considera as implicações ambientais que estão além dos “intramuros” da empresa, tal que essas externalidades do ciclo de vida sejam internalizadas na empresa. A Engenharia do Ciclo de vida, como ilustra a figura 7, oferece ao empreendedor uma plataforma que viabiliza a identificação das atividades de engenharia capazes de melhorar o ciclo de vida dos produtos de uma forma competitiva e mais abrangente que a Prevenção à Poluição, no tocante ao ciclo de vida.



**Figura 7: Engenharia de Ciclo de Vida x Prevenção à Poluição**

Para garantir a eco-eficiência, várias ferramentas da ECV podem ser usadas nas diferentes fases do processo, dentre elas o Ecodesign, a Análise do Ciclo de Vida e sistemas de Produção mais Limpa.

### 3.2.3. ALTERNATIVAS DE FIM DE VIDA DO PRODUTO

Sistemas econômicos de ciclo de vida resultam da integração de ações economicamente viáveis e ambientalmente eficientes, focando em diferentes tratamentos de fim de vida e estratégias de extensão da vida dos produtos.

O paradigma tradicional da manufatura está focado na obtenção de lucro pela venda de produtos manufaturados ao consumidor. A mudança de paradigma atual direciona os sistemas a considerarem aspectos do ciclo de vida dos produtos e otimizarem seu valor e benefícios por meio de técnicas de montagem, serviço, manutenção e desmontagem. Os novos objetivos incluem a redução das perdas ambientais e o cumprimento de restrições impostas pela análise do ciclo de vida dos produtos (WESTKÄMPER, 2003).

Durante o último século, o mundo industrializado limitou o foco na recuperação de produtos usados, focalizando a produção em produtos feitos com materiais virgens (não-reciclados). Por inúmeras razões, observa-se um aumento no interesse pela recuperação de

produtos em materiais, o que pôde ser observado no item 3.1 deste estudo. Um dos motivos apontados por Östlin, 2008, é o aumento da consciência social com relação a problemas ambientais. Essas pressões sociais desencadearam os processos de formação de legislações ambientais, em que a questão ambiental apresenta-se atrelada às políticas de meio ambiente da empresa ou a questões legais, como a responsabilidade estendida do produtor. Amezquita et al, 1995, relatam que vários estados norte-americanos implementaram leis para o recolhimento dos produtos em fim-de-vida pelo fabricantes e deram incentivos aos produtores que utilizassem materiais usados ou reciclados em seus produtos. Na União Européia, as legislações mais conhecidas são as diretivas ELV (End-of-life Vehicle), de 2000, e WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), de 2002, que tornam o fabricante responsável por todo o ciclo de vida do produto, incluindo a logística reversa, reciclagem, tratamento e disposição final dos produtos (ÖSTLIN *et al*, 2008; AMEZQUITA *et al*, 1995).

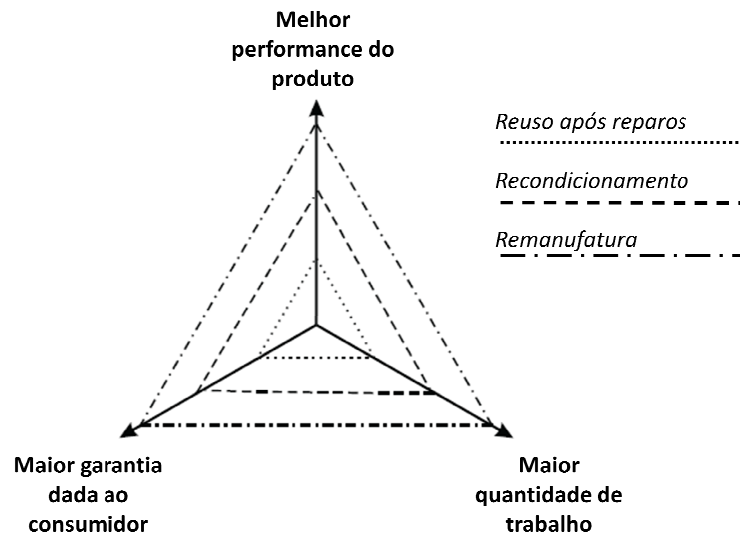
Östlin, 2008, descreve as alternativas de fim de vida do produto como um processo de recuperação de produtos usados e descartados, seus componentes e materiais. A recuperação dos produtos engloba uma série de atividades, desde a coleta dos produtos, a determinação do seu potencial para recuperação, desmontagem e separação das partes de maior valor agregado, remanufatura ou recuperação do produto, reciclagem dos materiais e disposição dos resíduos (TOFFEL, 2004).

As principais estratégias de fim de vida do produto são o reuso direto, reuso após pequenos reparos (também chamado de recondicionamento), canibalização, reciclagem de materiais e remanufatura (tanto de produtos como de seus componentes). O reuso direto implica que os produtos são reusados sem grandes reparos, enquanto o recondicionamento busca restaurar o funcionamento dos produtos, apesar de possível perda de qualidade. A reciclagem denota a recuperação dos materiais sem conservar qualquer estrutura do produto, enquanto a remanufatura conserva a identidade do produto e busca dar ao produto a condição

de “como novo”, por meio de desmontagem, revisão, limpeza e substituições necessárias (OH, HWANG, 2006).

A canibalização é um processo utilizado geralmente em conjunto com a reciclagem dos materiais. Nesse processo, um número limitado de componentes é extraído do produto para reutilização e o restante é encaminhado para disposição final ou reciclagem dos materiais (REVLOG, 1999). Em geral, o processo de canibalização é feito por meio da desagregação forçada dos componentes, não permitindo uma adequada separação desses materiais, reduzindo seu valor comercial.

Como opção para recuperação do produto, a restauração e o condicionamento são as opções mais próximas à remanufatura. O propósito do condicionamento é, basicamente, estender a vida útil do produto por um baixo custo para o consumidor, e é a alternativa mais comum quando um produto apresenta problemas, uma vez que restaura suas condições de funcionamento com pouca mão de obra e poucos componentes novos. Como processo, contudo, o condicionamento difere da remanufatura. Na remanufatura, o produto passa por uma inspeção geral, como o objetivo de encontrar componentes fracos que possam restringir a qualidade do produto. Já na restauração, esse processo de inspeção é limitado à detecção de falhas e restauração do funcionamento, não sendo qualificado como uma atividade industrial. Outras diferenças são a possibilidade de atualização dos produtos e a extensão da garantia no caso de produtos remanufaturados, como pode ser observado na figura 8 (STEINHILPER, 1998; IJOMAH, 2002).



**Figura 8: Hierarquia dos processos produtivos no mercado secundário (adaptado de IJOMAH, 2002)**

A reciclagem é um processo focado especificamente na recuperação dos materiais. É caracterizada pela coleta e processamento de materiais provenientes de descartes de processos de manufatura e diretamente do consumidor. O processamento desses materiais geralmente altera suas características básicas, como resistência, densidade e elasticidade, acarretando no uso menos nobre desses materiais após o processamento. A reciclagem é importante na redução da poluição, auxilia no prolongamento da vida útil de aterros sanitários e industriais e na conservação de recursos naturais, mas não pode ser considerada a principal alternativa de fim-de-vida de uma empresa, governo ou sociedade.

A reciclagem como estratégia principal de ação vai contra a viabilidade econômica da recuperação do valor agregado ao produto com a manufatura, o que pode ser realizado por meio da recuperação dos componentes do produto previamente à reciclagem dos materiais (KERR e RYAN, 2001). Há, ainda, conseqüências ambientais relacionadas com o processo de reciclagem e outras formas de recuperação, como consumo de energia, consumo de matéria prima e geração de resíduos, que devem ser considerados no processo de tomada de decisão quanto às alternativas de fim-de-vida do produto. Assim, torna-se tanto de interesse

econômico como ambiental a recuperação e aproveitamento do valor agregado dos produtos usados (SUTHERLAND e GUNTER, 2002).

O objetivo da recuperação do valor agregado ao produto é o resgate de componentes, peças ou módulos completos e reusá-los em outros produtos e processos, por meio de uma segunda vida. Dessa forma, faz-se necessário considerar aspectos de design e engenharia do ciclo de vida, como a capacidade dos sistemas para montagem, desmontagem e diagnóstico em todas as fases do ciclo de vida do produto (WESTKÄMPER, 2003; SUTHERLAND e GUNTER, 2002; WILLIAMS e SHU, 2001).

O processo pelo qual há interação entre os diferentes processos de recuperação de produtos usados é a demanufatura. A demanufatura pode ser definida como a decomposição do produto em partes de forma a reutilizar, remanufatura e reciclar cada parte conforme sua aptidão. É uma estratégia de recuperação dos produtos focada na produção mínima de rejeitos (SUTHERLAND e GUNTER, 2002).

A recuperação do valor agregado só é efetiva se os componentes puderem ser facilmente removidos do produto. Para garantir a rentabilidade do processo de desmontagem de produtos usados, devem ser considerados alguns aspectos, como um design de produto que facilite sua desmontagem na fase de pós-uso; o planejamento da desmontagem; a determinação da profundidade em que cada produto deve ser desmontado; o estabelecimento de um sistema de logística para coleta e distribuição dos bens e análise de incertezas, incluindo taxa de retorno provável, qualidade dos componentes, variação da taxa de recuperação e demanda inconstante dos componentes (WHITE *et al*, 2003; KAEBERNICK, O'SHEA e GREWAL, 2000).

Neste estudo, a remanufatura será considerada o foco da recuperação dos produtos, e será discutida nos tópicos a seguir.

#### 3.2.4. REMANUFATURA

A remanufatura é uma estratégia de fim-de-vida do produto que reduz o uso de matérias-primas e energia de maneira geral. O interesse econômico da remanufatura se deve à preservação total ou parcial do valor agregado ao produto durante seu design e manufatura. O interesse ambiental está relacionado à extensão da vida do produto por meio de uma segunda vida e ao menor consumo de energia e matéria se comparado à produção de um novo produto (ZWOLINSKI, LOPEZ-ONTIVEROS e BRISSAUD, 2006).

Quando realizada em clusters, a remanufatura se torna econômica e ambientalmente a melhor alternativa para a recuperação de produtos em fim-de-vida. Há diversas definições para o termo remanufatura. A Associação Norte Americana de Reconstructores de Partes Automotivas (APRA), 2007, define a remanufatura como um processo de restauração de produtos duráveis gastos e descartados para uma condição de novo.

Kerr e Ryan, 2001, consideram a remanufatura a maneira mais eficaz de manter os produtos em um ciclo fechado. Pela remanufatura os produtos são restaurados para a condição de novos e possuem a mesma função e a mesma qualidade de produtos novos. Dessa forma, a remanufatura de peças e produtos em fim de vida reduz o custo ambiental e econômico tanto na manufatura de produtos novos quanto na sua disposição final.

Segundo White *et al*, 2003, a remanufatura é uma estratégia de recuperação focada na restauração de produtos ou recondicionamento de componentes a fim de reconstruí-los de acordo com seu design original.

Em geral, o processo de remanufatura é composto pelas seguintes fases: desmontagem, testes, reparos, limpeza, inspeção das partes, atualização (*updating*), substituição de peças e remontagem. Em cada fase, o controle de qualidade deve ser garantido por medidas específicas. Em muitos casos, melhoramentos podem ser feitos com relação ao design original do produto para aumentar sua confiabilidade, facilitar a manutenção ou

adicionar controles mais sofisticados. Em outros casos, especialmente em equipamentos eletrônicos, a remanufatura pode incluir a reconfiguração e reprogramação dos produtos para atender as novas necessidades dos consumidores. A atualização dos componentes do produto é uma etapa fundamental para o sucesso da remanufatura, pois evita prolongar a vida de produtos ineficientes e obsoletos (KERR e RYAN, 2001; ZWOLINSKI, LOPEZ-ONTIVEROS e BRISSAUD, 2006; SUNDIN, 2001; SEITZ, 2007).

De acordo com Kerr e Ryan, 2001, a remanufatura reduz significativamente o consumo de recursos naturais e energia, bem como reduz a quantidade de resíduos a serem dispostos em aterros. A remanufatura, entretanto, também consome recursos durante seu processo, como energia, água e matérias primas, além de embalagem e transporte para o retorno dos produtos. A análise do processo de remanufatura, ambiental e economicamente, deve ser, portanto, realizada com base em todo o ciclo de vida do produto.

Segundo esses autores, a produção e consumo sustentáveis apenas serão possíveis com a implementação e funcionamento de sistemas de ciclo fechado. Contudo, um sistema que consegue fechar seu ciclo apenas por meio de reciclagem é pouco mais eficiente que um sistema que descarte seus produtos como rejeitos. A remanufatura garante que apenas uma pequena fração dos produtos necessite ser reciclada. Igualmente, sistemas de remanufatura inteligentes apresentam a oportunidade de atualização do produto, aumentando sua vida útil e incorporando tecnologias menos prejudiciais ao meio ambiente.

Enquanto o condicionamento procura aumentar a vida útil dos produtos, a remanufatura busca garantir aos produtos usados os padrões de qualidades tão rigorosos quanto os dos produtos novos. A remanufatura é um verdadeiro processo industrial, com as vantagens da produção em massa (SANTOCHI, DINI e FAILLI, 2002).

A remanufatura, que pode ser incluída como uma das alternativas possíveis durante a demanufatura do produto, é um processo industrial em que produtos usados são coletados e

restaurados para a condição de “como novos”. Nesse contexto, os produtos usados coletados são identificados como *cores*<sup>1</sup> (AMEZQUITA *et al*, 1996).

Apesar de serem processos importantes, a manufatura e a demanufatura não são capazes de fechar o ciclo dos produtos por si mesmas. Além de novas tecnologias para a recuperação dos produtos coletados, existem vários problemas no sistema social, como tomada de decisão e estrutura institucional, que dificultam a coleta dos bens e restringem o mercado pós-uso. Além disso, a tomada de decisão por agentes econômicos, como produtores e consumidores, pode afetar os custos e benefícios do processo de recuperação (30).

O processo de remanufatura é definido de acordo com o contexto socioeconômico de cada região e suas relações de mercado. Alguns aspectos, contudo, são comuns à maioria das definições, como a exigência de testes e controle de qualidade, compatibilidade com o produto novo e garantia total do produto remanufaturado pelo mesmo período da garantia fornecida ao produto novo equivalente.

### 3.2.5. O PROCESSO DE REMANUFATURA

Sundin e Bras, 2005, definem a remanufatura em seu estudo como sendo o processo de reconstrução de um produto, durante o qual o produto é limpo, inspecionado e desmontado; componentes defeituosos são substituídos; o produto é remontado, testado e inspecionado novamente para garantir que alcance ou supere os padrões dos produtos novos.

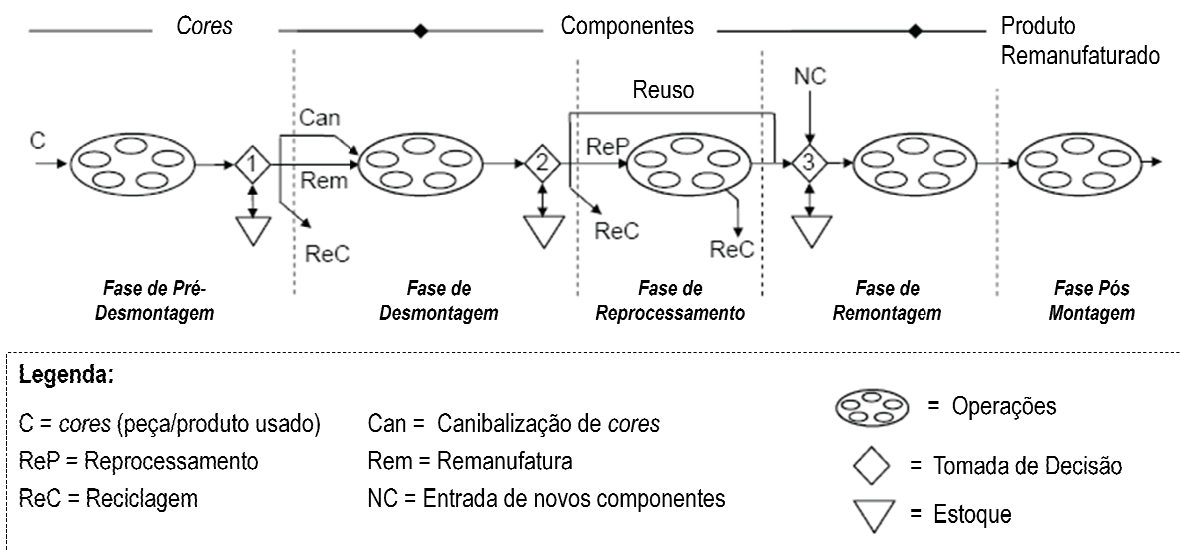
A ordem das operações no processo de remanufatura, apesar de ter várias características gerais comuns a todos os casos, como a seqüência desmontagem – reprocessamento – remontagem, varia em cada caso. Comparando-se com o processo geral apresentado por Sundin e Bras, 2005, pode-se dividir o processo de remanufatura em cinco fases (ÖSTLIN, 2008):

---

<sup>1</sup> Do inglês, *core* traduz-se como núcleo.

- Fase de Pré-desmontagem;
- Fase de Desmontagem;
- Fase de Reprocessamento;
- Fase de Remontagem;
- Fase de Pós-montagem.

A ordem e propósito das operações que definem as fase depende de uma série de fatores e decisões, que variam de acordo com o produto a ser remanufaturado, especificidades da planta e características regionais. A figura 9 mostra o fluxo de materiais em um processo genérico de remanufatura e suas fases, com destaque para os pontos operacionais que são dependentes de tomada de decisão.



**Figura 9: Fases do processo de remanufatura (adaptado de Östlin, 2008)**

### Fase 1 – Pré-desmontagem

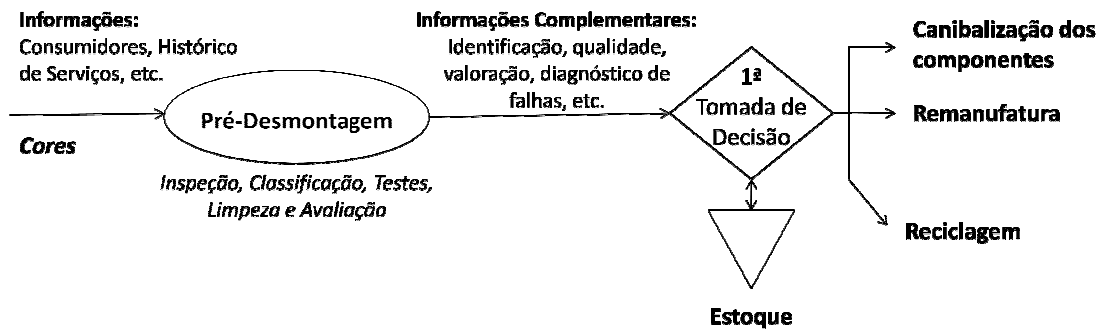
A fase de pré-desmontagem pode ser definida como uma fase preparatória para o processo desmontagem. Nessa fase, após análise dos produtos usados recolhidos, são tomadas importantes decisões quanto à destinação das partes do produto: remanufatura, canibalização dos componentes ou reciclagem do produto. Outras alternativas de fim de vida do produto, como reuso e recondicionamento, devem ser consideradas no processo decisório anterior à

chegada dos produtos na planta de remanufatura, pois fazem parte do planejamento estratégico da empresa.

Nesta fase inicial, a inspeção e a realização de teste nos produtos usados são fundamentais para auxiliar no processo decisório das fases seguintes, quanto à destinação de cada produto, fornecendo dados sobre a qualidade dos componentes e seu valor de mercado. Alguns processos de remanufatura incluem nessa fase um processo de seleção e classificação das partes, de forma a separá-los de acordo com seu potencial econômico, qualidade e aplicabilidade no processo. Nesse caso, pode-se adicionar uma etapa de estocagem entre as fases iniciais do processo.

Nessa fase também são inferidos os custos do processo de remanufatura, a fim de garantir sua viabilidade econômica. As variáveis envolvidas na tomada de decisão nesta fase são, em geral, as seguintes:

- Custo para aquisição dos produtos usados (cores);
- Custos potenciais dos processos de desmontagem, reprocessamento e remontagem do produto;
- Custo de componentes novos necessários;
- Quantidade de produtos e componentes em estoque (novos, usados e reprocessados);
- Custo de atividades de logística e de mercado;
- Qualidade requerida pelo consumidor;
- Demanda do consumidor para manter o produto em questão no portfólio de produtos remanufaturados da empresa.



**Figura 10: Fase de Pré-desmontagem do processo de remanufatura (adaptado de Östlin, 2008)**

A figura 10 ilustra a fase de pré-desmontagem do produto, com destaque para a primeira tomada de decisão do processo. Todas as variáveis dependem do produto e das condicionantes de cada caso. Ao obter informações sobre os produtos, o processo decisório é simplificado. Dessa forma, quanto mais fácil for a obtenção das informações no processo inicial, melhores serão os resultados do processo.

Para decidir se os produtos devem ser canibalizados, devem-se considerar as quantidades disponíveis em estoque e a necessidade de componentes individuais nas fases seguintes do processo, assim como os custos da canibalização. Quanto à reciclagem, deve-se ponderar se o produto/componentes poderão ser úteis no processo em um futuro próximo, o que depende das estimativas de demanda do mercado e da disponibilidade outros produtos para canibalização quando as partes forem requeridas no processo.

## **Fase 2 - Desmontagem**

Após a tomada de decisão na fase, quanto à remanufatura ou canibalização, os produtos seguem para a desmontagem. Após a desmontagem dos componentes, cujo processo depende do design dos produtos, deve-se decidir se o componente está em boas condições e pode ser reutilizados ou se necessita de um reprocessamento prévio. Esta decisão corresponde ao ponto decisório 2, na figura 11.

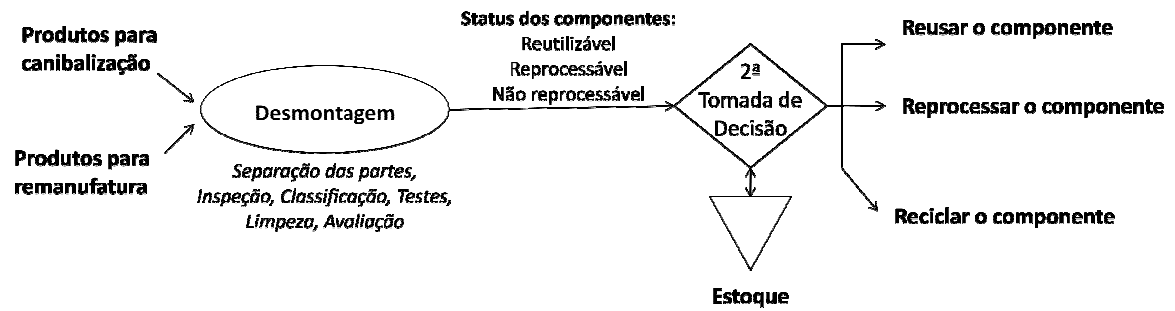


Figura 11: Fase de desmontagem do processo de remanufatura (adaptado de Östlin, 2008)

Freqüentemente, o custo para a desmontagem supera o valor dos produtos e materiais recuperados, acarretando o processamento grosseiro como destruição das partes e separação mecânica dos materiais. A canibalização dos produtos é um modo rápido e barato de recuperar materiais recicláveis, embora geralmente resulte em materiais de baixa qualidade e pouca pureza. A prévia desmontagem dos produtos pode promover um aumento na pureza dos materiais separados, disposição segura de materiais perigosos e a recuperação de componentes para o reuso ou remanufatura. Entretanto, é pouco provável que a desmontagem de produtos pequenos se torne viável (SUNDIN e BRAS, 2005; KNIGHT e SODHI, 2000).

O planejamento da desmontagem é a conexão entre o fim-de-vida dos produtos e as alternativas de recuperação no seu ciclo de vida. São quatro os fatores que podem ser considerados críticos para a desmontagem de um produto, definidos como os requerimentos de cada componente: a profundidade de desmontagem de cada componente, o nível de desmontagem do componente e as relações entre os componentes de um produto. Aspectos financeiros, incluindo o custo do processo de desmontagem, os benefícios econômicos dos reuso/remanufatura dos componentes ou reciclagem dos materiais e os custos de disposição final dos rejeitos, bem como o impacto ambiental de cada alternativa de fim-de-vida, devem ser considerados durante o design dos produtos de fácil desmontagem (KAEBERNICK, O'SHEA e GREWAL, 2000; HARJULA, RAPOZA e KNIGHT, 1996).

O principal objetivo da desmontagem é a rápida separação de frações específicas do produto, tornando os processos de recuperação e remanufatura mais rápidos e eficientes. Há muitas limitações que dificultam o design para uma estratégia de desmontagem mais favorável. Quando se trabalha com produtos usados, em geral, têm-se poucas informações sobre os produtos e seus componentes, e a condição das partes é imprevisível. Um planejamento adequado também é indicado para determinar quando o processo de desmontagem deve ser parado, chamado de profundidade de desmontagem. Algumas análises econômicas demonstram que a desmontagem completa é raramente a melhor solução em termos econômicos (SANTOCHI, DINI e FAILLI, 2002).

### Fase 3 - Reprocessamento

Os componentes que serão reprocessados podem passar por uma grande variedade de processos que buscam melhorar sua qualidade e aspecto. Em alguns casos, quando o componente não pode ser reprocessado por apresentar algum defeito irreversível ou não ser passível de atualização. Nesses casos, o componente pode ser encaminhado para reciclagem, como ilustra a figura 12.

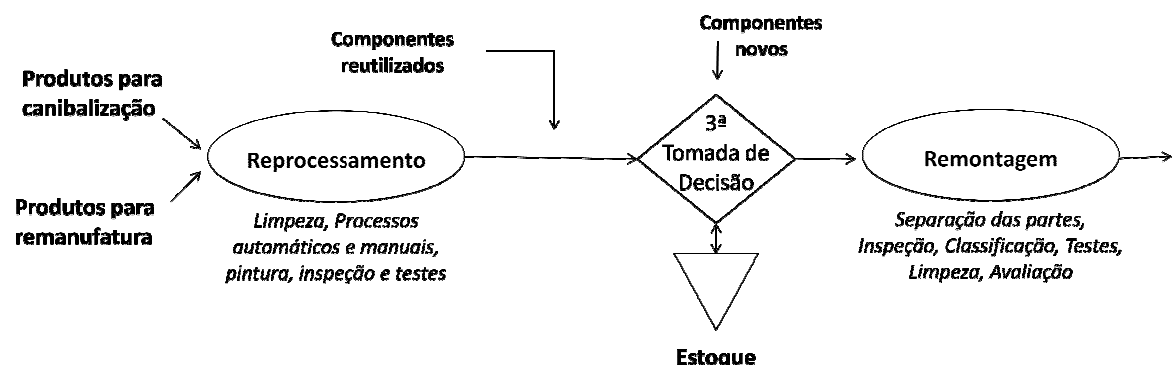


Figura 12: Fases de Reprocessamento e Remontagem do produto no processo de remanufatura (adaptado de Östlin, 2008)

Há casos em que o reprocessamento dos componentes os torna incompatíveis com os padrões de qualidade e segurança, exigindo a utilização de peça novas no processo de remontagem. As principais decisões a serem tomadas quanto ao reprocessamento são geralmente concentradas no planejamento da remanufatura ou nas fases iniciais do processo.

#### **Fase 4 – Remontagem**

A remontagem consiste na junção dos componentes e partes que foram separados durante a desmontagem. Isso pode ser feito utilizando-se componentes reprocessados (correspondentes ao mesmo produto ou não), componentes novos, reutilizados de outros produtos que foram canibalizados. Os componentes a serem utilizados nessa fase são decididos no ponto decisório 3 da figura 12. Os componentes utilizados podem ser uma cópia do componente original ou sua versão atualizada, dependendo da demanda do consumidor (ÖSTLIN, 2008). A atualização dos produtos, em geral, é crucial para garantir a viabilidade continuada da remanufatura, tal que o processo não apenas prolongue a vida de produtos obsoletos e ineficientes, mas seja capaz de subsidiar o mercado com produtos de alta durabilidade, qualidade e garantia (KERR e RYAN, 2001).

No processo decisório quanto a que componentes usar na remontagem do produto, deve-se considerar primeiramente o uso de produtos reprocessados, pois, em tese, eles têm o menor custo (caso contrário, deveriam ter sido reciclados nas fases iniciais). Ainda assim, alguns componentes podem demandar a troca por componentes novos, em função das características do produto e das exigências de mercado.

Em alguns casos, quando o reprocessamento é muito demorado, pode-se optar pela canibalização de produtos em bom estado para se obter os componentes necessários, nos casos em que o custo do componente novo é muito alto. Um dos principais obstáculos da remanufatura é a incerteza da taxas de recuperação dos materiais, em função das condições

em que retornam dos consumidores, e da disponibilidade de produtos usados no mercado. Uma solução comum é a manutenção de um estoque de componentes novos para compensar a falta de componentes reutilizáveis. Essa solução, contudo, não é ideal, pois é uma operação de alto custo, que demanda espaço e processamento de estocagem, podendo acarretar em problemas com obsolescência.

### **Fase 5 – Pós Montagem**

Após a remontagem, o produto/componente está pronto para se tornar um produto remanufaturado. Nesta fase, os produtos são testados e colocados em funcionamento. No caso de produtos eletrônicos, pode-se efetuar a atualização dos softwares para a mais nova tecnologia. Outras operações nessa fase podem estar relacionadas com pintura externa e outras preparações necessárias, como embalagem e problemas de logística, para o envio do produto ao consumidor final.

#### 3.2.6. MOTIVADORES PARA A REMANUFATURA

A compreensão dos motivadores do sistema de remanufatura é um tópico importante quando se deseja aumentar a competitividade do sistema. Sem saber aonde se quer chegar, não é possível criar soluções que nos levem lá. Da mesma forma, conhecer os motivadores da remanufatura é uma etapa importante do processo de tomada de decisão para a construção das estratégias de uma empresa, ou mesmo governo, na proposição de políticas públicas.

As principais motivações que levam as empresas a se engajar na remanufatura são econômicas, ecológicas ou relativas às legislações e normas. Lund, 1996, descreveu a indústria de remanufatura como um gigante escondido. Escondido porque a grande maioria das empresas que realizam a remanufatura a fazem como um serviço de *after market* e o número de empresas focadas exclusivamente na remanufatura ainda é inexpressivo. Segundo

o Instituto Norte-Americano de Remanufatura (TRI, 2008), o faturamento da indústria de remanufatura nos Estados Unidos, em 2003, foi estimado em US\$40,5 bilhões. No Reino Unido, em 2004, a indústria de remanufatura movimentou cerca de £5,0 bilhões e empregou mais de 50 mil pessoas (OAKDENE, 2004).

Em sua pesquisa, Östlin, Sundin e Björkman, 2008, salientam que a principal resposta dada por empreendedores quando questionados sobre os motivos pelo qual praticam a remanufatura é o retorno econômico. Esta rentabilidade se deve à redução de custos na manufatura de produtos novos e para a disposição final dos produtos (em países em que há responsabilidade estendida do produtor), ao reuso dos recursos imputados ao produto durante sua manufatura (energia, matérias primas e trabalho) e à possibilidade de novas estratégias de negócio e abertura de novos mercados.

A remanufatura é capaz de acarretar redução de custos tanto para o remanufaturador quanto para o consumidor (ÖSTLIN, 2008). Essa redução se deve, principalmente, ao reaproveitamento dos recursos utilizados na manufatura do produto. Dessa forma, os custos de produção de um produto remanufaturado podem ser significativamente inferiores aos do produto novo, tornando o processo muito rentável (TOFFEL, 2004).

Quando a remanufatura é considerada dentre as estratégias de negócio da empresa, há uma tendência de se passar a ver o produto pelo foco de seu ciclo de vida, ampliando o leque de oportunidades da empresa. Mont, Dalhammar e Jacobsson, 2006, afirmam que a remanufatura é uma estratégia economicamente viável e ambientalmente positiva quando se fala em sistemas produto-serviço (PSS), que consistem de modelos baseados em vender a função do produto, e não o produto em si. Para que esse tipo de estratégia seja favorável tanto para a empresa como para o consumidor, é necessário que todo o sistema de remanufatura esteja bem organizado, tal que os produtos retornem ao produtor sempre que necessitarem de atualizações e reparos ou quando sua função não é mais necessária, garantindo que possa ser

remanufaturado e retornar para um novo ciclo (ÖSTLIN, 2008; TOFFEL, 2004). Além disso, essa organização do sistema garante que os produtos serão retornados para a remanufatura, em vez de serem vendidos no mercado de segunda mão ou para terceiros.

Seitz, 2007, salienta que existe uma grande competitividade entre produtores originais (OEM) e remanufaturadores independentes, o que tem motivado fabricantes originais a entrar no mercado de peças remanufaturadas. Também no setor automotivo, os produtores ingressam na remanufatura para proteger suas marcas de remanufatura por terceiros, garantindo o controle sobre a qualidade dos produtos remanufaturados (SEITZ, 2007).

Em muitos casos, de acordo com Östlin, Sundin e Björkman, 2008, a remanufatura apresenta-se como uma política estratégica da empresa, e tem como objetivo proteger a marca e os produtos contra o mercado de segunda mão. A imagem da empresa também é uma preocupação para algumas corporações, já que os produtos não retornados aos fabricantes podem ser remanufaturados ou reconicionados por terceiros, podendo comprometer a qualidade e a segurança do produto.

A provisão de peças de reposição apresenta-se como um motivador para a realização da remanufatura em diversos setores (SEITZ, 2007). Para alguns produtos, que já estão no mercado há mais tempo e cuja produção foi encerrada, a remanufatura pode ser a única alternativa no fornecimento de peças de reposição, quando não há componentes novos disponíveis no mercado (ÖSTLIN, 2008). Há casos, como o da indústria automotiva na Europa, em que a empresa deve fornecer componentes para reposição por pelo menos 15 anos após a venda do produto. Ao ingressar no sistema de remanufatura para prover peças de reposição, a empresa pode deixar de produzir pequenas quantidades de peças para linhas de produtos antigas, gerando uma grande redução de custos para o produtor original (SEITZ, 2007; ÖSTLIN, 2008).

A remanufatura também proporciona novas oportunidades ao produtor, como o ganho de informações sobre as necessidades dos consumidores - no ato da troca e por meio da análise das condições e características de uso das peças retornadas (ÖSTLIN, SUNDIN e BJÖRKMAN, 2008). O ganho de informações nesse processo interativo com o consumidor pode ser uma grande vantagem com relação aos concorrentes da empresa, pois tem a possibilidade de conhecer as necessidades do consumidor antes, podendo agir próativamente no processo (ÖSTLIN, 2008).

O retorno de produtos em fim de vida para a empresa é uma ótima fonte para obtenção de informações sobre o funcionamento das peças durante seu uso, fornecendo ferramentas para o re-design e para o design de novos produtos (ÖSTLIN, SUNDIN e BJÖRKMAN, 2008). A remanufatura permite que o produtor perceba o comportamento de seus produtos no seu fim de vida, oferecendo vantagens competitivas no melhoramento dos produtos por meio do re-design.

A possibilidade de oferecimento de um número maior de alternativas no mercado pós-venda para atrair consumidores diferenciados também um motivador para a remanufatura (ÖSTLIN, SUNDIN e BJÖRKMAN, 2008). Seitz, 2007, aponta que a capacidade do produtor em oferecer peças de reposição por um longo período, preços competitivos e em pouco tempo de espera é um grande diferencial para o consumidor ao escolher os produtos, especialmente aqueles de alto valor agregado, como máquinas e veículos automotivos. Por meio da remanufatura, o produtor é capaz de atingir diferentes faixas de mercado, por oferecer alternativas economicamente viáveis, ambientalmente corretas e com a mesma qualidade e garantia dos produtos novos.

As questões ambientais também podem ser motivadores para a remanufatura. Contudo, deve-se salientar que a remanufatura só carrega vantagens ambientais quando todo o sistema de remanufatura conspira para tal, sob uma perspectiva do ciclo de vida do produto.

Produtos remanufaturados sem preocupações ambientais podem causar impactos negativos ao meio ambiente, especialmente quando se trata de produtos cujo principal impacto ambiental está na fase de uso. Ainda assim, Bras et al (1999) defendem que a remanufatura pode ser muito vantajosa do ponto de vista ambiental, quando estiver inserida no cenário adequado.

A questão ambiental apresenta-se atrelada às políticas de meio ambiente da empresa ou a questões legais, como a responsabilidade estendida do produtor. Amezquita *et al* (1995) relatam que vários estados norte-americanos implementaram leis para o recolhimento dos produtos em fim-de-vida pelo fabricantes e deram incentivos aos produtores que utilizassem materiais usados ou reciclados em seus produtos. Na União Européia, as legislações mais conhecidas são as diretivas ELV (*End-of-life Vehicle*), de 2000, e WEEE (*Waste Electrical and Electronic Equipment*), de 2002, que tornam o fabricante responsável por todo o ciclo de vida do produto, incluindo a logística reversa, reciclagem, tratamento e disposição final dos produtos (AMEZQUITA *et al*, 1995; ÖSTLIN, SUNDIN E BJÖRKMAN, 2008).

Outro aspecto que influencia na tomada de decisão das corporações, são as considerações morais e éticas dentro das empresas. Toffel (2004) relata que a criação do programa de remanufatura de empresa Kodak se deve, principalmente, às pressões morais exercidas por grupos da sociedade com respeito às câmeras fotográficas descartáveis (*single-use cameras*). Esse motivador levou à empresa a criar um dos sistemas de remanufatura mais bem sucedidos do mundo, com milhões de câmeras remanufaturadas por ano, e que hoje é modelo de referência para outras empresas de vários setores.

Da mesma forma, a remanufatura pode ser motivada por promover a imagem da empresa (*Green marketing*). A principal idéia do Green marketing é o fornecimento de informação ambiental aos consumidores a respeito dos produtos que estão considerando comprar. Nesse aspecto, a inclusão da remanufatura no sistema da empresa é um apelo ao consumidor no momento da compra.

Os principais motivadores para que uma empresa ingresse em um sistema de remanufatura podem ser sintetizados em: lucro, políticas empresariais e considerações ambientais. Contudo, um sistema de remanufatura bem sucedido não precisa estar fundado nesses três aspectos. De maneira geral, os motivadores variam muito entre ramos diferentes, e mesmo entre empresas de um mesmo ramo. Quando esses três fatores são combinados no sistema, aumenta-se a possibilidade de se ter uma situação ganha-ganha-ganha, em que o consumidor adquire um produto de qualidade por menor preço, a empresa reduz seus custos de remanufatura e há redução de impactos negativos ao meio ambiente.

### 3.2.7. INFLUÊNCIA DO DESIGN DO PRODUTO NO PROCESSO DE REMANUFATURA

Produtos que foram projetados para remanufatura são muito mais rentáveis no processo que os produtos que precisam ser adaptados. Várias ferramentas da Engenharia do Ciclo de Vida podem ser utilizadas durante o processo de desenvolvimento do produto para garantir a rentabilidade do processo de remanufatura, como *design for remanufacturing*, *design for disassembly* e *design for multiple life cycles*, como será visto a seguir.

O Ecodesign (termo mais usado na Europa), ou Design for Environment (termo mais comum nos Estados Unidos), introduziu um novo pensamento no desenvolvimento de produtos, em que os aspectos ambientais passam a ter a mesma importância que funcionalidade, durabilidade, custos, estética, ergonomia e qualidade (BREZET, 1997; CHARTER, 1997; HAUSCHILD, JESWIET e ALTING, 2004; NASR e HILTON, 2008).

Nasr e Hilton, 2008 relatam que as decisões feitas durante as fases iniciais do design do produto influenciam 80% dos custos do produto e dos seus impactos ambientais e sociais. Dessa forma, produtos que foram projetados para remanufatura são muito mais lucrativos do que produtos cujo processo precisa ser adaptado, bem como podem ter seu impacto ambiental bastante reduzido no fim de vida.

Várias ferramentas de Ecodesign foram desenvolvidas para avaliar impactos ambientais, colocando em evidência problemas e conflitos potenciais, além de facilitar a escolha entre os possíveis aspectos do produto por meio da comparação entre diferentes estratégias ambientais. Algumas dessas ferramentas podem ser utilizadas durante o processo de desenvolvimento do produto para garantir a viabilidade e rentabilidade da remanufatura, dentre elas: design for remanufacturing, design for disassembly e *design for multiple life cycles*. (BREZET, 1997; CHARTER, 1997; KERR e RYAN, 2001; HAUSCHILD, JESWIET e ALTING, 2004; SUNDIN, 2005; ZWOLINSKI, LOPEZ-ONTIVEROS e BRISSAUD, 2006; NASR e HILTON, 2008)

As ferramentas de Ecodesign focadas no fechamento do ciclo dos materiais geralmente incluem mais de uma estratégia de fim de vida para o produto. Uma vez que a complexidade dos produtos varia substancialmente, alguns componentes podem ter maior aptidão para serem reciclados, reusados ou remanufaturados do que outros. A gestão adequada do fim de vida de um produto deve ser apta a lidar com essa variabilidade e a adequar os processos de desmontagem e separação das partes, a fim de maximizar os lucros e o desempenho ambiental do produto.

O design de produtos remanufaturáveis deve considerar as seguintes características: fácil desmontagem, fácil limpeza das partes, fácil controle, fácil para substituição de peças, fácil manuseio, resistência ao desgaste e fácil para remontagem, dentre outras, que variam com as características de cada produto (KERR e RYAN, 2001; SUNDIN, 2005; ZWOLINSKI, LOPEZ-ONTIVEROS e BRISSAUD, 2006). Outros aspectos que podem ser considerados durante o desenvolvimento do produto são a introdução de peças facilmente reutilizáveis e a padronização dos produtos, por meio de módulos, conectores e conexões de interface similares em diferentes produtos, aumentando a intercambialidade de peças e

auxiliando na desmontagem e remontagem (AMEZQUITA *et al*, 1995; SUNDIN, 2005; ZWOLINSKI, LOPEZ-ONTIVEROS e BRISSAUD, 2006 ).

Sundin e Bras, 2005, enfatizam que uma alternativa para o design de produtos remanufaturáveis é facilitando a remoção e substituição de partes que são mais rapidamente desgastadas no produto ou que demandam maior frequência de atualização. Os autores identificaram que os processos de teste e limpeza dos produtos usados são críticos para a viabilização da remanufatura, tanto técnica como economicamente.

### 3.2.8. DIFICULDADES E BARREIRAS PARA A REMANUFATURA

O sistema de remanufatura é muito diferente de um sistema de manufatura convencional. Por exemplo, a remanufatura trabalha com lotes menores, o grau de automação é menor e a quantidade de trabalho manual necessária é geralmente maior (STEINHILPER, 1998). Outro complexante é o fato de que o processo de remanufatura tem um alto grau de incerteza quanto à qualidade e quantidade de “matéria prima” disponível (GUIDE, 2000; UMEDA *et al*, 2005). Essas incertezas também criam variações quanto à capacidade da planta e o fluxo do processo.

Guide, 2000, define esses fatores apresentando-os como as características da remanufatura:

- Incerteza de momento e quantidade de produtos recolhidos;
- Necessidade de fazer um balanço entre a quantidade de produtos recolhidos e a demanda do consumidor;
- Necessidade de desmontagem dos produtos recolhidos;
- Incerteza sobre os materiais recuperados dos produtos recolhidos;
- Necessidade de uma rede de logística reversa;
- A complicação imposta por restrições de materiais;
- Problemas com fluxo de materiais no processo e dificuldades com tempos de processamento muito variados.

Essas características do sistema de remanufatura são uma importante contribuição no entendimento dos problemas ligados à remanufatura. Para que esse sistema continue a operar, são necessários maiores estudos que busquem soluções práticas para esses problemas. Algumas dessas questões já têm sido exploradas, como a questão da desmontagem dos produtos usados, que tem sido trabalhada tanto pelo viés de tecnologias de desmontagem, para aumentar a automação do processo (SELIGER *et al*, 2002; LAMBERT, 2007; DUFLOU *et al*, 2008) como pelo desenvolvimento de métodos e ferramentas que auxiliem no design de produtos mais facilmente remanufaturáveis, como citado no item 3.2.7 deste capítulo.

Algumas dessas características estão conectadas aos processos internos da empresa como problemas com fluxo de materiais no processo e dificuldades com tempos de processamento muito variados. Outras estão relacionadas com as condições do meio externo à planta, como a quantidade e qualidade dos produtos coletados. Por isso é necessário que o pesquisador tenha uma visão holística do processo, de forma a captar as diferentes características.

### 3.3. A REMANUFATURA NO BRASIL

A pesquisa quanto à indústria nacional de remanufatura teve como foco o levantamento dos cenários da remanufatura no Brasil, por meio do estudo do macro ambiente. O levantamento das empresas que realizam a remanufatura no Brasil foi feito por meio de pesquisa em *sites* especializados e busca direta em *sites* de empresas, além de conversas informais com seus representantes. As empresas brasileiras levantadas encontram-se na tabela 1.

**Tabela 1: Empresas que realizam a remanufatura no Brasil**

	<b>Empresa</b>	<b>Produtos Remanufaturados</b>
1	<b>BorgWarner</b>	Turbos para veículos pesados
2	<b>Bosh</b>	Alternadores e motores de partida
3	<b>Canon</b>	Copiadoras

4	<b>Cummins</b>	Motores completos e básicos, cabeçotes, e outros
5	<b>Dockar</b>	Alternadores e motores de partida
6	<b>Dynalf</b>	Equipamentos elétricos
7	<b>Eaton</b>	Transmissão e Embreagem
8	<b>Epson</b>	Peças para impressoras e máquinas fotográficas
9	<b>Honeywell (Garrett)</b>	Turbos
10	<b>Knorr Bremse</b>	Sistemas de freio rodoviário e ferroviário
11	<b>Konica Minolta</b>	Multifuncionais preto-e-branco
12	<b>Luk</b>	Embreagens
13	<b>Mercedes-Benz</b>	Motor diesel e caixa de câmbio
14	<b>Microlite</b>	Equipamentos automotivos
15	<b>Platodiesel</b>	Embreagens
16	<b>Sachs</b>	Discos e platôs de embreagem
17	<b>Siemens Ltda.</b>	Conjunto magnético para tacógrafos
18	<b>TRW</b>	Freios (compressores de ar) e mecanismos de direção
19	<b>Volvo</b>	Equipamentos de construção
20	<b>WEG</b>	Motores e transformadores
21	<b>Xerox</b>	Copiadoras

A pesquisa também foi conduzida por meio de um questionário, mas os resultados foram insatisfatórios e não serão discutidos neste estudo.

Além das experiências bem sucedidas das empresas européias e norte-americanas, as empresas brasileiras apontam diversos motivadores para a implementação desse sistema no Brasil, dentre elas o alto valor agregado dos produtos (alto valor de venda após remanufaturados); estratégia para expansão dos negócios com foco nos mercados com menor poder aquisitivo (base da pirâmide); atendimento e/ou antecipação a legislações (responsabilidade estendida do produtor, por exemplo); melhoria da imagem da empresa - Green Marketing; demanda do consumidor por produtos que causem menor impacto ambiental e minimização dos impactos ambientais do fim-de-vida dos produtos.

A indústria de remanufatura no país ainda não conquistou a visibilidade desejada e aponta diversas dificuldades enfrentadas nesse processo. Um dos principais debates no país é a necessidade de instituição de uma legislação específica para produtos remanufaturados ou qualquer normatização a esse respeito. Os aspectos legais da remanufatura no Brasil serão

discutidos mais profundamente no item 3.2.10. Apesar de apresentarem algumas diferenças, as principais dificuldades apontadas pelos produtores são similares àquelas da literatura (CNI, 2008):

- Desconhecimento por parte dos consumidores das qualidades dos bens remanufaturados (garantia, desempenho etc.);
- Desconhecimento por parte dos consumidores das diferenças entre produtos remanufaturados, usados e reconicionados;
- Inexistência de marco regulatório para a produção e comercialização de bens remanufaturados (leis, normas técnicas, regime fiscal);
- Dificuldade de logística reversa (obtenção de produtos usados);
- Dificuldades para desmontagem dos produtos retornados;
- Dificuldade na obtenção de produtos usados em condições de remanufatura;
- Concorrência de empresas que fazem a remanufatura/recondicionamento de produtos multimarcas com qualidade e preços inferiores.

Alguns depoimentos das empresas enfatizam esse ponto de vista. A empresa Bosch do Brasil afirma ainda que “atualmente, o mercado brasileiro de motores de partida e alternadores é aproximadamente 80% reparador, o que torna a comercialização da Linha Reman<sup>2</sup> muito complexa”. Outra empresa afirma que a maior barreira para a realização da remanufatura é a pirataria de produtos, em função da concorrência de empresas que fazem a remanufatura ou o reconicionamento de produtos multimarcas com qualidade e preços inferiores.

Esses fatores, aliados ao desconhecimento das características dos produtos remanufaturados por parte do consumidor e à ineficiência da fiscalização de empresas

---

<sup>2</sup> Linha Reman é a linha de produtos remanufaturados da empresa Bosch do Brasil.

irregulares que realizam estes serviços, são as principais barreiras para a indústria de remanufatura no Brasil hoje.

Outra questão bastante discutida é com relação à qualidade dos produtos usados encontrados no Brasil, que dificilmente estão em condições para serem remanufaturados em função de características culturais inerentes ao brasileiro. Algumas empresas associadas à CNI (Confederação Nacional da Indústria) já buscam informações quanto à possibilidade de importação de matéria prima (*cores*) para viabilizar o processo, mas encontram diversas barreiras nesse processo.

A caracterização completa dos cenários da remanufatura no Brasil ainda demanda muita pesquisa e, principalmente, abertura por parte das empresas para que essas pesquisas possam ter maior confiabilidade e retratem as condições reais da indústria no país.

### 3.4. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E ACORDOS INTERNACIONAIS

Atualmente, segundo a legislação brasileira, produtos remanufaturados têm a mesma condição de produtos usados e sua importação e comercialização seguem o Portaria DECEX nº 8, de 13 de maio de 1991, artigos 22 a 27, Título XI (Material Usado) e a Portaria DECEX nº 235, de 07 de dezembro de 2006 do Ministério de Estado do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, que restringem a importação de bens usados e, por conseguinte, de bens remanufaturados, salvo poucas exceções, sem cobertura cambial e para doação.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2006) define peça remanufaturada, referência NBR 15296, parágrafo 2.7, como “peça ou componente de produção original usado, caracterizado por ter sido submetido a processo industrial pelo próprio fabricante original deste ou em estabelecimento autorizado deste fabricante, para restabelecimento das funções e requisitos técnicos originais”. Não há outras definições ou

especificações quanto a bens remanufaturados ou o processo de remanufatura propostas pela ABNT.

Devido à inexistência de legislação específica quanto à produção, comercialização e importação de bens remanufaturados no Brasil, o desenvolvimento da indústria no país fica limitado, uma vez que não há regulamentação e normalização dos procedimentos que garantam a qualidade dos produtos.

Tendo em vista as restrições impostas pelos decretos acima, os Estados Unidos, ao final de 2005, apresentaram um documento (TN/MA/W/18/Add.11) na Organização Mundial do Comércio (OMC, 2008), alegando que o país impõe barreiras não-tarifárias sobre tais produtos. Este documento contém duas idéias centrais: (i) a necessidade de distinguir produtos remanufaturados<sup>7</sup> de bens usados; e (ii) a idéia de que o tratamento a ser concedido a bens remanufaturados independe do setor, o que legitimaria a proposta de um tratamento horizontal – e não setorial – do tema na OMC.

Neste documento são feitas algumas explanações sobre o processo de remanufatura e sobre as barreiras não-tarifárias impostas ao seu comércio por alguns países, dentre ele o Brasil. Enfatiza ainda as vantagens do processo econômica e ambientalmente, seus benefícios para países em desenvolvimento e seu potencial para crescimento em todo o globo, tendo como base o princípio dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar).

O Brasil questionou o documento preliminarmente três pontos: a dificuldade de o consumidor aferir a qualidade do bem remanufaturado, principalmente quando apenas partes dele são recicladas; o impacto ambiental decorrente da limitada duração da vida dos bens reciclados; e os custos maiores advindos do controle e da avaliação de conformidade desses bens, se comparados com bens novos.

Em nota técnica (nº 67/2006), o Departamento de Negociações Internacionais do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior define a remanufatura como

“o processo de desmontagem de produtos durante o qual as partes são limpas, reparadas ou substituídas e então montadas de forma a apresentar perfeitas condições de funcionamento”. Ainda segundo essa nota técnica, um produto é considerado remanufaturado se seus componentes primários provêm de um produto usado; o produto usado é desmontado na extensão necessária a se determinar as condições de seus componentes; os componentes do produto usado são completamente limpos e livres de ferrugem e corrosão; todas as peças faltantes, defeituosas, quebradas ou desgastadas são restauradas para apresentar boas condições de funcionamento, ou são substituídas por novas, remanufaturadas ou usadas que apresentem boas condições de funcionamento; o produto é remontado e opera como um produto novo.

A nota ainda enfatiza aspectos econômicos e ambientais positivos da remanufatura, e estabelece as diferenças entre a remanufatura e outros processos como reciclagem, recondicionamento e restauração.

Diversos órgãos do governo se manifestaram diante do documento norte-americano na OMC, dentre eles, a Câmara de Comércio Exterior, o Departamento das Indústrias de Equipamentos de Transporte, a Secretaria de Assuntos Internacionais do Ministério da Fazenda. Contudo, há ainda a necessidade de instituir marcos legais sobre o assunto para que tais discussões possam prosseguir.

O projeto de lei PL 1991 de 2007, proposto pela então Ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, em conjunto com o poder executivo, institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Esse projeto prevê a implantação de instrumentos legais que visam viabilizar a logística reversa no país e introduz noções da responsabilidade do produtor no fim de vida dos produtos. Contudo, o texto desse projeto de lei é bastante simples, visando apenas dar diretrizes gerais, estabelecendo uma grande dependência com regulamentações posteriores. O texto não cita a remanufatura e proíbe a importação de produtos em fim de vida útil passíveis

de causar danos ao meio ambiente, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação. Produtos que não causem danos ao meio ou à saúde pública terão sua importação abalizada em regulamentação específica.

O Brasil, como outros países em desenvolvimento que avançaram no processo de industrialização, tem uma legislação doméstica bastante restritiva às importações de bens usados. Bens de consumo têm suas importações proibidas, enquanto bens de capital e peças e partes de máquinas e equipamentos têm suas importações sujeitas a requisitos de procedimento (análise prévia pelas autoridades, apresentação de laudos e certificados) e a condições substantivas, como a não produção doméstica do bem que se pretenda importar. Há alguma flexibilidade para importações de bens de capital usados no bojo de um processo de investimento em aumento de capacidade e/ou melhoria de competitividade e aumento da produtividade.

A implementação do processo de remanufatura no Brasil não será completa até que sejam estabelecidos os marcos legais no país, sofisticando os instrumentos de proteção para garantir que bens usados não entrem no país como bens remanufaturados - comprometendo a competitividade das indústrias locais, e permitindo o desenvolvimento amplo e seguro da indústria de remanufatura no Brasil.

No Brasil, a importação de bens de capital remanufaturados pode significar uma redução expressiva dos custos de investimento em maquinário para os setores consumidores destes produtos. Além disso, como o Brasil tem um amplo mercado doméstico, a adoção de uma postura menos restritiva em relação à importação de produtos remanufaturados, ou pelo menos de partes que serão montadas no país durante um processo de remanufatura, pode incentivar o desenvolvimento de uma base de operações de remanufatura voltada para o atendimento do mercado doméstico, ou mesmo de mercados externos.

Os riscos de uma eventual alteração da legislação, no sentido de uma flexibilização das restrições hoje vigentes, são conhecidos do setor empresarial: dificuldades para uma adequada administração aduaneira do comércio, incapaz de evitar que haja uma “invasão” de bens usados de baixo custo sem as características de um produto remanufaturado, produzindo efeitos negativos sobre a produção doméstica de bens novos que concorrem com os importados usados. Novamente, fica evidente a necessidade de se estabelecer políticas e regulamentações que protejam a indústria nacional ao mesmo tempo em que fomentam seu desenvolvimento.

#### 4. CONCLUSÕES E PESQUISAS FUTURAS

A realização dessa pesquisa é de grande importância para o desenvolvimento da indústria nacional de remanufatura. Um dos maiores avanços obtidos foi o reconhecimento por órgãos públicos e um grande número de empresas e associações a elas ligadas, que passam a se familiarizar com o termo remanufatura e a acreditar no seu pleno desenvolvimento no país.

O principal problema enfrentado durante o desenvolvimento da pesquisa foi a dificuldade de estabelecer contato com as empresas devido à pequena abertura dada às universidades nesse setor, demonstrando que muitas empresas ainda não acreditam na importância que o desenvolvimento de pesquisa científica representa para o desenvolvimento das atividades industriais.

Os estudos levantados mostram que a remanufatura conquistou um espaço importante no comércio mundial. De maneira geral, a pesquisa foi muito satisfatória e demonstrou claramente o aumento da importância da remanufatura no cenário mundial, assim como seu crescente interesse no Brasil, como mostra o estudo realizado sobre a legislação brasileira e acordos internacionais.

A área de remanufatura e de outras alternativas de fim-de-vida do produto é um vasto campo de pesquisa ainda inexplorado. Um dos aspectos revelados por essa pesquisa foi a existência de poucos estudos sobre a remanufatura no Brasil, especialmente em termos mais práticos, com o envolvimento da indústria propriamente dita.

Empresas que empreendem a remanufatura tendem a ser comparadas com empresas tradicionais em suas práticas. Contudo, a remanufatura se mostra muitas vezes como uma indústria mais complexa, com um número maior de variáveis a serem consideradas no processo. Ainda assim, a remanufatura é consecutivamente tratada como um processo de

manufatura tradicional, com os mesmo métodos e soluções comumente adotadas na manufatura tradicional.

Os estudo do processo e do sistema de remanufatura como um todo pode aumentar a competitividade da indústria de remanufatura a medida que explora essas diferenças e busca as melhores soluções para as questões específicas pertinentes, como o fluxo de materiais e características de processo. Esse estudo demonstrou as peculiaridades de diversas áreas da remanufatura e como essas áreas podem auxiliar no aumento da competitividade da indústria tanto no Brasil, como no sistema de remanufatura como um todo.

Essa pesquisa é importante para as empresas que já realizam a remanufatura, pois permite que estabeleçam as conexões entre o seu processo e a teoria, de forma a obter um conhecimento mais amplo sobre os estudos realizados nessa área em todo o mundo. Para aqueles que ainda não empreendem a remanufatura, mas que apresentam potencial para tal, essa pesquisa é fundamental para dar suporte nas fases iniciais do processo, permitindo que o empreendedor tenha uma visão mais ampla do processo e de suas fases, passando a conhecer suas vantagens e possíveis problemas a resolver.

Para outros pesquisadores, essa pesquisa sintetiza grande parte do que já foi desenvolvido sobre a área, e aborda diferentes visões sobre o tema. Contudo, esse é um tema muito variado, com várias faces inexploradas e muitas oportunidades de pesquisa. A maior necessidade de pesquisa par a indústria nacional no momento é a delimitação do cenário atual entre as empresas que já realizam a remanufatura no país. Com esse quadro em mãos, o pesquisador pode passar a focar seus estudos em aspectos mais específicos, que serão detalhados a seguir. No decorrer dessa pesquisa, tentou estabelecer contato com as empresas de remanufatura no Brasil, na tentativa de delimitação do cenário atual brasileiro. Contudo, muitas empresas se mostraram fechadas e pouco receptivas, talvez por não acreditarem na importância da pesquisa científica para o país.

Ainda há muitos aspectos importantes a serem estudados sobre a remanufatura. Muitos deles já estão sendo abordados por grupos de pesquisa na Europa, Japão e Estados Unidos, e podem ser aplicados à indústria brasileira. Dentre esses aspectos, podemos citar os processos de desmontagem dos produtos usados, tecnologias de montagem e desmontagem, materiais mais duradouros que aumento o valor agregado do produto remanufaturado, design de produtos que facilita a remanufatura, entre outros.

Outros aspectos, como o sistema e modelos de logística reversa requerem estudos locais mais específicos, já que variam muito com as características locais. Essa pesquisa será de suma importância para o desenvolvimento da remanufatura no Brasil, pois faltam soluções capazes de otimizar o processo de recolhimento e armazenagem de produtos usados compatível com a realidade brasileira.

## 5. REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 15296. Veículos Rodoviários Automotores - Peças - Vocabulário. Rio de Janeiro, 2006, parágrafo 2.7.
- ABNT NBR ISO 14.062 Gestão ambiental – Integração de aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento do produto. 2004.
- AMEZQUITA, T; HAMMOND, R; SALAZAR, M; BRAS, B. Characterizing the Remanufacturability of Engineering Systems. **ASME Advances in Design Automation Conference**, Boston, 1995: 271–278.
- APRA - Automotive Parts Rebuilders Association. Disponível em <[www.apra.org](http://www.apra.org)>. Acesso em 25 de março de 2007.
- BAKSHI, BR.; FIKSEL, J. The Quest for Sustainability: challenges for process systems engineering. **AIChE Journal** 49 (6), 2003: 1350-58.
- BAUMANN, H; BOONS, F e BRAGD, A. Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. **Journal of Cleaner Production** 10, 2002: 409-25.
- BIERMA, TJ; WATERSTARAAT, FL e OSTROSKY, J. Shared Savings and Environmental Management Accounting: Innovative Chemical Supply Strategies. In: Bennett, M e James, P. *The Green Bottom Line: Environmental Accounting for Management; Current Practice and Future Trends*. (Capítulo 3). Inglaterra: Greenleaf Publishing Limited. 1998.
- BIOLCHINI, J; MIAN, PG; NATALI, ACC e TRAVASSOS, GH. Systematic Review in Software Engineering. Relatório técnico, Rio de Janeiro: 2005.
- BOURKE, R. Unified product lifecycle management. A QUAD White-paper. 2000
- BRAS B e MCINTOSH; M W. Product, processes and organizational design for remanufacture – an overview of research. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, Vol. 15, 1999.
- BRASIL. Câmara de Comércio Exterior: Secretaria Executiva. Memorando CAMEX nº 82/2006. **Grupo de Trabalho sobre Barreiras Não-Tarifárias: Produção e Importação de Bens Remanufaturados**. Brasília, DF, 10 de novembro de 2006.
- \_\_\_\_\_. Departamento das Indústrias de Equipamentos de Transporte. Nota Técnica DIETE nº 87/2006 **Solicitação de manifestação acerca de bens remanufaturados, especificamente pneumáticos**. Brasília, DF, 03 de novembro 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.
- \_\_\_\_\_. Departamento de Negociações Internacionais. Nota técnica DEINT nº 67/2006. **Bens remanufaturados**. Brasília, DF, 30 de agosto de 2006.
- \_\_\_\_\_. Departamento de Políticas de Comércio e Serviços: Coordenação-Geral de Comércio. Informe Técnico CGCO-DECOS nº 104/2006. **Grupo de Trabalho sobre Barreiras Não Tarifárias: Remanufaturados**. Brasília, DF, 09 de novembro de 2006.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Fazenda: Secretaria de Assuntos Internacionais. Nota Técnica SAIN nº 50/2006. **Bens Remanufaturados: Descrição e Abordagem no Comércio Internacional**. Brasília, DF, 1º de junho de 2006.
- BREZET H. Dynamics in Ecodesign practices. **Industry and Environment**, 1997: 21-24.
- CHARTER M. Managing Eco-design. **Industry and Environment**, 1997: 20(1-2): 29-31.
- CNI – Confederação Nacional da Indústria – ata do **2º Simpósio sobre Bens Remanufaturados no Braisl**. Brasília, DF: Agosto de 2008.
- COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS. Livro verde sobre a política integrada relativa aos produtos. Bruxelas: 2001.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Indicadores de Competitividade na Indústria Brasileira: micro e pequenas empresas / CNI; SEBRAE . – Brasília : CNI, 2006.
- DOWIE, T. Green Design. **World Class Design to Manufacture**, Vol. 1 No. 4, 1994, pp. 32-38.
- DUFLOU, JR; SELINGER, G; KARA, S; UMEDA, Y; OMETTO, A; WILLEMS, B Efficiency and Feasibility of Product Disassembly: A Case Based Study. **CIRP Annals: Manufacturing Technology** 57(2), 2008: 583-600.
- FITZGERALD, DP; HERRMANN, JW e SCHMIDT, LC. Improving Environmental Design Using TRIZ Inventive Principles. **CIRP Annals - Manufacturing Technology** 51(1), 2006: 37-40.
- GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 3ed. São Paulo: Editora Atlas, 1991.
- \_\_\_\_\_. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5ed. São Paulo: Editora Atlas, 1999.
- GUIDE Jr., VDR. Production planning and control for remanufacturing: industry practice and research needs. **Journal of Operations Management** 18(4), 2000: 467-83.
- HARJULA, T; RAPOZA, B; KNIGHT, WA e BOOTHROYD, G. Design for Disassembly and the Environment. **Annals of the CIRP: Manufacturing Technology**,45(1): 1996.

- HAUSCHILD, M; JESWIET, J e ALTING, L. Design for Environment – do we get the focus right? **Annals of the CIRP**, 2004: 53(1): 1-4.
- HEGDE, GG e KEKRE, S. Enginnering changes and time delays: a field investigation. **International Journal of Production Economics**, v. 28, p. 341-352, 1992.
- HORTA, L. **Caracterização do Processo de Mudança de Engenharia**. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.
- IJOMAH, W. “A model-based definition of the generic remanufacturing business process” Doctoral dissertation, University of Plymouth, UK: 2002.
- JOHANSSON, G. Success factor for integration of Ecodesign in product development: A review of state of the art. **Environmental Management and Health**, vol 13, Nº 1, p. 98-107, 2002.
- KAEBERNICK, H; O'SHEA, B; GREWAL, SS. A Method for Sequencing the Disassembly of Products. **Annals of the CIRP: Manufacturing Technology**, vol. 49, Issue 1, 2000.
- KERR, W e RYAN, C. Eco-efficiency gains from remanufacturing: A case study of photocopier remanufacturing at Fuji Xerox Australia. **Journal of Cleaner Production**, vol. 9, p. 75–81, 2001.
- KNIGHT, WA; SODHI, M. Design for Bulk Recycling: Analysis of Materials Separation. **Annals of the CIRP: Manufacturing Technology**, vol. 49, Issue 1, 2000.
- LAMBERT, AJD. Optimizing disassembly processes subjected to sequence-dependent cost. **Computers & Operations Research** 34(2), 2007: 536-551.
- LUND, R. **The Remanufacturing Industry: Hidden Giant**, Boston, Massachusetts: Boston University, 1996.
- MONT, O; DALHAMMAR, C; JACOBSSON, N. A new business model for baby prams based on leasing and product remanufacturing. **Journal of Cleaner Production** 14, 2006: 1509-18.
- NASR, N.; HILTON, B. Design for Remanufacturing: keynote paper. **Proceedings of CIRP Life Cycle Engineering Seminar -15<sup>th</sup> edition**: 2008, Sidney, Australia.
- Oakdene Hollins Ltd. Remanufacturing in the UK: A Significant Contributor to Sustainable Development? Disponível online em <<http://www.oakdenehollins.co.uk>>, acessado em julho de 2008.
- OH, YH; HWANG, H. Deterministic inventory model for recycling system. **Journal of Intelligent Manufacturing**, vol. 17, 2006.

- OMC, **Market Access for Non-Agricultural Products: Negotiating NTB's Related to Remanufacturing and Refurbishing.** Disponível online em <<http://www.reman.org/pdf/WTO-reman.pdf>>, acesso: Julho, 2008.
- ÖSTLIN, J. On Remanufacturing System: Analysing and Managing Material Flows and Remanufacturing Processes in Production Systems. Dissertação de mestrado, Linköping University: Linköping, Suécia: 2008.
- ÖSTLIN, J; SUNDIN, E e BJÖRKMAN, M. Business Drivers for Remanufacturing. **Proceedings of CIRP Life Cycle Engineering Seminar -15<sup>th</sup>** edition, Sidney, Australia: 2008.
- REVLOG - The European Working Group on Reverse Logistics. 1999.
- SANTOCHI, M; DINI, G e FAILLI, F. Computer Aided Disassembly Planning: State of the Art and Perspectives. **Annals of the CIRP: Manufacturing Technology**, vol. 51, Issue 2, 2002.
- SEITZ, MA. A critical assessment of motives for product recovery: the case of engine remanufacturing. **Journal of Cleaner Production**, vol. 15, 2007.
- SELIGER, G; BASDERE, B; KEIL, T e REBAFKA, U. Innovative Processes and Tools for Disassembly. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, Volume 51, Issue 1, 2002: 37-40.
- SIMON, M; BHAMRA, TA; EVANS, S; MCALOONE, TC; SWEATMAN, A e POOLE, S. Integrating Decisions into the Product Development Process: Part 1 – The Early Stages, 1999.
- STEINHILPER, R. Remanufacturing: The Ultimate Form of Recycling. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag: 1998.
- SUNDIN, E e BRAS, B. Making functional sales environmentally and economically beneficial through product remanufacturing. **Journal of Cleaner Production**, vol. 13, p. 913-925, 2005.
- SUNDIN, E. An Economical and Technical Analysis of a Household Appliance Remanufacturing Process. **IEEE Proceedings: Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing**, 2001.
- SUNDIN, E. Product and Process Design for Successful Remanufacturing. Production Systems, Dissertação de mestrado, Department of Mechanical Engineering. Linköping University: Linköping, Suécia: 2004.
- SUTHERLAND, JW e GUNTER, KL. A Model for Improving Economic Performance of a Demanufacturing System for Reduced Product End-of-Life. **Annals of the CIRP: Manufacturing Technology**, vol. 51, Issue 1, 2002.

- THE WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, Brundtland GH. Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- Toffel, MW. Strategic Management of Product Recovery, **Californian Management Review**, 46/2, 2004: 120-141.
- TRI - The Remanufacturing Institute. Disponível online em <[www.reman.org](http://www.reman.org)>, acessado em julho de 2008.
- UEDA, K; NISHI, N; NAKAYAMA, H e ODA, SH. Decision Making and Institutional Design for Product Lifecycle Management. **Annals of the CIRP: Manufacturing Technology**, vol. 54, Issue 1, 2005.
- UMEDA Y; KONDOH S e TAKASHI S. Proposal of “Marginal Reuse Rate” for Evaluating Reusability of Products. **International Conference on Engineering Design**, Melbourne, August 15-18, 2005.
- UNEP. Division of Technology Industry and Economics. Financing Cleaner Production: Profiting from Cleaner Production. Resource Kit For Training Checklists For Action. In: <<http://www.financingcp.org/training/training.html>>. Acessado em 15 de maio de 2007.
- VEZZOLI, C. A new generation of designers: perspectives for education and training in the field of sustainable design: Experiences and projects at the Politecnico di Milano University. **Journal of Cleaner Production**, vol. 11, Issue 1, 2003.
- WANYAMA, W; ERTAS, A; ZHANG, H-C e EKWARO-OSIRE, S. Life-cycle engineering: issues, tools and research. **Journal of Computer Integrated Manufacturing**, vol. 16, n° 4-5, p. 307-316, 2003.
- WEENRN, JC. Towards sustainable product development. **Journal of Cleaner Production**, vol. 3, n° 1-2, p. 95-100, 1995.
- WENZEL, H e ALTING, L. Architecture of Environmental Engineering. Sustainable Manufacturing: IV Global Conference on Sustainable Product Development and Life Cycle Engineering, 2006, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Ed. Suprema, 2006, p. 1-2.
- WESTKÄMPER, E. Assembly and Disassembly Processes in Product Life Cycle Perspectives. **Annals of the CIRP: Manufacturing Technology**, vol. 52, Issue 2, 2003.
- WHITE, CD; MASANET, E; ROSEN, CM e BECKMAN, SL. Product recovery with some byte: an overview of management challenges and environmental consequences in reverse manufacturing for the computer industry. **Journal of Cleaner Production**, vol. 11, p. 445-458, 2003.

- WILLIAMS, J e SHU, LH. Analysis of remanufacturer waste streams for electronic products. IEEE International Symposium On Electronics & The Environment, 2001, Denver, CO. **Proceedings...** Denver: IEEE, 2001, p. 279-284.
- ZWOLINSKI, P; LOPEZ-ONTIVEROS, MA e BRISSAUD, D. Integrated design of remanufacturable products based on product profiles. **Journal of Cleaner Production**, vol. 14, p. 1333-1345, 2006.

## APÊNDICE A - Cadastro dos Estudos

O cadastro dos estudos obtidos na revisão sistemática foi realizado no formato de planilhas do Microsoft Excel. A planilha com os estudos cadastrados em ordem alfabética pode ser observada na tabela A-1.

**Tabela 2: Cadastro dos estudos obtidos na revisão bibliográfica sistemática**

Título	Autores	Ano	País	Local Publicação	Tipo	Palavras Chave	
01	A balancing method and genetic algorithm for disassembly line balancing	McGOVERN, S.M; GUPTA, S.M.	2005	Estados Unidos	European Journal of Operational Research	artigo	Genetic algorithm; Disassembly; Disassembly line balancing; Combinatorial optimization; Product recovery
02	A Base Stock Inventory Model for a Remanufacturable Product	GRAVES, S.	2002	Estados Unidos	Innovation in Manufacturing Systems and Technology (IMST) Series MIT	artigo	inventory planning, remanufacturing, reverse logistics, multi-echelon systems, supply chain planning
03	A comparison of manufacturing and remanufacturing energy intensities with application to diesel engine production	SUTHERLAND, J.W.; ADLER, D.P.; HAAPALA, K.R.; KUMAR, V.	2008	Estados Unidos	CIRP Annals	artigo	Environmental, Lifecycle, Remanufacturing
04	A Concave-Cost Production Planning Problem with Remanufacturing Options	YANG, J.; GOLANY, B.; YU, G.	2005	Estados Unidos	Naval Research Logistics	artigo	production planning; remanufacturing; heuristics
05	A continuous time inventory model for a product recovery system with multiple options	KLEBER, R.; MINNER, S.; KIESMÜLLER, G.	2002	Alemanha	International Journal of Production Economics	artigo	Reverse logistics; Optimal control; Deterministic dynamic inventory model; Recovery options
06	A critical assessment of motives for product recovery: the case of engine remanufacturing	SEITZ, M. A.	2006	Alemanha	Journal of Cleaner Production	artigo	Remanufacturing; Closed-loop supply chain management; Profitability; Environmental legislation; Ethical and moral responsibility; Original Equipment Manufacturer (OEM); Case study

07	A facility location model for logistics systems including reverse flows: The case of remanufacturing activities	LU, Z.; BOSTEL, N.	2007	França	Computers & Operations Research	artigo	Logistics; Reverse logistics; Facility location; Lagrangian heuristics; Remanufacturing
08	A generalized ordering and recovery policy for reusable items	CHOI, D.-W.; HWANG, H.; KOH, S.-G.	2007	Coréia do Sul	European Journal of Operational Research	artigo	Inventory management; Recycling; EOQ; EPQ
09	A generic stochastic model for supply-and-return network design	LISTEŞ, O.	2007	Holanda	Computers & Operations Research	artigo	Reverse logistics; Remanufacturing; Location; Uncertainty; Stochastic integer programming; Decomposition; Integer L-shaped
10	A goal programming approach to the remanufacturing supply chain model	KONGAR, E.; GUPTA, S.M.	2001	Estados Unidos	Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering	artigo	Goal programming approach - Remanufacturing supply chain - Remanufacturing - Disassembly process plan - Reuse
11	A heuristic approach to logistics network design for end-of-lease computer products recovery	LEE, D.-H.; DONG, M.	2008	Singapura	Transportation Research	artigo	Reverse logistics; Product recovery; Location-allocation; Tabu search
12	A Lagrangian Relaxation Based Approach to Schedule Asset Overhaul and Repair Services	LUH, P.B.; YU, D.; SOORAPANTH, S.; KHIBNIK, A.I.; RAJAMANI, R.	2005	Estados Unidos	IEEE	artigo	Inventory, Lagrangian relaxation, overhaul and repair services, surrogate optimization
13	A Logística Reversa no Processo de Revalorização dos Bens Manufaturados	OLIVEIRA, A.A.; SILVA, J.T.M.	2005	Brasil	Revista Eletrônica de Administração (REA) - FACEF	artigo	Logística reversa; ciclo de vida do produto; fluxo logístico, revalorização
14	A Method for Sequencing the Disassembly of Products	KAEBERNICK, H.; O'SHEA, B.; GREWAL, S. S.	2000	Austrália	CIRP Annals	artigo	Disassembly, Sequencing, Task allocation
15	A methodology for the development of cleaner products The ideal-eco-product approach	NISSEN, U.	1995	Alemanha	Journal of Cleaner Production	artigo	ideal-eco-product approach; manufacture; design
16	A Model for Improving Economic Performance of a Demanufacturing System for Reduced Product End-of-Life Environmental Impact	SUTHERLAND, J. W.; GUNTER, K. L.	2002	Alemanha	CIRP Annals	artigo	Disassembly, Environmental, Simulation

17	A model of the operations concerned in remanufacture	IJOMAH, W.L.; CHILDE, S.J.	2007	Inglaterra	International Journal of Production Research	artigo	Remanufacture; Business process; IDEF0; Electromechanical industry
18	A model of the operations concerned in remanufacture	IJOMAH, W.L.; CHILDE, S.J.	2007	Inglaterra	International Journal of Production Research	artigo	Remanufacture; Business process; IDEF0; Electromechanical industry
19	A model to evaluate inventory costs in a remanufacturing environment	BAYINDIR, Z.P.; ERKIP, N.; GÜLLÜ, R.	2003	Turquia	International Journal of Production Economics	artigo	Remanufacturing; Inventory; Queuing network
20	A new approach for controlling a hybrid stochastic manufacturing/remanufacturing system with inventories and different leadtimes	KIESM€ULLER, G.P.	2003	Holanda	European Journal of Operational Research	artigo	Inventory; Control; Reverse logistics; Leadtimes; Information
21	A new business model for baby prams based on leasing and product remanufacturing	MONT, O.; DALHAMMAR, C.; JACOBSSON, N.	2006	Suécia	Journal of Cleaner Production	artigo	Product-service systems; Leasing; Remanufacturing; Prams; Durable products; Eco- design
22	A normative strategy for sustainable resource choice and recycling	REIJNDERS, L.	2000	Holanda	Resources, Conservation and Recycling	artigo	Resource choice; Recycling; Sustainability; Cascading; Contaminant removal
23	A path-relinking approach for a bi-criteria disassembly sequencing problem	ADENSO-DÍAZ, B.; GARCÍA- CARBAJAL, S.; GUPTA, S.M.	2008	Espanha	Computers and Operations Research	artigo	Reverse logistics; Disassembly sequence problem; GRASP; Path relinking; Multicriteria
24	A production-inventory model with remanufacturing for defective and usable items in fuzzy-environment	ROY, A.; MAITY, K.; KAR, S.; MAITI, M.	2008	Austrália	Computers & Industrial Engineering	artigo	Finite time horizon, Remanufacturing, Genetic Algorithm, Fuzzy defective rate, Credibility
25	A quantitative approach to assessing the profitability of car and truck tire remanufacturing	LEBRETON, B.; TUMA, A.	2005	Alemanha	International Journal of Production Economics	artigo	Remanufacturing; Reverse logistics; Recovery; Planning; Supply chain management
26	A review of electronics demanufacturing processes	WILLIAMS, J.A.S.	2006	Estados Unidos	Resources, Conservation and Recycling	artigo	End-of-life electronics; Disassembly; Automation; Bulk recycling; Metals; Plastics

27	A Robust Description and Tool for Remanufacturing: A Resource and Energy Recovery Strategy	IJOMAH, W.L.; HAMMOND, G.P.; CHILDE, S.J.; McMAHON, C.A.	2005	Inglaterra	IEEE	artigo	remanufacturing, analytic tool, process model, resource recovery, sustainable development.
28	A software tool for end-of-life-cycle consideration within a DSS approach to environmentally conscious design and manufacturing	SPICER, A.J.; WANG, M.H.	1995	Canadá	Computers & Industrial Engineering	artigo	--
29	A Spatial Analysis of Loop Closing Among Recycling, Remanufacturing, and Waste Treatment Firms in Texas	LYONS, D.I.	2007	Estados Unidos	Journal of Industrial Ecology	artigo	eco-industrial development, economic geography, industrial ecology, industrial ecosystem, industrial symbiosis, materials flows
30	A strategic framework for the design and implementation of remanufacturing operations in reverse logistics	DOWLATSHAHI, S.	2005	Estados Unidos	International Journal of Production Research	artigo	Reverse logistics; Strategic factors; RL framework; Remanufacturing; Recycling; Case study; Grounded theory development
31	A system dynamics model for dynamic capacity planning of remanufacturing in closed-loop supply chain	VLACHOS, D.; GEORGIADIS, P.; IAKOVOU, E.	2007	Grécia	Computers and Operations Research	artigo	Reverse supply chains; Remanufacturing; Capacity planning; System dynamics
32	A tool to implement sustainable end-of-life strategies in the product development phase	GEHIN, A.; ZWOLINSKI, P.; BRISAUD, D.	2007	França	Journal of Cleaner Production	artigo	Sustainable development; Product development; Optimisation of EoL strategies
33	A unified-calibration method in FTP-based 3D data acquisition for reverse engineering	YU, C.; PENG, Q.	2007	Canadá	Optics and Lasers in Engineering	artigo	Reverse engineering; 3D modeling; Image processing; Fourier transform profilometry
34	A Web-based System for Reverse Manufacturing and Product Environmental Impact Assessment Considering End-of-Life Dispositions	ZHANG, H.C.; SHRIVASTAVA, J. L.; WHITLEY, A.	2004	Estados Unidos	CIRP Annals	artigo	Life cycle, Reverse Manufacturing, Decision-making
35	Advancing pollution prevention and cleaner production e USA's contribution	MILLER, G.; BURKE, J.; McCOMAS, C.; DICK, K.	2008	Estados Unidos	Journal of Cleaner Production	artigo	Pollution prevention (P2); Cleaner production (CP); Trends in pollution prevention; Public support; Measurement of P2

36	An (s, Q) inventory model with remanufacturing and disposal	LAAN, E.; DEKKER, R.; SALOMON, M.; RIDDER, A.	1996	Holanda	International Journal of Production Economics	artigo	Inventory; Manufacturing; Optimisation
37	An analysis of decentralized collection and processing of end-of-life products	KARAKAYALI, I.; EMIR-FARINAS, H.; AKCALI, E.	2007	Estados Unidos	Journal of Operations Management	artigo	Operations strategy; Environmental issues; Product recovery
38	An Ecological and Economic study of Electrolux in Sweden	SUNDIN, E.; TYSKENG, S.	2003	Suécia	Proceedings of EmDesign 2003	artigo	--
39	An economic instrument for zero waste, economic growth and sustainability	GREYSON, J.	2007	Inglaterra	Journal of Cleaner Production	artigo	Sustainable; Economic growth; Zero waste; Prevention; Precycling; Insurance; Systems thinking
40	An Economical and Technical Analysis of a Household Appliance Remanufacturing Process	SUNDIN, E.	2001	Suécia	IEEE	artigo	--
41	An empirical investigation on the feasibility of remanufacturing activities in the Indian economy	MONDAL, S.; MUKHERJEE, K.	2006	Índia	International Journal of Business Environment	artigo	empirical research; Indian economy; remanufacturing
42	An evaluation model of product upgradeability for remanufacture	XING, K.; BELUSKO, M.; LUONG, L.; ABHRAJ, K.	2007	Austrália	International Journal of Advanced Manufacturing Technology	artigo	End-of-life - Remanufacture - Upgradeability - Reusability - Modularity - Evaluation model - Fuzzy set theory
43	An evaluation of capacity planning techniques in a remanufacturing environment	GUIDE JR, V. D.; SRIVASTAVA, R.; SPENCER, M.S.	1997	Estados Unidos	International Journal of Production Research	artigo	--
44	An evaluation of order release strategies in a remanufacturing environment	GUIDE JR, V. D.; SRIVASTAVA, R.	1997	Estados Unidos	Computers Operational Research	artigo	--
45	An exploration of institutional constraints on developing end-of-life product recovery capabilities	MIEMCZYK, J.	2008	França	International Journal of Production Economics	artigo	product recovery, institutionalism, constraints, end-of-life, capabilities
46	An Integrated Modular Design Methodology for Life-Cycle Engineering	GU, P.; HASHEMIAN, M.; SOSALE, S.	1997	Canadá	CIRP Annals	artigo	Design, module, methodology

47	An inventory control system for remanufacture with disposal	HUIQING, O.; XIANGYANG, Z.	2006	China	IEEE	artigo	reverse logistics; inventory management; remanufacture; production planning; stochastic model
48	An investigation of lead-time effects in manufacturing/remanufacturing systems under simple PUSH and PULL control strategies	LAAN, E.; SALOMON, M.; DEKKER, R.	1999	Holanda	European Journal of Operational Research	artigo	Production planning and inventory control; Manufacturing; Remanufacturing; Statistical re-order point models; Computational experiments
49	An NPV and AC analysis of a stochastic inventory system with joint manufacturing and remanufacturing	LAAN, E.	2003	Holanda	International Journal of Production Economics	artigo	Net present value; Average costs; Inventory control; Manufacturing; Remanufacturing; Holding costs
50	An optimization model for the design of a capacitated multi-product reverse logistics network with uncertainty	SALEMA, M.I.G.; BARBOSA-POVOA, A.P.; NOVAIS, A.Q.	2007	Portugal	European Journal of Operational Research	artigo	Reverse logistics; Optimization model; Uncertainty
51	Analysis and taxonomy of remanufacturing industry practice	PARKINSON, H.J.; TOMPSON, G.	2003	Inglaterra	Journal of Process Mechanical Engineering	artigo	remanufacture, refurbish, recycle, recondition, end of life
52	Analysis of Remanufacturer Waste Streams Across Product Sectors	WILLIAMS, J.; SHU, L.H.	2001	Canadá	CIRP Annals	artigo	Design, Environment, Remanufacturing
53	Analysis of Remanufacturer Waste Streams for Electronic Products	WILLIAMS, J.; SHU, L.H.	2001	Canadá	IEEE	artigo	--
54	Analysis of service selling and design for remanufacturing	SUNDIN, E.; BJORKMAN, M.; JACOBSSON, N.	2000	Suécia	IEEE	artigo	--
55	Analysis of toner-cartridge remanufacturer waste stream	WILLIAMS, J.; SHU, L.H.	2000	Canadá	IEEE	artigo	--
56	Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and balanced scorecard approach	RAVI, V.; SHANKAR, R.; TIWARI, M.K.	2005	Índia	Computers & Industrial Engineering	artigo	Reverse logistics; Balanced scorecard; Analytic network process; Multi-criteria decision making; Computer hardware industry

57	Application of a design-for-remanufacture framework to the selection of product life-cycle fastening and joining methods	SHU, L. H.; FLOWERS, W. C.	1999	Canadá	Robotics and Computer Integrated Manufacturing	artigo	Design for remanufacture; Life-cycle design; Environmentally conscious product design; Design for end-of-life; Scrap-material recycling; Repair; Maintenance; Assembly, Disassembly; Fastening and joining
58	Assembly and Disassembly Processes in Product Life Cycle Perspectives	WESTKÄMPER, E.	2003	Alemanha	CIRP Annals	artigo	Assembly, Disassembly, Life Cycle Management
59	Assessing performance and uncertainty in developing carpet reverse logistics systems	BIEHL, M.; PRATER, E.; REALFF, M.	2007	Canadá	Computers & Operations Research	artigo	Reverse logistics; Recycling; Carpet industry; Simulation; Design of experiments; Performance analysis
60	Assessing the benefits of remanufacturing option under one-way substitution	BAYINDIR, Z.P.; ERKIP, N.; GÜLLÜ, R.	2005	Holanda	Journal of the Operational Research Society	artigo	remanufacturing; inventory; one-way substitution
61	Assessing the benefits of remanufacturing option under one-way substitution and capacity constraint	BAYINDIR, Z.P.; ERKIP, N.; GÜLLÜ, R.	2007	Turquia	Computers & Operations Research	artigo	Remanufacturing; Inventory; One-way substitution; Capacity constraint
62	Batch scheduling of deteriorating reworkables	BARKETAU, M.S.; CHENG, T.C.E.; KAVALYOV, M.Y.	2008	Bielo-Rússia	European Journal of Operational Research	artigo	Batching; Scheduling; Remanufacturing; Deterioration
63	Biomimetic Concept Generation Applied to Design for Remanufacture	HACCO, E.; SHU, L.H.	2002	Canadá	Proceedings of DETC'02	artigo	biomimicry, analogy, function, remanufacture
64	Biomimetic design for remanufacture in the context of design for assembly	SHU, L. H.	2004	Canadá	Journal of Engineering Manufacture	artigo	biomimetic design, remanufacture, design for assembly
65	Blending asset replacement with remanufacture	SMITH, L.C.	1991	Austrália	National Conference Publication - Institution of Engineers	artigo	Asset replacement, Remanufacture
66	Buffer allocation plan for a remanufacturing cell	AKSOY, H.K.; GUPTA, S.M.	2005	Turquia	Computers & Industrial Engineering	artigo	Remanufacturing; Buffer allocation; Disassembly; Open queueing networks; Throughput

67	Building contingency planning for closed-loop supply chains with product recovery	GUIDE JR., V.D.R.; JAYARAMAN, V.; LINTON, J.D.	2003	Estados Unidos	Journal of Operations Management	artigo	Case study; Production planning; Closed-loop supply chain management
68	Business Drivers for Remanufacturing	ÖSTLIN, J.; SUNDIN, E.; BJÖRKMAN, M.	2008	Suécia	LCE Proceedings	artigo	Business Strategies, Business drivers, Product recovery
69	Can large-scale disassembly be profitable? A linear programming approach to quantifying the turning point to make disassembly economically viable	WILLEMS, B.; DEWULF, W.; DUFLOU, J.R.	2006	Bélgica	International Journal of Production Research	artigo	Disassembly; Reuse; Linear programming; Disassembly cost reduction; Disassembly efficiency
70	Case study analysis of three toner cartridge remanufactures	SUNDIN, E.; OSTLIN, J.	2005	Suécia	EcoDesign 2005	artigo	Toner Cartridges, Remanufacturing, Design for Remanufacturing and Rapid Plant Assessment (RPA)
71	Cellular manufacturing—A time-based analysis to the layout problem	ANGRA, S.; SEHGAL, R.; NOORI, Z.S.	2007	Índia	International Journal of Production Economics	artigo	Group technology; Cellular manufacturing; Commonality score; Cell clustering
72	Channel Choice and Coordination in a Remanufacturing Environment	SAVASKAN, R.C.; BHATTACHARYA, S.H.; VAN WASSEHNOVE, L.N.	2001	Estados Unidos	Northwestern University Publisher	livro	--
73	Characterizing The Remanufacturability Of Engineering Systems	AMEZQUITA, T.; HAMMOND, R.; SALAZAR, M.; BRAS, B.	1995	Estados Unidos	Proceedings Advances in Design Automation Conference	artigo	--
74	Clarifying the concept of product-service system	MONT, O.K.	2002	Suécia	Journal of Cleaner Production	artigo	Product-service systems; Sustainability; Functional economy
75	Cleaner technology diffusion: case studies, modeling and policy	editorial	2008	Estados Unidos	Journal of Cleaner Production	editorial	--
76	Closed-Loop Supply Chain Models with Product Remanufacturing	SAVASKAN, R.C.; BHATTACHARYA, S.H.; VAN WASSEHNOVE, L.N.	2004	Estados Unidos	Management Science	artigo	supply chain management; reverse logistics; remanufacturing; channel structure
77	Closed-loop supply chain network equilibrium under legislation	HAMMOND, D.; BEULLENS, P.	2007	Inglaterra	European Journal of Operational Research	artigo	Supply chain management; OR in strategic planning; Logistics; Nonlinear programming

78	Closed-loop supply chains in process industries: An empirical study of producer re-use issues	FRENCH, M.L.; LaFORGE, R.L.	2006	Estados Unidos	Journal of Operations Management	artigo	Process industries; Closed-loop supply chains; Empirical research
79	Comparative evaluation of life cycle assessment models for solid waste management	WINKLER, J.; BILITEWSKI, B.	2007	Alemanha	Waste Management	artigo	--
80	Comparison of Emerging Manufacturing Concepts	THARUMARAJAH, A.; WELLS, A. J.; NEMES, L.	1998	Austrália	IEEE	artigo	--
81	Competing through manufacturing and the new manufacturing paradigm: is manufacturing strategy passé?	CKARK, K. B.	1996	Estados Unidos	Production and Operations Management	artigo	Manufacturing Strategy; advanced manufacturing; concepts; competitive advantage.
82	Competition in Remanufacturing	MAJUMDER, P.	2001	Estados Unidos	University of Rochester	tese	--
83	Competition in remanufacturing and the effects of government subsidies	MITRA, S.; WEBSTER, S.	2008	Índia	International Journal of Production Economics	artigo	Remanufacturing; Pricing; Competitive strategy; Reverse logistics; Closed-loop supply chains
84	Competition in remanufacturing and the effects of government subsidies	MITRA, S.; WEBSTER, S.	2008	Índia	International Journal of Production Economics	artigo	Remanufacturing; Pricing; Competitive strategy; Reverse logistics; Closed-loop supply chains
85	Competitive advantage through take-back of used products	HEESE, H.S.; CATTANI, K.; FERRER, G.; GILLAND, W.; ROTH, A.	2005	Estados Unidos	European Journal of Operational Research	artigo	Supply chain management; Product take-back; Secondary markets of durable goods; Remanufacturing
86	Competitive strategy in remanufacturing and the impact of take-back laws	WEBSTER, S.; MITRA, S.	2007	Estados Unidos	Journal of Operations Management	artigo	Remanufacturing; Environmental laws; Pricing; Competitive strategy; Reverse logistics; Closed loop supply chains
87	Computer Aided Design for Demanufacturing and Remanufacturing	BRAS, B.; ROSEN, D.	1998	Estados Unidos	Georgia Institute of Technology	publicação	--
88	Computer Aided Disassembly Planning: State of the Art and Perspectives	SANTOCHI, M.; DINI, G.; FAILLI, F.	2002	Itália	CIRP Annals	artigo	Disassembly, recycling, planning

89	Considering remanufacture and other end-of-life options in selection of fastening and joining methods	SHU, L. H.; FLOWERS, W. C.	1995	Estados Unidos	IEEE	artigo	--
90	Considering stochastic lead times in a manufacturing/remanufacturing system with deterministic demands and returns	TANG, O.; GRUBBSTROM, R.W.	2005	Suécia	International Journal of Production Economics	artigo	Remanufacturing; Stochastic lead time; Dual sourcing; Ordering policy
91	Cost performance and bullwhip effect in a hybrid manufacturing and remanufacturing system with different control policies	ZANONI, S.; FERRETTI, I.; TANG, O.	2006	Itália	International Journal of Production Research	artigo	Remanufacturing; Reverse logistics; Closed-loop supply chain; Hybrid inventory systems; Bullwhip effect; Simulation
92	Decision Making and Institutional Design for Product Lifecycle Management	UEDA, K.; NISHINO, N.; NAKAYAMA, H.; ODA, S. H.	2005	Japão	CIRP Annals	artigo	Lifecycle Management, Decision Making, Social Systems Engineering
93	Decision support for spare parts acquisition in post product life cycle	INDERFURTH, K.; MUKHERJEE, K.	2007	Alemanha	Central European Journal of Operations Research,	artigo	Decision tree · Dynamic programming · Remanufacturing · Spare parts management
94	Design and Innovation for Sustainable Manufacturing	SELINGER, G.; FRANKE, C.; KERNBAUM, S.	2007	Alemanha	CIRP Annals	keynote paper	Sustainability, Remanufacturing, IT equipment
95	Design charts for remanufacturing assessment	MABEE, D.G.; BOMMER, M.; KEAT, W.D.	1999	Estados Unidos	Journal of Manufacturing Systems	artigo	--
96	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.	2007	Estados Unidos	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	artigo	Sustainable design; Design for adaptability; Engineering design; Dynamic systems
97	Design for Bulk Recycling: Analysis of Materials Separation	KNIGHT, W. A.; SODHI, M.	2000	Estados Unidos	CIRP Annals	artigo	Life Cycle Design, Product Analysis, Material Selection
98	Design for Disassembly and the Environment	HARJULA, T.; RAPOZZA, B.; KNIGHT, W.A.; BOOTHROYD, G.	1996	Estados Unidos	CIRP Annals	artigo	Design, Disassembly, Environmental
99	Design for Environment - Do We Get the Focus Right?	HAUSCHILD, M.Z.; JESWIET, J.; ALTING, L.	2004	Dinamarca	CIRP Annals	artigo	Sustainable product, Design, Product life cycle

100	Design For Environment: A Method For Formulating Product End-Of-Life Strategies	ROSE, C.M.	2000	Estados Unidos	Stanford University	tese	--
101	Design for manufacture and design for 'X': concepts, applications, and perspectives	KUO, T.C.; HUANG, S.H.; ZHANG, H.-C.	2001	Taiwan	Computers & Industrial Engineering	artigo	Design for manufacture; Design for life-cycle; Design for disassembly; Design for X
102	Design for product retirement and material life-cycle	ISHII, K.; EUBANKS, C.F.; DiMARCO, P.	1994	Estados Unidos	Materials and Design	artigo	design for product retirement; clumping; material life-cycle analysis
103	Design for rebuild, retrofit or remanufacture	BROWN, W.A.; DAVIS, R.P.	1993	Estados Unidos	Proceedings of the Industrial Engineering Research Conference	artigo	remanufacturing, product compatibility
104	Design for Recycling and Remanufacturing of Fuel Cells	FREIBERGER, S.	2005	Alemanha	IEEE	artigo	Eco design, recycling, remanufacturing, fuel cell
105	Design for Remanufacturing	NASR, N.; HILTON, B.	2008	Estados Unidos	LCE Proceedings	artigo	Remanufacturing, Design for Remanufacturing, Technology Obsolescence, Life-Cycle Engineering
106	Design for the environment: life cycle assessment and sustainable packaging issues	LEE, S.G.; XU, X.	2005	Singapura	International Journal of Environmental Technology and Management	artigo	life cycle assessment; sustainable product packaging; waste management
107	Designing and redesigning cellular manufacturing systems to handle demand changes	SCHALLER, J.	2007	Estados Unidos	Computers & Industrial Engineering	artigo	Cellular manufacturing; Heuristics; Integer programming; Tabu search
108	Determining optimal disassembly and recovery strategies	TEUNTER, R.H.	2006	Inglaterra	Omega	artigo	Disassembly; Recovery; Profit maximization; Dynamic programming
109	Determining sequence and ready times in a remanufacturing system	STANFIELD, P.M.; KING, E.R.; HODGSON, T.J.	2006	Estados Unidos	IIE Transactions	artigo	--
110	Determining the Reuse Potential of Components Based on Life Cycle Data	KARA, S.; MAZHAR, M.; KAEBERNICK, H.; AHMED, A.	2005	Austrália	CIRP Annals	artigo	Life Cycle, Reuse, Condition Monitoring
111	Deterministic inventory model for recycling system	OH, Y.H.; HWANG, H.	2006	Coréia do Sul	Journal of Intelligent Manufacturing	artigo	Reverse supply chain · Inventory control · Optimization · Recycling

112	Development of design for remanufacturing guidelines to support sustainable manufacturing	IJOMAH, W.L.; McMAHON, C.A.; HAMMOND, G.P.; NEWMAN, S.T.	2007	Inglaterra	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	artigo	Remanufacture; Design for environment; Sustainable manufacture
113	Development of robust design-for-remanufacturing guidelines to further the aims of sustainable development	IJOMAH, W.L.; McMAHON, C.A.; HAMMOND, G.P.; NEWMAN, S.T.	2007	Inglaterra	International Journal of Production Research	artigo	Remanufacture; Design-for- remanufacturing (DFRem); Environmentally conscious manufacture
114	Disassembly and recycling of electronic consumer products: an overview	RON, A.; PENEV, K.	1995	Holanda	Technovation	artigo	--
115	Disassembly Scheduling with Multiple Product Types	KIM, H.-J.; LEE, D.- H.; XIROUCHAKIS, P.; ZÜST, R.	2003	Suíça	CIRP Annals	artigo	Disassembly. Producion Planning and Scheduling. Optimization
116	Disassembly sequence planning for products with defective parts in product recovery	GUNGOR, A.; GUPTA, S.	1998	Estados Unidos	Computers & Industrial Engineering	artigo	--
117	Disassembly sequence planning in a disassembly cell context	ANDRÉS, C.; LOZANO, S.; ADENSO-DÍAZ, B.	2007	Espanha	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	artigo	Cellular manufacturing; Disassembly; Reverse logistics; GRASP
118	Drivers and limitations for the successful development and functioning of EIPs (eco-industrial parks): A literature review	TUDOR, T.; ADAM, E.; BATES, M.	2007	Inglaterra	Ecological Economics	artigo	Industrial ecology, Eco-industrial parks, Waste minimization, Recycling, Sustainability, Greening supply chains
119	Dynamic lot sizing with product returns and remanufacturing	TEUNTER, R.H.; BAYINDIR, Z.P.; VAN DEN HEUVEL, W.	2006	Inglaterra	International Journal of Production Research	artigo	Inventory; Batch sizing; Reverse logistics; Remanufacturing
120	Dynamic performance of a hybrid inventory system with a Kanban policy in remanufacturing process	ZHOU, L.; NAIM, M.M.; TANG, O.; TOWILL, D.R.	2006	Inglaterra	Omega	artigo	Hybrid system; Combined manufacturing and remanufacturing; Dynamic performance
121	EcoDesign: case of a mini compressor re-design	PLATCHECK, E.R.; SCHAEFFER, L.; KINDLEIN JR., W., CÂNDIDO, L.H.A.	2008	Brasil	Journal of Cleaner Production	artigo	EcoDesign; Design; Junction elements
122	Eco-efficiency and ecodesign in electrical and electronic products	AOE, T.	2006	Japão	Journal of Cleaner Production	artigo	Eco-efficiency; Factor X; Ecodesign

123	Eco-efficiency gains from remanufacturing: A case study of photocopier remanufacturing at Fuji Xerox Australia	KERR, W.; RYAN, C.	2001	Suécia	Journal of Cleaner Production	artigo	Remanufacturing; Eco-efficiency; Life cycle assessment; Xerox photocopiers
124	Eco-efficiency, asset recovery and remanufacturing	AYRES, R.; FERRER, G.; LEYNSEELE, T.V.	1997	França	European Management Journal	artigo	--
125	Economic and Environmental Characteristics of Global Cellular Telephone Remanufacturing	SKERLOS, S.J.; SELINGER, G.	2003	Estados Unidos	IEEE	artigo	--
126	Economic and policy instrument analyses in support of the scrap tire recycling program in Taiwan	CHANG, N-B.	2007	Estados Unidos	Journal of Environmental Management	artigo	Scrap tire recycling; Economic analysis; Environmental policy analysis; Econometric modeling; Solid waste management
127	Economic evaluation of disassembly processes in remanufacturing systems	TANG, O.; GRUBBSTROM, R.W.; ZANON, S.	2004	Suécia	International Journal of Production Research	artigo	--
128	Economic Lot-sizing with Remanufacturing Options	GOLANY, B.; YANG, J.; YU, G.	2001	Israel	IIE Transactions	artigo	Production Planning, Remanufacturing, NP-Hard, Dynamic Programming, Pseudo-Polynomial
129	Economic potential of recycling business in Lahore, Pakistan	BATOOL, S.A.; CHAUDHRY, N.; MAJEED, K.	2008	Paquistão	Waste Management	artigo	--
130	Economical evaluation of disassembly operations for recycling, remanufacturing and reuse	JOHNSON, M.R.; WANG, M.H.	1998	Inglaterra	International Journal of Production Research	artigo	--
131	Effect of reusable rate variation on the performance of remanufacturing systems	AKSOY, H.K.; GUPTA, S.M.	2001	Turquia	Proceedings of SPIE	artigo	Remanufacturing systems, Reusable rate variation, Disassembly, Remanufacturing module, Service times
132	Efficiency and Feasibility of Product Disassembly: A Case Based Study	DUFLOU, J.R.; SELINGER, G.; KARA, S.; UMEDA, Y.; OMETTO, A.; WILLEMS, B.	2008	Bélgica	CIRP Annals	keynote paper	Disassembly; Productivity; End-of-life treatment
133	Electronic products recovery—PAWS, a BRITE-EURAM project	GOGGIN, K.; BROWNE, J.	1998	Irlanda	Computers in Industry	artigo	Electronic product recovery; Product take-back; Technological issues of resource recovery

134	Empirical research opportunities in reverse supply chains	PRAHINSKI, C.; KOCABASOGLU, C.	2006	Canadá	Omega	artigo	Reverse supply chains; Reverse logistics; Empirical research methods
135	End-of-Life-Based Negotiation Throughout the Design Process	BRISSAUD, D.; ZWOLINSKI, P.	2004	França	CIRP Annals	artigo	Design; Life Cycle; Eco-design
136	Enhancing disassembly and recycling planning using life-cycle analysis	KUO, T.C.	2006	Taiwan	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	artigo	Life-cycle analysis; Disassembly planning; Recycling; Bill of material
137	Environmental aspects of laser-based and conventional tool and die manufacturing	MORROW, W.R.; QI, H.; KIM, I.; MAZUMDER, J.; SKERLOS, S.J.	2007	Estados Unidos	Journal of Cleaner Production	artigo	Solid Freeform Fabrication; Life cycle engineering; Remanufacturing; Environmentally conscious manufacturing; Sustainable production
138	Environmental Design Industrial Template (EDIT): a software tool for analysis of product retirement	SPICER, A.; WANG, M.H.	1997	Canadá	Journal of Cleaner Production	artigo	disassembly analysis, product recycling economic analysis, disassembly software
139	Environmental Design Industrial Template (EDIT): a software tool for analysis of product retirement	SPICER, A.; WANG, M.H.	1997	Canadá	Journal of Cleaner Production	artigo	disassembly analysis, product recycling economic analysis, disassembly software
140	Environmental effects of physical life span of a reusable unit following functional and physical failures in a remanufacturing system	OKUMURA, S.; MORIKUNI, T.; OKINO, N.	2003	Japão	International Journal of Production Research	artigo	--
141	Environmental Issues within the Remanufacturing Industry	LINDAHL, M.; SUNDIN, E.; ÖSTLIN, J.	2006	Suécia	Proceedings of LCE 2006	artigo	Remanufacturing, Life Cycle Assessment, Design for Environment
142	Environmental Issues within the Remanufacturing Industry	LINDAHL, M.; SUNDIN, E.; ÖSTLIN, J.	2006	Suécia	LCE Proceedings	artigo	Remanufacturing, Life Cycle Assessment, Design for Environment
143	Environmental principles applicable to supply chains design and operation	TSOULFAS, G.T. PAPPIS, C.P.	2006	Grécia	Journal of Cleaner Production	artigo	Environmental management; Supply chains; Sustainable development
144	Environmentally benign manufacturing – A workshop report	BRAS, B.; ISAACS, J.A.; OVERCASH, M.	2006	Estados Unidos	Journal of Cleaner Production	artigo	Environmentally benign design and manufacturing; Manufacturing; Design; Life cycle; Decision-making

145	Evaluating reuse and remanufacture potential using a simple model for product value	SUTHERLAND, J.W.; DANIEL, C.M.; VADREVU, S.; OSLON, W.W.	1997	Estados Unidos	American Society of Mechanical Engineers	artigo	Reuse potencial, Remanufacture potencial, Product value
146	Evaluation of capacity planning techniques in a remanufacturing environment	GUIDE JR., V.D.R.; SRIVASTAVA, R.; SPENCER, M.S.	1997	Estados Unidos	International Journal of Production Research	artigo	--
147	Evaluation of connection types in design for disassembly (DFD) using analytic network process	GÜNGÖR, A.	2006	Turquia	Computers & Industrial Engineering	artigo	Design for disassembly; Disassembly; Connectors; ANP; Environment
148	Evaluation of disassemblability to enable design for disassembly in mass production	DESAI, A.; MITAL, A.	2003	Estados Unidos	International Journal of Industrial Ergonomics	artigo	Disassemblability; End-of-life products; Design for X (DfX); Design for disassembly; Disassembly evaluation metrics
149	Evaluation of the aesthetics of products and integration of the findings in a proposed intelligent design system	RASHID, A.; MacDONALD, B.J.; HASHMI, M.S.J.	2004	Irlanda	Journal of Materials Processing Technology	artigo	Design for aesthetics; Product design; Artificial intelligence; Design for environment
150	Feasibility Study of Hospital Bed as Product for Inner City Remanufacturing Enterprise	LING, D.	2001	Estados Unidos	Chelsea Center for Recycling and Economic Development	publicação	--
151	Flat Screen Monitor Disassembly and Testing for Remanufacturing	KERNBAUM, S.; FRANKE, C.; SELINGER, G.	2006	Alemanha	CIRP Annals	artigo	Remanufacturing, Disassembly, Testing, Flat Screen Monitors
152	Flexible decision modeling of reverse logistics system: A value adding MCDM approach for alternative selection	WADHWA, S.; MADAAN, J.; CHAN, F.T.S.	2008	Índia	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	artigo	Fuzzy; Alternative selection; Supply chain management; Flexible recovery
153	Foreword	ADENSO-DIÁZ, B.	2006	Espanha	Omega	artigo	--
154	From Garbage to Goods: Successful Remanufacturing Systems and Skills	FERRER, G.; WHYBARK, D.C.	2000	Estados Unidos	Business Horizons	artigo	--
155	From Life Cycle Assessment to Sustainable Production: Status and Perspectives	HAUSCHILD, M.Z.; JESWIET, J.; ALTING, L.	2005	Dinamarca	CIRP Annals	artigo	Lifecycle, Sustainable production, Eco-design, Integrated Product Policy

156	Green supply chain management implications for “closing the loop”	ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K.-H.	2008	China	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	artigo	Green supply chain management; Closed-loop supply chains; Empirical study; Sector comparison
157	Green-component life-cycle value on design and reverse manufacturing in semi-closed supply chain	CHUNG, C.-J.; WEE, H.-M.	2008	Taiwan	International Journal of Production Economics	artigo	Integrated deteriorating model; JIT delivery; Production and inventory; Green-component life-cycle value design; Reverse manufacturing
158	Greening the Manufacturing Function	SARKIS, J.; RASHEED, A.	1995	Estados Unidos	Business Horizons	artigo	--
159	Grouping of Used Products for Cellular Recycling Systems	HENTSCHEL, C.; SELIGER, G.; ZUSSMAN, E.; LENZ, E.	1995	Alemanha	CIRP Annals	artigo	Group Technology, Fuzzy, Disassembly
160	Heuristic genetic algorithm for capacitated production planning problems with batch processing and remanufacturing	LI, Y.; CHEN, J.; CAI, X.	2007	China	International Journal of Production Economics	artigo	Dynamic lot-sizing; Inventory; Product substitution; Remanufacturing; Genetic algorithms
161	Heuristics for demand-driven disassembly planning	LANGELLA, I.M.	2007	Alemanha	Computers & Operations Research	artigo	Disassembly planning; Reverse logistics; Demand-driven disassembly; Heuristics
162	How can Remanufacturing Processes become Leaner?	SUNDIN, E.	2006	Suécia	LCE Proceedings	artigo	Reverse logistics, Product take-back, Lean Production, Rapid Plant Assessment
163	How to set the holding cost rates in average cost inventory models with reverse logistics?	TEUNTER, R.H.; LAAN, E.; INDERFRTH, K.	2000	Alemanha	Omega	artigo	Inventory control; Remanufacturing; Costing
164	Impact of uncertainty in the quality of returns on the profitability of a single-period refurbishing operation	ZIKOPOULOS, C.; TAGARAS, G.	2007	Grécia	European Journal of Operational Research	artigo	Inventory; Reverse logistics; Random yield; Single-period; Yield correlation
165	Implementation of life cycle thinking in Brazil's Environmental Policy	OMETTO, A.R.; GUELERE FILHO, A.; SOUZA, M.P.	2006	Brasil	Environmental Science & Policy	artigo	Integrated Product Policy; Life cycle strategy; Brazil's Environmental Policy

166	Importance of closed-loop supply chain relationships for product remanufacturing	ÖSTLIN, J.; SUNDIN, E.; BJÖRKMAN, M.	2008	Suécia	International Journal of Production Economics	artigo	Product Recovery, Reverse Logistics, Relationship Marketing
167	Incorporating component reuse, remanufacture, and recycle into product portfolio design	MANGUN, D.; THURSTON, D.L.	2002	Estados Unidos	IEEE	artigo	Cost of recycling, design for reuse, personal computer recycling, product portfolios, remanufacturing, reuse
168	Incorporating End-of-Life Strategy in Product Definition	ISHII, K.	1999	Estados Unidos	IEEE	artigo	--
169	Information Products for Remanufacturing: Tracing the Repair of an Aircraft Fuel-Pump	LEE, Y.; ALLEN, T.; WANG, R.	2003	Estados Unidos	IEEE	artigo	--
170	Innovative Processes and Tools for Disassembly	SELIGER, G.; BASDERE, B.; KEIL, T.; REBAFKA, U.	2002	Alemanha	CIRP Annals	artigo	Disassembly Processes, Disassembly Tools, Product Accompanying Information Systems
171	Integrated design of remanufacturable products based on product profiles	ZWOLINSKI, P.; LOPEZ- ONTIVEROS, M.-A.; BRISAUD, D.	2006	França	Journal of Cleaner Production	artigo	Eco-design; Remanufacturing
172	Integrated Development of Assembly and Disassembly	WESTKÄMPER, E.; FELDMENN, K.; REINHART, G.; SELIGER, G.	1999	Alemanha	CIRP Annals	keynote paper	assembly, disassembly, recycling
173	Integrated digital design for manufacture for reduced life cycle cost	CURRAN, R.; GOMIS, G.; CASTAGNE, S.; BUTTERFIELD, J.; EDGAR, T.; HIGGINS, C.; McKEEVER, C.	2007	Inglaterra	International Journal of Production Economics	artigo	Digital manufacture; Cost modelling; DFM; Design integration; Cost optimisation
174	Integration of Economics into Engineering with an Application to the Recycling Market	UEDA, K.; NISHINO, N.; ODA, S. H.	2003	Japão	CIRP Annals	artigo	LKe Cycle Management, Decislon Making, Economlcs
175	Inventory control for a MARKOVIAN remanufacturing system with stochastic decomposition process	TAKAHASHI, K.; MORIKAWA, K.; MYRESHKA; TAKEDA, D.; MIZUNO, A.	2007	Japão	International Journal of Production Economics	artigo	Remanufacturing system; Stochastic decomposition; Inventory controls; Markov analysis
176	Inventory optimization of manufacturing/remanufacturing hybrid system with stochastic leadtime	LIU, D.; HUANG, D.; CHEN, Y.	2006	China	IET Conference Publications	artigo	Inventory optimization, remanufacturing, Matrix geometric approach, scholastic

							leadtime
177	Inventory strategies for systems with fast remanufacturing	TEUNTER, R.H.; LAAN, E.; VLACHOS, D.	2004	Holanda	Journal of the Operational Research Society	artigo	--
178	Is European end-of-life vehicle legislation living up to expectations? Assessing the impact of the ELV Directive on 'green' innovation and vehicle recovery	GERRARD, J.; KANDLIKAR, M.	2007	Canadá	Journal of Cleaner Production	artigo	Innovation; Automotive; Extended Producer Responsibility; Recycling; Re-use
179	Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey	GUNGOR, A.; GUPTA, S.	1999	Estados Unidos	Computers & Industrial Engineering	artigo	Disassembly; Environmentally conscious manufacturing; Product recovery; Recycling; Remanufacturing; Reuse; Survey
180	Issues in the Automotive Parts Remanufacturing Industry: A Discussion of Results from Surveys Performed among Remanufacturers	HAMMOND, R.; AMEZQUITA, T.; BRAS, B.	1998	Estados Unidos	International Journal of Engineering Design and Automation	artigo	--
181	Leadtime effects and policy improvement for stochastic inventory control with remanufacturing	INDERFURTH, K.; LAAN, E.	2001	Alemanha	International Journal of Production Economics	artigo	Remanufacturing; Inventory control; Optimization
182	Lean production principles in remanufacturing - A case study at a toner cartridge remanufacturer	OSTLIN, J.; EKHOLM, H.	2007	Suécia	IEEE	artigo	Lean Production, Value Stream Mapping, Rapid Plant Assesment, Remanufacturing
183	Lean Remanufacture of an Automobile Clutch	AMEZQUITA, A.; BRAS, B.	1996	Estados Unidos	Proceedings of First International Working Seminar on Reuse	artigo	--
184	Life Cycle Design - a Route to the Sustainable Industrial Culture?	HAUSCHILD, M.Z.; WENZEL, H.; ALTING, L.	1999	Alemanha	CIRP Annals	artigo	Life cycle design, environmental performance, sustainable industrial culture
185	Life Cycle Engineering and Design	ALTING, L.; LEGARTH, J.B.	1995	Dinamarca	CIRP Annals	keynote paper	Environment, product design, disassembling
186	Life Cycle Management and Assessment: Approaches and Visions Towards Sustainable Manufacturing	WESTKÄMPER, E.; ALTING, L.; ARNDT	2000	Alemanha	CIRP Annals	artigo	sustainable industrial production, economy and ecology, assessment

187	Life Design for Remanufacturing Durable Products	OKUMURA, S.; TOSHIMITSU, M.; OKINO, N.	2001	Japão	IEEE	artigo	--
188	Linking forward and reverse supply chain investments: The role of business uncertainty	KOCABASOGLU, C.; PRAHINSKI, C.; KLASSEN, R.D.	2007	Estados Unidos	Journal of Operations Management	artigo	Reverse supply chain; Supply chain management; Environmental uncertainty; Risk propensity; Supplier development; Structural equation modeling
190	Machine learning approach for determining feasible plans of a remanufacturing system	SONG, C.; GUAN, X.; ZHAO, Q.; HO, Y.-C.	2005	China	IEEE	artigo	Manufacturing planning, remanufacturing systems, rough set theory, simulation-based optimization
191	Making functional sales environmentally and economically beneficial through product remanufacturing	SUNDIN, E.; BRAS, B.	2005	Suécia	Journal of Cleaner Production	artigo	Functional sales; Service selling; Remanufacturing; Design for environment; Ecodesign; Design for remanufacturing and activity based costing
192	Managing New and Remanufactured Products	FERRER, G.	2006	Estados Unidos	Management Science	artigo	remanufacturing; duopoly; self-selection; product-line pricing
193	Managing Product Returns for Remanufacturing	GUIDE JR, V.D.R.; VAN WASSEHNOVE, L.N.	2000	Estados Unidos	Product Acquisition Management	artigo	--
194	Managing the Remanufacturing Organization for an Optimal Product Life Cycle	HERMASSON, H.; SUNDIN, E.	2005	Suécia	IEEE	artigo	Management, Organizational Aspects, Remanufacturing, Product Life Cycle
195	Manufacturing Products with End-of-Life Considerations: An Economic Assessment to the Routes of Revenue Generation From Mature Products	LOW, M.K.; WILLIAMS, D.J.; DIXON, C.	1998	Inglaterra	IEEE	artigo	Design, economics, end of life, telecommunications
196	Market segmentation and product technology selection for remanufacturable products	DEBO, L.G.; TOKTAY, L.B.; VAN WASSEHNOVE, L.N.	2005	Estados Unidos	Management Science	artigo	product remanufacturing; market segmentation; technology management
197	Matching Demand and Supply to Maximize Profits from Remanufacturing	GUIDE JR, V.D.R.; TEUNTER, R.; VAN WASSEHNOVE, L.N.	2003	Estados Unidos	Manufacturing and Service Operations Management	artigo	--

198	Material and Process Complexity - Implications for Remanufacturing	ÖSTLIN, J.	2005	Suécia	IEEE	artigo	Decisions, Disassembly, Reassembly, Remanufacturing, Reprocessing.
199	Methodology of ecodesign for the development of more sustainable electro-electronic equipments	PLATCHECK, E.R.; SCHAEFFER, L.; KINDLEIN JR., W., CÂNDIDO, L.H.A.	2008	Brasil	Journal of Cleaner Production	artigo	Industrial design; Methodology; Sustainable development
200	Modeling obsolete computer stock under regional data constraints: An Atlanta case study	LEIGH, N.G.; REALFF, M.J.; AI, NING, AI; FRENCH, S.P.; ROSS, C.L.; BRAS, B.	2007	Estados Unidos	Resources, Conservation and Recycling	artigo	Computer recycling; Product inventory estimates; Material flow analysis; Modeling; Sustainable regional development; Atlanta
201	Multi-criteria material selections and end-of-life product strategy: Grey relational analysis approach	CHAN, J.W.K.; TONG, T.K.L.	2007	China	Materials and Design	artigo	Selection of materials; Product end-of-life strategy; Multi-criteria decisions; Grey relational analysis
202	Multi-product economic lot scheduling problem with separate production lines for manufacturing and remanufacturing	TEUNTER, R.; KAPARIS, K.; TANG, O.	2008	Inglaterra	European Journal of Operational Research	artigo	ELSP; Returns; Remanufacturing; Reverse logistics
203	Network design for reverse logistics	SRIVASTAVA, S.K.	2008	Índia	Omega	artigo	Reverse logistics; Product returns; Location-allocation of facilities; Value recovery; Green supply chain management; India
204	Neuro-fuzzy approach to forecast returns of scrapped products to recycling and remanufacturing	MARX-GÓMEZ, J.; RAUTENSTRAUCH, C.; NÜRNBERGER, A.; KRUSE, R.	2002	Alemanha	Knowledge-Based Systems	artigo	Recycling, Simulation, Fuzzy, Neuro-fuzzy, Function approximation
205	New trends for design towards sustainability in chemical engineering: Green engineering	GARCIA-SERNA, J.; PÉREZ-BARRIGÓN, L.; COCERO, M.J.	2007	Espanha	Chemical Engineering Journal	artigo	Green engineering; Chemical engineering; Sustainable development; Ecoefficiency; Green chemistry
206	Note on: An optimal ordering and recovery policy for reusable items	KONSTANTARAS, I.; PAPACHRISTOS, S.	2008	Grécia	Computers & Industrial Engineering	artigo	Inventory; Recovery; Remanufacturing; Reuse; EOQ
207	On the necessity of a disposal option for returned items that can be remanufactured	TEUNTER, R.H.; VLACHOS, D.	2002	Holanda	International Journal of Production Economics	artigo	Inventory control; Remanufacturing; Disposal

208	On the non-optimality of the average cost approach for inventory models with remanufacturing	TEUNTER, R.H.; LAAN, E.	2002	Holanda	International Journal of Production Economics	artigo	Inventory control; Remanufacturing; Disposal; Costing
209	On the widget remanufacturing operation	FERRER, G.	2001	Estados Unidos	European Journal of Operational Research	artigo	Remanufacturing, Recycling, Disassembly, Product Recovery, Design for Remanufacturing, Design for the environment
210	Optimal control for a remanufacturing reverse logistics system under buy-back policy	SUN, X.; ZHOU, Y.; NIU, Y.; SUN, G.	2006	China	Proceedings - ISDA 2006	artigo	--
211	Optimal control of a remanufacturing system	NAKASHIMA, K.; ARIMITSU, H.; NOSE, T.; KURIYAMA, S.	2004	Japão	International Journal of Production Research	artigo	--
212	Optimal control of production and remanufacturing in a simple recovery model with linear cost functions	MINNER, S.; KLEBER, R.	2001	Alemanha	OR Spectrum	artigo	Reverse logistics, optimal control, deterministic inventory model
213	Optimal location and value of timely sorting of used items in a remanufacturing supply chain with multiple collection sites	TAGARAS, G.; ZIKOPOULOS, C.	2008	Grécia	International Journal of Production Economics	artigo	reverse logistics, multi-period model, classification errors, multiple suppliers
214	Optimal manufacturing-remanufacturing policies in a lean production environment	RUBIO, S.; COROMINAS, A.	2007	Espanha	Computers & Industrial Engineering	artigo	reverse logistics, lean production, remanufacturing, supply chain management
215	Optimal manufacturing–remanufacturing policies in a lean production environment	RUBIO, S.; COROMINAS, A.	2008	Espanha	Computers & Industrial Engineering	artigo	Reverse-logistics; Lean production; Remanufacturing; Supply chain management
216	Optimal policies in hybrid manufacturing/remanufacturing systems with product substitution	INDERFURTH, K.	2004	Alemanha	International Journal of Production Economics	artigo	Inventory control; Product substitution; Remanufacturing
217	Optimal policy and holding cost stability regions in a periodic review inventory system with manufacturing and remanufacturing options	KONSTANTARAS, I.; PAPACHRISTOS, S.	2007	Grécia	European Journal of Operational Research	artigo	Inventory; Periodic review; Manufacturing; Remanufacturing; Stability
218	Optimal Prices and Trade-in Rebates for Durable, Remanufacturable Products	RAY, S.; BOYACI, T.; ARAS, N.	2005	Canadá	Manufacturing and Service Operations Management	artigo	trade-in rebates; pricing; remanufacturing; durable products; product-age profile

219	Optimal production opportunities in a remanufacturing system	GRUBBSTÖRM, R.W.; TANG, O.	2006	Suécia	International Journal of Production Research	artigo	Remanufacturing; Production function; Production modelling
220	Optimal production policy for a remanufacturing system with virtual inventory cost	NAKASHIMA, K.	2005	Japão	Proceedings of SPIE	artigo	Remanufacturing System, Product Life Cycle, Optimal Control, Manufacturing Costs
221	Optimizing disassembly processes subjected to sequence-dependent cost	LAMBERT, A.J.D.	2007	Holanda	Computers & Operations Research	artigo	Disassembly planning; Assembly; Network; Mathematical programming; Optimization; Traveling salesperson problem
222	Overlapping design and build cycles in product development	CHAKRAVARTY, A.K.	2001	Estados Unidos	European Journal of Operational Research	artigo	Time-to-market; Overlapping-risk; Overlapping-mode; Multiple overlaps; Reconciliation-work
223	Performance analysis and parametric optimal design of an irreversible multi-couple thermoelectric refrigerator under various operating conditions	PAN, Y.; LIN, B.; CHEN, J.	2007	China	Applied Energy	artigo	Thermoelectric refrigeration device; Irreversibility; Structure parameters; Heat-transfer area; Performance analysis; Optimal
224	Performance measurement in the construction industry: An action case investigating manufacturing methodologies	NUDURUPATI, S.; ARSHAD, T.; TURNER, T.	2007	Inglaterra	Computers in Industry	artigo	Performance measurement system; Construction industry; Key performance indicators; Strategy map; Management information systems
225	Performance of static priority rules for shared facilities in a remanufacturing shop with disassembly and reassembly	GUIDE JR., V.D.R.; SOUZA, G.C.; LAAN, E.	2005	Estados Unidos	European Journal of Operational Research	artigo	Manufacturing; Production; Remanufacturing; Queuing
226	Periodic review, push inventory policies for remanufacturing	MAHADEVAN, B.; PYKE, D.F.; FLEISCHMANN, M.	2003	Índia	European Journal of Operational Research	artigo	Inventory; Remanufacturing; Environment; Heuristics; Reverse logistics
227	Planned lead time determination in a make-to-order remanufacturing system	TANG, O.; GRUBBSTRÖM, R.W.; ZANONI, S.	2007	Suécia	International Journal of Production Economics	artigo	Disassembly; Remanufacturing; Reverse logistics systems
228	Planning remanufacturing systems by constrained ordinal optimization method with feasibility model	CHEN, S.; GUAN, X.; ZHAO, Q.; JIA, Q.	2005	China	IEEE	artigo	--
229	Platform for the Integration of Assembly, Disassembly and Life Cycle Management	WESTKÄMPER, E.	2002	Alemanha	CIRP Annals	artigo	Assembly, Integration, Life Cycle Management

230	Process and Facility Planning for Mobile Phone Remanufacturing	SELINGER, G.; FRANKE, C.; CIUPEK, M.; BASDERE, B.	2004	Alemanha	CIRP Annals	artigo	Mobile phone remanufacturing, linear optimization, discrete-event simulation
231	Procurement Competition in Remanufacturing	MAJUMDER, P.; GROENVELT, H.	2001	Estados Unidos		publicação	Closed Loop Supply Chains, Environmental manufacturing, Reverse Logistics
232	Product and Process Design for Successful Remanufacturing	SUNDIN, E.	2004	Suécia	Linköpings Universitet	tese	--
233	Product classification to support approximate life-cycle assessment of design concepts	SOUSA, I.; WALLACE, D.	2006	Estados Unidos	Technological Forecasting and Social Change	artigo	Product classification; Hierarchical clustering; Life-cycle assessment; Conceptual design; Learning surrogate LCA models
234	Product Design for Disassembly and Bulk Recycling	SODHI, M.; KNIGHT, W.A.	1998	Estados Unidos	CIRP Annals	artigo	Design, Disassembly, Environmental
235	Product line selection and pricing with remanufacturing under availability constrains	ARAS, N.; ENSENDURAN, G.; ALTMEL, I.K.	2004	Turquia	Proceedings of SPIE	artigo	Original Equipment Manufacture (OEM) - Product lines - Cannibalization - Gravity models
236	Product Modularization for Parts Reuse in Inverse Manufacturing	KIMURA, F.; KATO, S.; HATA, T.; MASUDA, T.	2001	Japão	CIRP Annals	artigo	Product design, Module structure, Product life cycle
237	Product Recovery in Stochastic remanufacturing systems with multiple reuse options	INDERFURTH, K.; KOK, A.G.; FLAPPER, S.D.P.	2001	Alemanha	European Journal of Operational Research	artigo	Product Recover Management; Remanufacturing; Multiple Reuse Options; Optimal Policies
238	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.,	2003	Estados Unidos	Journal of Cleaner Production	artigo	Product recovery; Computer; Reverse manufacturing; Demanufacturing; Remanufacturing; Design for environment; Environmental management
239	Product remanufacturing and disposal: A numerical comparison of alternative control strategies	LAAN, E.; DEKKER, R.; SALOMON, M.	1996	Holanda	International Journal of Production Economics	artigo	Production planning and inventory control; Remanufacturing; Disposal; Re-order point and disposal point strategies for inventory control; Stochastic models; Markov chains

240	Product service systems in the automobile industry: contribution to system innovation?	WILLIAMS, A.	2007	Inglaterra	Journal of Cleaner Production	artigo	Product-service systems; Behavioural changes; System innovation; Automobile industry; Environmental benefits
241	Product, process, and organizational design for remanufacture - an overview of research	BRAS, A.; McINTOSH, M.W.	1999	Estados Unidos	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	artigo	--
242	Production planning and control for remanufacturing: a state-of-the-art survey	GUIDE JR.; V.D.R.; JAYARAMAN, V.; SRIVASTAVA, R.	1999	Estados Unidos	Robotics and Computer Integrated Manufacturing	artigo	Remanufacturing; Production planning and control; Ecom
243	Production planning and control for remanufacturing: industry practice and research needs	GUIDE JR., V.D.R.	2000	Estados Unidos	Journal of Operations Management	artigo	Environmental issues; Production planning
244	Production planning and inventory control with remanufacturing and disposal	LAAN, E.; SALOMON, M.	1997	Holanda	European Journal of Operational Research	artigo	Production planning; Inventory control; Manufacturing; Remanufacturing; Disposal; Product life-cycle; Statistical reorder point strategies; Computational experiments
245	Production planning for companies with remanufacturing capability	CLEQQ, A.J.; WILLIAMS, D.J.; UZSOY, R.	1995	Inglaterra	IEEE	artigo	--
246	Production planning for remanufactured products	DEPUY, G.W.; USHER, J.S.; WALKER, R.L.; TAYLOR, G.D.	2007	Estados Unidos	Production Planning and Control	artigo	Production planning; Variable processing time; Variable yield rate; MRP
247	Production rate control for stochastic remanufacturing systems	GHARBI, A.; PELLERIN, R.; SADR, J.	2007	Canadá	International Journal of Production Economics	artigo	Remanufacturing, Maintenance, Control Policy, Simulation, Experimental Design
248	Production rate control for stochastic remanufacturing systems	GHARBI, A.; PELLERIN, R.; SARD, J.	2008	Canadá	International Journal of Production Economics	artigo	Remanufacturing; Maintenance; Control policy; Simulation; Experimental design
249	Product-service systems for office furniture: barriers and opportunities on the European market	BESCH, K.	2005	Suécia	Journal of Cleaner Production	artigo	Product-service systems; Office furniture; Product lifetime extension; Remanufacturing; PSS scenario

250	Quality of returns: Is it a factor in remanufacturing?	BEHRET, H.; KORUGAN, A.	2005	Turquia	Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering	artigo	Remanufacturing, hybrid production systems, quality of returns, performance analysis
251	Real world disassembly modeling and sequencing problem: Optimization by Algorithm of Self-Guided Ants (ASGA)	TRIPATHI, M.; AGRAWAL, S.; PANDEY, M.K.; SHANKAR, R.; TIWARI, M.K.	2008	Índia	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	artigo	Disassembly; Ant colony optimization; Fuzzy logic; Product recovery
252	Reconfiguring a Remanufacturing Line at Visteon, Mexico	KEKRE, S.; RAO, U.S.; SWAMINATHAN, J.M.; ZHANG, J.	2003	Estados Unidos	Interfaces	artigo	equipment planning, capacity expansion. Manufacturing: performance, productivity
253	Recovering value from "End-of-Life" Equipment: A case study on the role of product information	PARLIKAD, A.K.; McFARLANE, D.	2004	Inglaterra	Centre for Distributed Automation and Control	publicação	--
254	Redesigning closed-loop service network at a computer manufacturer: A case study	KUSUMASTUTI, R.D.; PIPLANI, R.; LIM, G.H.	2008	Singapura	International Journal of Production Economics	artigo	closed-loop service network; repair network; facility location allocation model
255	Redesigning the Industrial Ecology of the Automobile	WELLS, P.; ORSATO, R.J.	2005	Inglaterra	Journal of Industrial Ecology	artigo	automotive industry, distributed economies, local production and consumption, micro factory retailing (MFR), supply chain management, sustainable business
256	Reducing Waste: Repair, Recondition, Remanufacture or Recycle?	KING, A.M.; BURGESS, S.C.; IJOMAH, W.; McMAHON, C.A.	2006	Inglaterra	Sustainable Development	artigo	waste; remanufacturing; sustainable design
257	Regulatory and Policy Issues for Reuse and Remanufacture of Wood Materials Coated With Lead-Based Paint	NAPIER, T.R.; FALK, R.H.; GUY, G.B.; DRODZ. A.	2005	Estados Unidos	USDA (US Dep. Of Agriculture)	publicação	--
258	Reliability analysis of non-constant-size part populations in design for remanufacture	JIANG, Z.H.; SHU, L.H., BENHABIB, B.	2000	Canadá	Journal of Mechanical Design	artigo	--
259	Reliability prediction of a remanufactured product: A welding repair process case study	ESTERMAN, M.; GERST, P.; DeBARTOLO, E.; HASELKORN, M.	2006	Estados Unidos	American Society of Mechanical Engineers	artigo	Linear elastic fracture mechanics - Remanufacturing - Cycle quality - Reliability performance prediction

260	Remaining life estimation of used components in consumer products: Life cycle data analysis by Weibull and artificial neural networks	MAZHAR, M.I.; KARA, S.; KAEBERNICK, H.	2007	Austrália	Journal of Operations Management	artigo	Remaining life; Reuse; Reliability
261	Remanufacturing and ecoefficiency: A case study of photocopier remanufacturing at Fuji Xerox Australia	KERR, W.	1999	Suécia	Lunds Universitet	tese	--
262	Remanufacturing and Product Design: Designing for the 7th Generation	GRAY, C.; CHARTR, M.	2006	Inglaterra	The Centre for Sustainable Design	publicação	--
263	Remanufacturing Approaches Contributing to Sustainable Engineering	SELIGER, G.; KERNBAUM, S.; ZETTI, M.	2006	Alemanha	GESTÃO & PRODUÇÃO	artigo	sustainability, engineering, remanufacturing, design for remanufacturing, modularity
264	Remanufacturing control in multistage systems with stochastic recovery rates	AKSOY, H.K.; GUPTA, S.M.	2004	Turquia			
265	Remanufacturing in Developing Countries Concentrated at Leasing or Selling - A Case Study of Indonesia -	HANAFIAH; CHEN, L.Y.; NARITA, H.; FUJIMOTO, H.	2003	Japão	Proceedings of EcoDesign 2003	artigo	--
266	Remanufacturing of mobile phones— capacity, program and facility adaptation planning	FRANKE, C.; BASDERE, B.; CIUPEK, M.; SELIGER, G.	2006	Alemanha	Omega	artigo	Mobile phone remanufacturing; Production program planning; Linear optimization; Discrete-event simulation
267	Remanufacturing planning for the reverse Wagner/Whitin models	RICHTER, K.; SOMBRUTZKI, M.	2000	Alemanha	European Journal of Operational Research	artigo	Inventory; Remanufacturing; Stability
268	Remanufacturing process and pipeline centrifugal pumps	MADDOX, G.J.	2001	Estados Unidos	World Pumps	artigo	--
269	Remanufacturing Products with Limited Component Durability and Finite Life Cycles	GEYER, R.; VAN WASSENHOVE, L.N.	2003	Inglaterra	INSEAD - Working Paper Series	artigo	--
270	Remanufacturing: A Key Strategy for Sustainable Development	IJOMAH, W.L.; CHILDE, A.; McMAHON, C.	2004	Inglaterra	Livro: Design and Manufacture for Sustainable Development	publicação	--
271	Remanufacturing: Evidence of Environmentally Conscious Business Practice in the UK	IJOMAH, W.L.; BENNETT, J.P.; PEARCE, J.	1999	Inglaterra	IEEE	artigo	--

272	Remanufacturing: Impacts of sacrificial cylinder liners	KRILL, M.; THURSTON, D.L.	2005	Estados Unidos	Journal of Manufacturing Science and Engineering	artigo	--
273	Remanufacturing: The key solution for transforming "downcycling" into "upcycling" of electronics	STEINHILPER, R.; HIEBER, M.	2001	Alemanha	IEEE	artigo	--
274	Remanufacturing: The next great opportunity for boosting US productivity	GIUNTINI, R.; GAUDETTE, K.	2003	Estados Unidos	Business Horizons	artigo	--
275	Research issues on closed-loop PLM	JUN, H.-B.; KIRITSIS, D.; XIROUCHAKIS, P.	2007	Suíça	Computers in Industry	artigo	PLM; Product lifecycle; Product identification technologies; Research issues
276	Research on accuracy design for remanufactured machine tools	HUANG, X.; DING, W.; HOG, R.	2006	China	IET Conference Publications	artigo	--
277	Revenue management for remanufactured products	MITRA, S.	2007	Índia	Omega	artigo	Reverse logistics; Remanufacturing; Revenue management; Pricing model
278	Reverse logistics of returned products: is Brazil ready for the increasing challenge?	LEITE, P.R.; BRITO, E.Z.	2003	Brasil	Congresso BALAS 2003	artigo	Supply chain management , services and operations management
279	Review of sustainability terms and their definitions	GLAVIČ, P.; LUKMAN, R.	2007	Slovênia	Journal of Cleaner Production	artigo	Sustainability; Cleaner production; Terminology; Definitions; Classification
280	RFID-based product information in end-of-life decision making	PARLIKAD, A.K.; McFARLANE, D.	2007	Inglaterra	Control Engineering Practice	artigo	Data acquisition; Environment; Evaluation; Information analysis; Probabilistic models; Decision making; Uncertainty
281	Scheduling policies for remanufacturing	GUIDE JR.; V.D.R.; KRAUS, M.E.; SRIVASTAVA, R.	1997	Estados Unidos	International Journal of Production Economics	artigo	Recoverable manufacturing; Priority despatching; Disassembly scheduling
282	Second Time Around, and Around: Remanufacturing is Gaining Ground in Corporate America	DEUTSCH, C.H.	1998	Estados Unidos	NY Times	notícia	--
283	Selective Disassembly Sequencing: A Methodology for the Disassembly of End-of-Life Products	KARA, S.; PORNPRASITPOL, P.; KAEBERNICK, H.	2006	Austrália	CIRP Annals	artigo	Disassembly, Reuse, Environmental Impact

284	Setting the holding cost rates in a two-product system with remanufacturing	ÇORBACIOĞLU, U.; LAAN, E.A.	2007	Holanda	International Journal of Production Economics	artigo	Reverse logistics; Remanufacturing; Net present value; Holding cost; Inventory management
285	Simple heuristics for push and pull remanufacturing policies	LAAN, E.A.; TEUNTER, R.H.	2006	Holanda	European Journal of Operational Research	artigo	Inventory control; Remanufacturing; Heuristics
286	Simulation modelling of reverse logistics networks	KARA, S.; RUGRUNGRUANG, F.; KAEBERNICK, H.	2007	Austrália	International Journal of Production Economics	artigo	Reverse logistics; Reuse; Recycling; Simulation modelling
287	Smart Design: Greening the Total Product System	WARREN, J.P.; RHODES, E.	2006	Inglaterra	Springer London	Capítulo de livro	--
288	Strategic deployment of specialised testing and remanufacturing in a global high-tech supply chain	GOENTZEL, J.; MANZIONE, L.; PIBERNIK, R.; PRUETT, J.; THIESSEN, B.	2007	Estados Unidos	International Journal of Manufacturing Technology and Management	artigo	strategic network design; quality management; remanufacturing; high-tech manufacturing; global supply chains; supply chain management; SCM; outsourcing; telecommunications OEMs; strategic deployment; testing; resource allocation; material flow; research and development; R&D investment; cost structures; demand patterns; production yields.
289	Strategic environmental assessment as an approach to assess waste management systems. Experiences from an Austrian case study	SALHOFER, S.; WASSERMANN, G.; BINNER, E.	2007	Áustria	Environmental Modelling & Software	artigo	Waste management; Strategic environmental assessment; Life cycle assessment; Participation
290	Strategic Issues in Product Recovery Management	THIERRY, M.; SALOMON, M.; NUNEN, J.V.; VAN WASSEHNOVE, L.	1995	Estados Unidos	California Management Review	artigo	--
291	Strategic network design for reverse logistics and remanufacturing using new and old product modules	MUTHA, A.; POKHAREL, S.	2008	Singapura	Computers & Industrial Engineering	artigo	Reverse logistics, network design, product modularity, cost, remanufacturing

292	Structured approach to design for remanufacture	SHU, L. H.; FLOWERS, W. C.	1993	Estados Unidos	American Society of Mechanical Engineers	artigo	Product Design, waste disposal, waste utilization, efficiency, reclamation, manufacture, remanufacture, structured design, waste minimization, axiomatic design
293	Supply chain management in a sustainable environment	JAYARAMAN, V.; KLASSEN, R.D.; LINTON, J.D.	2007	Estados Unidos	Journal of Operations Management	artigo	--
294	Supply chain management in a sustainable environment	editorial	2007	Estados Unidos	Journal of Operations Management	editorial	--
295	Supply planning for industrial ecology and remanufacturing under uncertainty: A numerical study of leaded-waste recovery from television disposal	LINTON, J.D.; YEOMANS, J.S.; TOOGALINGAM, R.	2002	Estados Unidos	Journal of the Operational Research Society	artigo	durable goods; forecasting; waste; televisions; technological obsolescence; supply chain management; strategic planning; simulation
296	Supply planning model for remanufacturing system in reverse logistics environment	KIM, K.; SONG, I.; KIM, J.; JEONG, B.	2006	Coréia do Sul	Computers & Industrial Engineering	artigo	Supply planning; Remanufacturing; Reverse logistics
297	Supply-chain network configuration for product recovery	BEAMON, B.M.; FERNANDES, C.	2004	Estados Unidos	Production Planning & Control	artigo	Supply chain, remanufacturing, location model
298	Supporting Design for Remanufacture through Waste-Stream Analysis of Automotive Remanufacturers	SHERWOOD, M.; SHU, L.H.	2000	Canadá	CIRP Annals	artigo	Design, Remanufacture, Waste stream
299	Sustainability Victoria: influencing resource use, towards zero waste and sustainable production and consumption	CLAY, S.; GIBSON, D.; WARD, J.	2007	Austrália	Journal of Cleaner Production	artigo	Sustainability Victoria; Systems of production and consumption; Cleaner production; Life cycle thinking; Eco-design; Innovation; Resource efficiency; Government support programs
300	Sustainable product-service systems	ROY, R.	2000	Inglaterra	Futures	artigo	--
301	Sustainable supply chains: An introduction	LINTON, J.D.; KLASSEN, R.D.; JAYARAMAN, V.	2007	Canadá	Journal of Operations Management	artigo	Supply chain; Sustainability; By-products

302	Sustainable supply chains: An introduction	LINTON, J.D.; KLASSEN, R.; JAYARAMAN, V.	2007	Canadá	Journal of Operations Management	artigo	Supply chain; Sustainability; By-products
303	Synthesis and optimization of the recovery route for residual products under uncertain product demand	DUQUE, J.; BARBOSA-PÓVOA, A.P.F.D.; NOVAIS, A.Q.	2007	Portugal	Computers and Operations Research	artigo	Residual products recovery; Optimization; Network synthesis; Environmental impact; Stochastic flexibility index
304	The development of a remanufacturing platform design: A strategic response to the Directive on waste electrical and electronic equipment	KING, A.M.; BURGESS, S.C.	2005	Inglaterra	Journal of Engineering Manufacture	artigo	remanufacturing, platform design, waste minimization, design for the environment, ecodesign
305	The Economic Impact of Green Product Development	CHEN, J.Y.-C.	1994	Estados Unidos	Massachusetts Intitute of Technology	tese	--
306	The economics of personal computer remanufacturing	FERRER, G.	1997	Estados Unidos	Resources, Conservation and Recycling	artigo	Product recovery; Remanufacturing; Recycling; Waste reduction; Personal computer; Product obsolescence; Design for the environment; Regression
307	The economics of remanufacturing under limited component durability and finite product life cycles	GEYER, R.; VAN WASSENHOVE, L.N.; ATASU, A.	2007	Estados Unidos	Management Science	artigo	remanufacturing; life cycle; durability; economic model
308	The economics of tire remanufacturing	FERRER, G.	1997	França	Resources, Conservation and Recycling	artigo	Remanufacturing; Recycling; Retreading; Incineration; Material recovery; Product recovery; Tire industry; Waste reduction; Resource conservation; Pollution prevention; Environmental economics
309	The effect of categorizing returned products in remanufacturing	ARAS, N.; BOYACI, T.; VERTER, V.	2004	Canadá	IIE Transactions	artigo	--
310	The Effect of Competition on Recovery Strategies	FERGUSON, M.E.; TOKTAY, L.B.	2006	Estados Unidos	Production and Operations Management	artigo	Remanufacturing, Competition, Pricing, Entry-deterrent Strategies

311	The effect of environmental parameters on product recovery	GEORGIADIS, P.; VLACHOS, D.	2004	Grécia	European Journal of Operational Research	artigo	Reverse logistics; Supply chain management; System dynamics
312	The effect of remanufacturing on procurement decisions for resellers in secondary markets	ROBOTIS, A.; BHATTACHARYA, S.; VAN WASSENHOVE, L.N.	2005	França	European Journal of Operational Research	artigo	Inventory/production; Stochastic; Multiproduct; Substitution; Newsvendor problem; Product acquisition management; Remanufacturing
313	The effectiveness of a take-back policy to avoid the non-optimal exclusion of remanufacturing	BUÑUEL, M.	2000	Espanha	Universidad Complutense de Madrid	tese	--
314	The impact of information transparency on the dynamic behaviour of a hybrid manufacturing/remanufacturing system	TANG, O.; NAIM, M.M.	2004	Inglaterra	International Journal of Production Research	artigo	--
315	The impact of remanufacturing in the economy	FERRER, G.; AYRES, R.U.	2000	Estados Unidos	Ecological Economics	artigo	Remanufacturing; Product recovery; Inter-industry flows; Input-output model; France
316	The influence of modularity and industry clockspeed on reverse logistics strategy: Implications for the purchasing function	FERNANDÉZ, I.; KEKÄLE, T.	2005	Espanha	Journal of Purchasing and Supply Management	artigo	Purchasing patterns; Product recovery; Contingency theory; Configurational theory; Industry clockspeed; Product architecture
317	The institutional logic of life cycle thinking	HEISKANEN, E.	2002	Finlândia	Journal of Cleaner Production	artigo	LCA; Institutional theory; Social studies of science and technology; Supply chain
318	The resource conservation effect of recycling in a dynamic Leontief model	DOBOS, I.; FLORISKA, A.	2007	Hungria	International Journal of Production Economics	artigo	Recycling; Reuse; Input-output model; Leontief model; Sustainable development; Balanced growth path; Non-renewable resources; Product recovery management
319	The reverse Wagner/Whitin model with variable manufacturing and remanufacturing cost	RICHTER, K.; WEBER, J.	2001	Alemanha	International Journal of Production Economics	artigo	Product recovery; Remanufacturing; Lot sizing; Inventory management

320	The role of policy instruments in the innovation and diffusion of environmentally friendlier technologies: popular claims versus case study experiences	MICKWITZ, P.; HYVÄTTINEN, H.; KIVIMAA, P.	2008	Finlândia	Journal of Cleaner Production	artigo	Environmental innovations; Public policy; Environmental technology diffusion
321	The supply chain implications of recycling	PAGELL, M.; WU, Z.; MURTHY, N.N.	2007	Canadá	Business Horizons	artigo	Recycling; End-of-life product management; Supply chain management; Environmental management
322	The Use of Virtual Reality Techniques during the Design Process: from the Functional Definition of the Product to the Design of its Structure	ZWOLINSKI, P.; TICHKIEWITCH, S.; SGHAIER, A.	2007	França	CIRP Annals	artigo	Conceptual design, Product Lifecycle, Virtual Reality
323	The utilization rate and value of goods as strategic factors in resource productivity development	BARBIROLI, G.	2006	Itália	Journal of Cleaner Production	artigo	Utilization; Rate; Value; Durable goods; Resource productivity
324	The value of adding design-for-the-environment to pollution prevention assistance options	KURK, F.; EAGAN, P.	2008	Estados Unidos	Journal of Cleaner Production	artigo	Design-for-the-environment; Design for sustainability; Life-cycle design; Ecodesign
325	The value of remanufactured engines: Life-cycle environmental and economic perspectives	SMITH, V.M.; KEOLEIAN, G.A.	2004	Estados Unidos	Journal of Industrial Ecology	artigo	Remanufactured engines - Life-cycle assessment (LCA) models - Energy savings
326	Third-party demanufacturing as a solution for extended producer responsibility	SPICER, A.J.; JOHNSON, M.R.	2004	Canadá	Journal of Cleaner Production	artigo	Extended producer responsibility; Reverse logistics; Recycling; Demanufacturing; Internet
327	Towards a taxonomy of resource recovery from end-of-life products	GOGGIN, K.; BROWNE, J.	2000	Irlanda	Computers in Industry	artigo	Taxonomy; EOL; OEM
328	Towards Design for Remanufacturing - Metrics for Assessing Remanufacturability	BRAS, B.; HAMMOND, R.	1996	Estados Unidos	Proceedings of the 1st International Workshop on Reuse	artigo	--
329	Treatment of Reliability for Reuse and Remanufacturing	MURAYAMA, T.; SHU, L.H.	2001	Japão	IEEE	artigo	--
330	Two-stage make-to-order remanufacturing with service-level constraints	SOUZA, G.C.; KETZENBERG, M.E.	2002	Estados Unidos	International Journal of Production Research	artigo	--

331	Understanding facilities design parameters for a remanufacturing system	TOPCU, A.; CULLINANE, T.	2005	Estados Unidos	Proceedings of SPIE	artigo	Remanufacturing - facilities design - Disassembly - Box-arrow modeling - Product breakdown
332	Using forecasted information from early returns of used products to set remanufacturing capacity	CHITTAMVANICH, S.; RYAN, S.M.	2003	Estados Unidos	Iowa State University	publicação	Forecasting; Capacity planning; Remanufacturing; Maximum likelihood
333	Using remanufactured switching equipment to reduce restoration time in case of a disaster	GOLDEY, C.L.; ENAIRE, L.M.; OLSON, D.; TROTIER, S.L.	2004	Estados Unidos	Bell Labs Technical Journal	artigo	--
334	Using the recyclability index of materials as a tool for design for disassembly	VILLALBA, G.; SEGARRA, M.; CHIMENOS, J.M.; ESPIELL, F.	2004	Espanha	Ecological Economics	artigo	Recyclability index; Disassembly; Recycling
335	Value of information in remanufacturing complex products	FERRER, G.; KETZENERG, M.E.	2004	Estados Unidos	IIE Transactions	artigo	--
336	Yield information and supplier responsiveness in remanufacturing operations	FERRER, G.	2003	Estados Unidos	European Journal of Operational Research	artigo	Remanufacturing; Stochastic process yield; Labor skills; Supplier responsiveness
337	Zone and resource scheduling in remanufacturing systems	GHARBI, A.; PELLERIN, R.; VILLENEUVE, L.	1998	Canadá	IEEE	artigo	--

