

ASPECTOS CRÍTICOS NA CONSOLIDAÇÃO DO SISTEMA DE REMANUFATURA

CHALLENGES IN CONSOLIDATION OF REMANUFACTURING SYSTEMS

Ana Paula B. Barquet

Mestranda - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - UFSC
Departamento de Engenharia de Produção,
Ribeirão Preto, SP
[ana_barquet@yahoo.com.br/](mailto:ana_barquet@yahoo.com.br)

Fernando A. Forcellini

Professor - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
Departamento de Engenharia de Produção - UFSC
forcellini@deps.ufsc.br

RESUMO

O aumento das preocupações ambientais e da concorrência leva as empresas a buscarem novas formas de atuação para se destacarem no mercado. Assim, algumas empresas estão utilizando estratégias de fim de vida como a remanufatura, que, devido aos seus benefícios ambientais e econômicos, está conquistando um espaço importante no cenário mundial. No entanto, empresas que realizam a remanufatura costumam adotar os mesmos métodos e soluções usados na manufatura tradicional e não enxergam a remanufatura a nível estratégico e como um sistema com processos integrados, nem compreendem a complexidade do seu sistema e suas características peculiares. O objetivo deste trabalho é levantar as barreiras das empresas de remanufatura, por meio de um levantamento bibliográfico, que é a primeira etapa de uma pesquisa mais ampla. Posteriormente, por meio de estudos de caso, pretendem-se identificar as barreiras relativas ao sistema de remanufatura de empresas no Brasil. As barreiras levantadas no presente trabalho foram classificadas em sete Áreas Críticas: Fluxo de retorno dos produtos; Relacionamento com fornecedores; Relacionamento com cliente; Fluxo de informações; Modelo de Negócios; Conhecimento e habilidades dos funcionários; e Características do produto.

Palavras-chave: Remanufatura; Cadeia de suprimentos de ciclo fechado; Aspectos Críticos; Barreiras, Áreas Críticas.

ABSTRACT

Increasing environmental concerns and competition drives companies to look for other opportunities in the market. Thus, they are using end of life strategies, such as remanufacturing, which, due to their environmental and economic benefits, is increasing in the business scenario. However, companies that remanufactures typically adopt the same methods and solutions used in traditional manufacturing and not see remanufacturing in a strategic level and as a system with integrated processes, or understand the complexity¹ of this system and its characteristics. The objective of this work is to raise the barriers to remanufacturing business, through a literature review, which is the first step of a deeper study. Then, through case studies, it is intended to identify the barriers in the system for remanufacturing companies in Brazil. The barriers raised in this study were classified in seven critical areas: Return flow of products; Relationship with suppliers; Customer Relations; Information Flow; Business Model; Knowledge and skills of employees; and Product features.

Keywords: Remanufacturing; Closed loop supply chain, Critical aspects; Barriers, Critical Areas.

1. INTRODUÇÃO

O aumento das preocupações ambientais e da concorrência leva as empresas a buscarem novas formas de atuação para se destacarem no mercado. É o caso de empresas que reaproveitam produtos descartados pelos clientes, utilizando estratégias de fim de vida, como a remanufatura, reciclagem ou reuso, para retornarem tais produtos ao mercado.

Dentre estas estratégias de fim de vida dos produtos, a remanufatura é uma das alternativas preferíveis (JACOBSSON, 2000; STEINHILPER; BRENT, 2003). A maioria dos autores se refere ao fato de que, com a remanufatura, os esforços e recursos necessários para o reaproveitamento dos produtos e suas partes são inferiores em comparação a outras possibilidades citadas (LINDAHL; SUNDIN; ÖSTLIN, 2006), bem como a preservação da forma geométrica dos produtos e do seu valor agregado econômico e ambiental, já que depois de remanufaturado o produto deverá ser utilizado para o mesmo fim que foi usado durante seu ciclo de vida original (AMEZQUITA et al, 1995).

Assim, devido aos seus benefícios ambientais e econômicos, a remanufatura está crescentemente conquistando um espaço importante no comércio mundial, inclusive no Brasil. No entanto, empresas que realizam a remanufatura tendem a utilizar práticas, métodos e soluções usadas e adequadas a empresas convencionais de manufatura. Contudo, remanufatura é um sistema mais complexo e apresenta um número maior de variáveis a serem consideradas (ZANETTE, 2008).

Alguns fatores, que serão tratados mais profundamente durante este trabalho, diferem o sistema de remanufatura de um 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, comparado a manufatura (STEINHILPER, 1998).

Segundo Guide e Van Wassenhove (2009), uma das maneiras de lidar com as peculiaridades do sistema de remanufatura é ir além de questões operacionais e ter uma perspectiva global dos processos de negócios.

Guide (2000) cita algumas características do sistema de remanufatura que também o diferem (a remanufatura) da manufatura, como: incerteza no tempo e qualidade do produto usado, bem como da possibilidade de reaproveitamento dos materiais dos itens que retornam; necessidade de balancear o retorno de produtos usados com a demanda por produtos remanufaturados e de desmontar produtos recolhidos; necessidade de uma rede de logística reversa.

As características levantadas por Guide (2000) demonstram algumas das peculiaridades que tornam o sistema de remanufatura mais complexo e com necessidade de novas estratégias a serem abordadas para que as barreiras deste sistema sejam superadas. Deste modo, para tornar o sistema de remanufatura mais efetivo e para que este alcance benefícios econômicos e ambientais, nota-se a importância de levantar as principais barreiras associadas ao sistema de remanufatura, com intuito de encontrar estratégias para contorná-las.

As peculiaridades deste sistema dificultam a consolidação deste sistema nas empresas. Assim, o objetivo deste artigo é levantar os aspectos críticos na consolidação de um sistema de remanufatura. Tais aspectos foram levantados por meio do estudo e da análise de artigos que tratam do tema. A maioria dos artigos utilizados para este trabalho é internacional, já que, no Brasil, o tema “remanufatura” ainda é pouco conhecido e discutido.

O trabalho estruturou-se na pesquisa qualitativa, por meio de um delineamento teórico-conceitual, consistindo no levantamento da literatura existente sobre o tema e os principais trabalhos realizados, com dados atuais e relevantes.

Este trabalho é a primeira etapa de uma pesquisa mais ampla. Após levantar as barreiras de estruturação do sistema de remanufatura, com base numa pesquisa bibliográfica, objetivo do presente trabalho, posteriormente serão realizados estudos de caso em empresas nacionais, a fim de encontrar e relatar suas dificuldades em relação a remanufatura. Finalmente, após estudar os achados da teoria e da prática, estes servirão de base para o levantamento de estratégias que possam auxiliar as empresas a contornar tais desafios.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Alternativas de reaproveitamento do produto

Algumas das opções de fim de vida, além da remanufatura, são: reparo, recondicionamento, reutilização, reciclagem. Muitas vezes, de forma equivocada, estes termos são utilizados como sinônimos.

Para Ijomah, Childe e McMahon (2004) o recondicionamento origina produtos em condições satisfatórias, porém podendo ter especificações e garantias inferiores à especificação original do fabricante. No reparo, há a correção de falhas em um determinado produto, também com garantias inferiores às dos recém-fabricados equivalentes. Já o reuso implica na reutilização dos produtos sem grandes reparos e a reciclagem denota na recuperação dos materiais, sem conservar qualquer estrutura do produto.

Já na remanufatura, o produto usado é reprocessado e dá origem ao produto remanufaturado, com a mesma qualidade e garantia de um produto recém-fabricado. Seitz (2007) define a remanufatura como a transformação de um produto no fim de sua vida útil em um produto com a mesma qualidade de um novo. Este processo inclui algumas das seguintes etapas: desmontagem do produto, limpeza e identificação de suas partes, recuperação das partes e remontagem do produto. Tais etapas podem apresentar uma seqüência diferente da supracitada, dependendo do tipo de produto.

A remanufatura teve início nos Estados Unidos e na Inglaterra na década de 40 e tem sua mais forte tradição no setor automotivo, já que os produtos deste setor representam dois terços de todos os produtos que são remanufaturados (STEINHILPER; BRENT, 2003). No

entanto, nas últimas décadas o conceito de remanufatura se estendeu para outros setores como os de eletrodomésticos, máquinas e telefones celulares (SUNDIN, 2004).

A seguir, serão descritos as principais forças motivadoras da remanufatura nas indústrias.

2.2 Motivadores da Remanufatura

Os fatores mais encontrados e citados pela literatura pesquisada, como incentivadores do desenvolvimento da remanufatura, foram as questões econômicas, ambiental e a legislação. Estes estão descritos a seguir.

- *Questão econômica.* Um dos maiores interesses despertados pela remanufatura está relacionado com a redução de custos. Um estudo realizado por Lindahl, Sundin e Östlin (2006) conclui, com base nos processos industriais, na revisão da literatura e em estudos de caso investigados pelos autores, que a remanufatura é preferível que a manufatura de novos produtos por utilizar menos recursos de materiais, o que é economicamente vantajoso para as empresas. Além disto, segundo Giuntini e Gaudette (2003), o preço dos produtos remanufaturados é 30-40% inferior ao de novos produtos, já que o custo da remanufatura é 40-65% menor, quando comparado com a produção de novos produtos.

- *Fator Ambiental.* Concordando com Amezquita et al (1995), Ayres, Ferrer e Van Leynseele (1997) sugerem que a remanufatura dos produtos leva a dois efeitos ambientais. O primeiro efeito seria no processo produtivo, já que a remanufatura reduz a demanda por matéria-prima, uma vez que parte da produção é assegurada pelo reaproveitamento dos produtos usados. O segundo efeito se dá pelo maior aproveitamento de recursos, pois a remanufatura oferece uma alternativa para os produtos usados quando estes chegam no final de sua vida útil, o que reduz a quantidade de aterros e de lixo gerado.

- *Legislação.* O processo de manufatura gera uma grande quantidade de resíduos e lixo (NASR, 1996 apud IJOMAH et al, 2007), o que leva a legislação a exigir alternativas para a redução dos impactos ambientais dos produtos e processos de fabricação (IJOMAH et al, 2007). A remanufatura pode ser uma destas alternativas.

Existem propostas européias sobre a legislação de retorno do produto (take-back laws), que obrigam os fabricantes a se responsabilizar pelos seus produtos no fim do seu ciclo de vida útil (FIKSEL, 1996 apud HAMMOND; AMEZQUITA; BRAS, 1998).

No caso do Brasil, ainda não existem leis associadas a remanufatura e ao produto remanufaturado, o que limita o entendimento, bem como o desenvolvimento (deste modelo processo, método, sistema) deste tema no Brasil. Segundo a legislação brasileira, a definição de produto usado engloba o conceito de produto remanufaturado, não sendo feita uma diferenciação entre os dois conceitos (AMARAL, 2008).

2.3 O Sistema de Remanufatura

Östlin (2008) denomina de “Sistema de Remanufatura” os processos externos e internos da remanufatura, que engloba as atividades desde o recolhimento de produtos usados dos clientes (que se tornam fornecedores de partes e produtos) ou fornecedores intermediários até a volta dos produtos para serem comercializados, já remanufaturados, no mercado. A seguir está ilustrado o Sistema de Remanufatura, de acordo com autor citado acima.

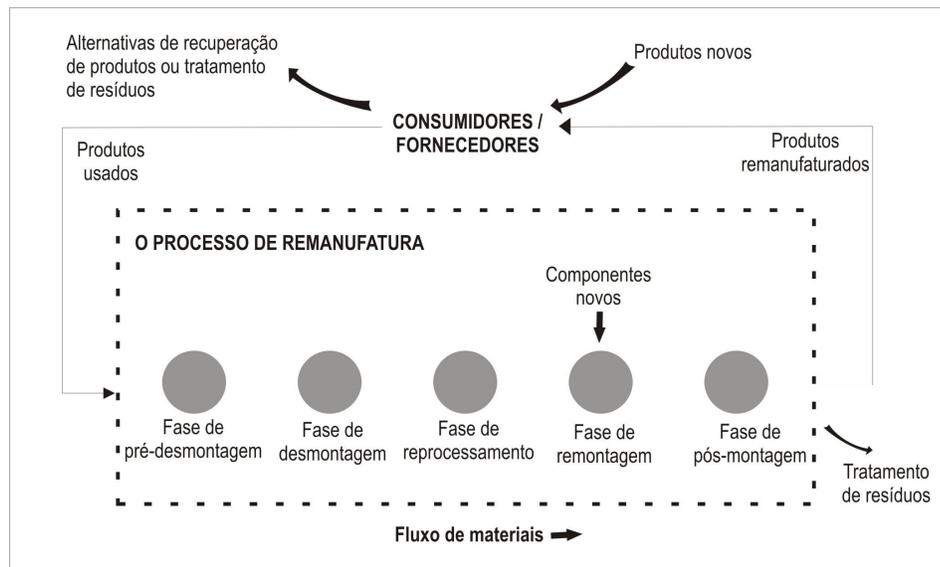


Figura 1 – Sistema de Remanufatura

Fonte: Adaptado de ÖSTLIN, 2008.

A seguir, serão conceituados os Processos interno e externo, conforme Östlin (2008), porém algumas sugestões foram acrescentadas em relação à proposta deste autor.

2.4.1 Processo Interno

Östlin (2008) considera apenas a Operação de remanufatura como Processo interno. No presente trabalho, será incluído Projeto para remanufatura neste processo. Ambos estão descritos a seguir.

2.4.1.1 A Operação de remanufatura

A Operação de remanufatura, que também é um processo, será denominada de operação por motivos didáticos, já que o nome "Processo de remanufatura" poderia confundir o leitor, já que serão tratados os Processos internos e externos em um nível mais abrangente. Assim, a Operação de remanufatura inicia-se com a chegada de um produto utilizado pela empresa remanufatureira, onde o produto passa por uma série de etapas industriais, incluindo desmontagem, limpeza, reprocessamento das partes e substituição daquelas não remanufaturáveis, seguidas de remontagem e testes, resultando em um produto remanufaturado. A ordem destas atividades pode diferir entre os diferentes tipos de produto (IJOMAH et al, 2007). No entanto, de maneira geral, as etapas da operação de remanufatura estão esquematizadas na Figura 2.

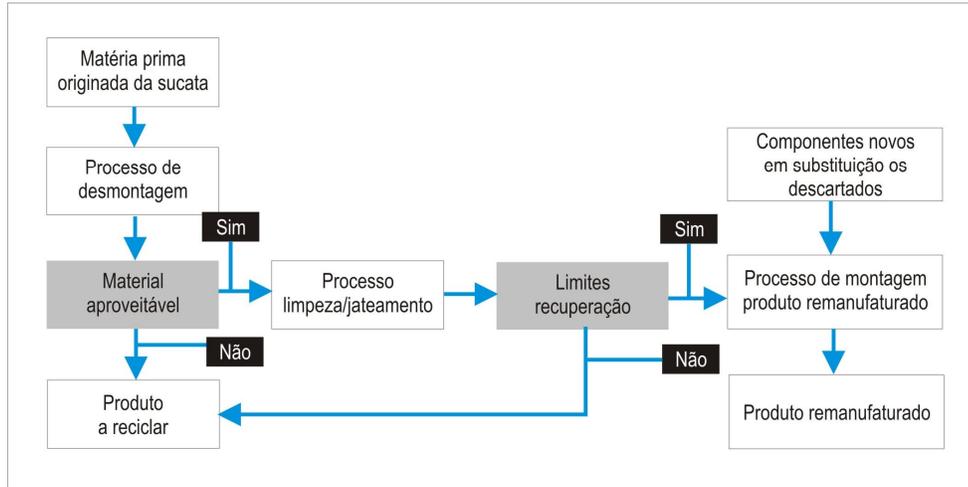


Figura 2 – Operação de Remanufatura

Fonte: Goto; Koga; Pereira (2006).

2.4.1.2 Projeto para Remanufatura (Design for Remanufacturing)

Segundo Park (2005), em torno de 80% dos impactos ambientais dos produtos é determinado durante sua fase de concepção. Isto demonstra a responsabilidade que o pessoal envolvido na concepção e desenvolvimento de produtos tem em abordar questões relacionadas com a vida útil dos produtos.

Assim, é importante considerar a gestão do ciclo de vida durante o desenvolvimento do produto, para que o mesmo possa ser projetado de forma a apoiar alguma das possibilidades de reaproveitamento do produto e/ou suas partes, como por exemplo, a remanufatura (NASR; THURSTON, 2006).

Andrue (1995 apud IJOMAH et al, 2007) levanta algumas características dos produtos remanufaturáveis: o produto apresenta um núcleo base que possibilita sua recuperação; existe a disponibilidade no fornecimento contínuo de tais componentes; o produto e/ou suas partes podem ser desmontados e recuperados de acordo com a especificação original; o valor agregado do produto e/ou suas partes é elevado em relação ao seu valor de mercado e seu custo original; o produto e o processo tecnológico são estáveis.

2.4.2 Processo Externo

Para facilitar a compreensão do Sistema de Remanufatura, propõe-se dividir o Processo Externo em: Cadeia de Suprimentos de Ciclo Fechado, Cadeia de Suprimentos Reversa e Logística Reversa. Para a compreensão destes itens, primeiramente será conceituada a Gestão da Cadeia de Suprimentos.

2.4.2.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos

Segundo Ballou (2006), a cadeia de suprimentos engloba todas as atividades relacionadas com o fluxo de informação e de materiais, responsável pela transformação de produtos, desde o estágio da matéria-prima até sua chegada ao usuário final. Assim, esta cadeia trata destes fluxos e das empresas que fazem parte dos mesmos, para produzir vantagem competitiva e lucratividade para cada uma das empresas pertencentes à cadeia.

2.4.2.2 Cadeia de Suprimentos de Ciclo Fechado

A gestão da cadeia de suprimentos de ciclo fechado é definida como o design, controle e operação de um sistema, para maximizar o valor criado durante todo o ciclo de vida do produto, por meio da recuperação do valor de diferentes tipos e volumes de produtos. Desta forma, as cadeias de ciclo fechado focam em recuperar produtos a partir dos clientes, bem como recuperar o valor adicionado a estes produtos, por meio da reutilização deste ou de suas partes (GUIDE; VAN WASSENHOVE, 2009).

O conceito de cadeia de ciclo fechado engloba a cadeia de suprimentos direta e cadeia de suprimentos reversa, sendo que ambas não devem ser tratadas de maneira isolada (FIORAVANTI; CARVALHO, 2008).

2.4.2.3 Cadeia de Suprimentos Reversa

Motivadas pela redução de custos por meio do reaproveitamento de produtos ou pelo aumento na percepção de valor pelo cliente, muitas cadeias de suprimentos ampliaram seu

envolvimento em atividades que vão além da vida útil do produto. Estas atividades estão relacionadas ao recolhimento do produto, ao seu reaproveitamento ou ao seu descarte (CORBETT; SAVASKAN, 2002).

Leite (2003) relata que as cadeias de suprimentos reversa ainda não são tratadas como um processo de negócio e sim como uma série de atividades independentes, considerando cada atividade isoladamente sem considerar sua natureza integrada.

Os trabalhos de Guide e Van Wassenhove (2009), completando a pesquisa dos mesmos autores realizada em 2002, classificam as etapas da cadeia reversa como: coleta, inspeção, logística reversa, remanufatura, distribuição e remarketing. No presente trabalho, a remanufatura é considerada fora do escopo da cadeia de suprimentos reversa, sendo tratada aqui como um dos processos internos do Sistema de Remanufatura.

Inserida na cadeia de suprimentos reversa, estão às atividades da Logística Reversa.

2.4.2.4 Logística Reversa (LR)

De acordo com o Council of Logistics Management (apud ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998), Logística Reversa é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira efetiva o fluxo de componentes, materiais em processamento, produto final e informações relacionadas, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recuperar e agregar valor ou realizar o descarte mais apropriado (FIORAVANTI; CARVALHO, 2008). A adição de valor pode ser de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros (LEITE, 2003).

A LR está começando a receber mais atenção dos gestores, devido as suas implicações estratégicas (DAUGHERTY; AUTRY; ELLINGER, 2001).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa. Do ponto de vista dos seus objetivos, a pesquisa é exploratória, já que envolve levantamento bibliográfico e a análise de exemplos que estimulem a compreensão do tema (GIL, 1991).

O método utilizado foi o indutivo. Neste método, a generalização dos fatos deriva da observação de casos da realidade concreta e as constatações particulares levam à elaboração de tais generalizações (LAKATOS; MARCONI, 1993).

Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico, buscando-se artigos que contemplassem as palavras: Remanufacture; Remanufacturing; Remanufactured; Design for

environment; Design for remanufacturing; Reverse logistics; Product recovery; Reverse supply chain; Closed loop; Closed loop supply chain; End of life; Lifecycle, bem como as traduções destas palavras para a língua portuguesa. Foram registrados e estudados um total de 91 artigos, sendo que apenas 22 trabalhos apresentam-se em língua portuguesa.

Nos artigos registrados, investigaram-se os aspectos críticos relacionados às peculiaridades do sistema de remanufatura. Assim, todos os artigos foram lidos na íntegra, sendo que o critério utilizado para a inclusão de artigos na presente pesquisa foi a identificação de barreiras, problemas e/ou dificuldades relacionadas ao sistema de remanufatura, no que diz respeito ao seu desenvolvimento, consolidação e estruturação.

Com intuito de facilitar a estruturação e compreensão das dificuldades listadas, estas foram classificadas e divididas em sete diferentes áreas de estudo: Fluxo de retorno dos produtos; Relacionamento com fornecedores; Relacionamento com cliente; Fluxo de informações; Modelo de Negócios; Conhecimento e habilidades dos funcionários; e Características do produto.

Estas áreas foram definidas com base no trabalho de Jacobsson (2000), que levantou as seguintes áreas de estudo em seu trabalho que aborda a venda de serviços relacionados a produtos remanufaturados: Fluxo de informações; Questões sobre RH; Relacionamento com os clientes; Fluxo de Material; Características do produto.

O autor supracitado considerava os fornecedores em “Relacionamento com os clientes”, já que, no seu estudo, os clientes eram os fornecedores dos produtos usados, a matéria-prima para as operações de remanufatura. No presente trabalho, como o cliente pode ou não ser o fornecedor direto da matéria-prima, este foi considerado em um item a parte.

A área “Conhecimentos e habilidades dos funcionários” foi adaptada de “Questões sobre RH”, relativo ao trabalho de Jacobsson (2000), bem como o item “Fluxo de Materiais” foi denominado no presente trabalho de “Fluxo de retorno dos produtos”. Já o item “Modelo de Negócios” foi baseado na pesquisa de Gray (2006), que levantou desafios para aumentar o Projeto para Remanufatura e inclui tal item nestes desafios.

Tais áreas, descritas a seguir, foram definidas por serem consideradas as mais relevantes em relação aos desafios da remanufatura, ao englobarem de forma clara e lógica os problemas relacionados à remanufatura encontrados na literatura.

É importante ressaltar que as áreas descritas apresentam relação e dependência entre si em comum, porém foram divididas desta forma para facilitar a compreensão e organização dos aspectos críticos da consolidação da remanufatura.

4. ÁREAS CRÍTICAS DO SISTEMA DE REMANUFATURA

Nos itens que se seguem, serão levantados e descritos os desafios de cada Área Crítica do Sistema de remanufatura.

4.1 Fluxo de retorno do produto

Este item refere-se ao fluxo de retorno dos produtos para a empresa remanufatureira. Leva-se em consideração o transporte do produto do fornecedor a empresa remanufatureira, podendo ou não ter pontos de estocagem durante este caminho, sendo que a inspeção pode ocorrer em diversos pontos deste processo ou somente depois que o produto estiver na fábrica.

O fluxo de retorno de produtos é influenciado pelas distâncias entre os vários locais que se encontram os produtos usados e o ponto onde os mesmos serão remanufaturados, sendo também afetados pelas incertezas quanto à qualidade, quantidade e o momento de retorno dos produtos usados (JACOBSSON, 2000). Hermansson e Sundin (2005) comentam sobre o fato que as incertezas associadas ao fluxo de retorno dos produtos são os maiores problemas encontrados nos estudos sobre remanufatura.

Segundo Guide, Harrison e Van Wassenhove (2003), é essencial controlar a qualidade dos produtos usados, já que estes são o input, ou seja, a entrada para a operação de remanufatura. O fornecimento de partes para remanufatura irá flutuar de acordo com o nível de qualidade dos produtos recolhidos (ÖSTLIN; SUNDIN; BJORKMAN, 2009).

Segundo o autores citados acima, os altos custos e peculiaridades do fluxo reverso de materiais fazem com que o processo de gerenciamento destes materiais seja mais complexo do que no tradicional modelo de negócios, relativo ao primeiro ciclo de vida do produto. O planejamento da produção depende do fluxo de materiais, além das características do produto e de como as operações de remanufatura são criadas (JACOBSSON, 2000).

Para Barker e King (2007), também pode ocorrer um acúmulo de produtos esperando para serem remanufaturados, nos casos de um fraco controle e planejamento da produção ou por não haver uma demanda suficiente para produtos remanufaturados, o que eleva o custo do sistema de remanufatura. Este acúmulo de produtos também pode causar um bloqueio de

produtos sem condições de remanufaturar ao acesso daqueles com possibilidades de remanufatura, aumentando o tempo para triagem e inspeção dos produtos.

Além disto, o transporte e armazenamento de produtos que não apresentam condições de serem remanufaturados elevarão o custo do sistema e aumentarão o tempo de suas operações. A ocorrência destes itens está associada a vários fatores, mas principalmente a baixa estruturação da logística reversa (FERRER; WHYBARK, 2000).

4.2 Relacionamento com cliente

É importante considerar o relacionamento com o cliente, no ponto de vista do cliente como comprador do produto remanufaturado, já que em alguns casos, o cliente também pode ser o fornecedor do produto que será remanufaturado. Este caso será tratado no item 5.1.5, referente a Área 5, que trata do “Relacionamento com fornecedores”.

Atualmente, esta questão é de extrema relevância, visto que a demanda para produtos remanufaturados é baixa e instável (BARKER; KING, 2007; GIUNTINI, 2008; GEYER; JACKSON, 2004; KING; BURGUESS, 2005). Alguns fatores levam a esta demanda baixa e instável, como por exemplo, a baixa aceitação do consumidor em relação a produtos remanufaturados. A incerteza dos clientes quanto à qualidade destes produtos torna-os desconfiados em adquiri-los (IJOMAH et al, 2007; JACOBSSON, 2000; ÖSTLIN; SUNDIN; BJÖRKMAN, 2009; SEITZ, 2007).

Além disto, o cliente pode considerar o produto remanufaturado pouco atraente, ao compará-lo com o novo (JACOBSSON, 2000), já que estes podem preferir produtos mais atualizados, com design e tecnologias mais modernas. Outro aspecto é a grande variedade de produtos com preços baixos disponíveis no mercado.

O trabalho de Hermansson e Sundin (2005) relata sobre a falta de estruturação do canal de venda(s) para produtos remanufaturados. As empresas não se preocupam em desenvolver estratégias de marketing para estes produtos, nem em treinar e informar o pessoal de vendas sobre os benefícios dos mesmos e como estes devem conquistar os clientes para vender os produtos remanufaturados.

4.3 Modelo de Negócios

Este item mostra a importância da adaptação do modelo de negócios da empresa, que devem considerar a remanufatura a nível estratégico e integrado aos outros processos da empresa.

De acordo com Gray (2006), o design de modelos de negócios é a chave para criar e estabelecer mercados para os produtos remanufaturados. Este deve ser construído para o fornecimento e aquisição de produtos remanufaturados.

As características do sistema de remanufatura se diferem do modelo tradicional de manufatura e as empresas devem levar isto em consideração ao decidirem por implementar os processos de remanufatura (JACOBSSON, 2000).

Portanto, a remanufatura deve ser considerada em um nível organizacional e o modelo de negócios deve ser projetado para acomodar e incentivar a remanufatura (GRAY, 2006). Este modelo deve englobar suas peculiaridades, como suas incertezas associadas, a demanda instável e a baixa automatização dos processos, que eleva a necessidade da mão-de-obra, além de considerar a gestão do retorno dos produtos usados de diferentes tipos e em diferentes fases do ciclo de vida.

É importante ressaltar que os tradicionais paradigmas dos modelos da empresa podem prejudicar os resultados da remanufatura. Fabricantes que deixarem de considerar a oferta de serviços e se limitarem a venda de produtos, dificilmente estimularão os clientes a alterar seu atual comportamento, no sentido de incentivarem a demanda pela função que o produto pode desempenhar, ao invés da busca pela inovação de produtos (IJOMAH et al, 2007).

Outro aspecto importante é a implementação dos processos de remanufatura, que não devem estar separados e serem independentes dos outros processos da empresa. O sistema de remanufatura não alcançará a eficiência desejada caso este sistema seja considerado a parte e não integrado as competências centrais da empresa. (JACOBSSON, 2000).

Uma importante decisão que fará parte do negócio da empresa é a decisão por terceirizar algumas atividades do sistema de remanufatura, caso o remanufatureiro não tenha competências para realizá-las. Isto evitará que a empresa de remanufatura canalize esforços para estas atividades, buscando empresas que tenham tais competências (JACOBSSON, 2000).

4.4 Fluxo de informações

O fluxo de informações para remanufatura é um importante instrumento para lidar com as incertezas associadas ao sistema de remanufatura, possibilitando o estabelecimento de um eficiente sistema (JACOBSSON, 2000).

Portanto, a maioria do fluxo de informação relacionado à remanufatura diz respeito às incertezas relativas ao retorno dos produtos. Tais incertezas contribuem para que as

informações requeridas para um eficiente planejamento do sistema de remanufatura estejam disponíveis mais tarde do que em um sistema de produção convencional. Caso o remanufatureiro não reduza o lead time da informação, a coordenação das operações de produção e logística acarretará em um aumento dos custos do sistema (JACOBSSON, 2000).

Desta forma, nota-se que a grande parte das decisões sobre remanufatura são tomadas sem informações precisas sobre a rentabilidade resultante de remanufaturar o produto (FERRER, 2003).

Há ainda uma dificuldade no fluxo de informações entre os atores pertencentes ao sistema de remanufatura, já que, muitas vezes, as informações ficam limitadas a cada ator (FERRER, 2003), como por exemplo, as informações sobre a fase de uso do produto ficam limitadas ao consumidor (SEITZ; PEATTIE, 2004), as informações sobre a montagem do produto limitadas ao fabricante original ou montadora. Assim, algumas informações essenciais e úteis para otimizar o sistema não são disponibilizadas ao remanufatureiro (JACOBSSON, 2000). Nota-se, portanto, a falta de um fluxo de informações que integre todo o sistema de remanufatura (FERRER, 2003).

As informações referentes ao produto são importantes tanto para planejar as atividades de reaproveitamento como para evitar transporte e reprocessamento de produtos que não apresentam condições de serem reaproveitados (JACOBSSON, 2000).

Outro importante aspecto, que influencia a demanda por produtos remanufaturados e a percepção que o cliente tem deste produto, são as informações que são disponibilizadas para ele sobre os benefícios e a qualidade do produto remanufaturado (SEITZ, 2007). Poucos clientes têm conhecimento que o verdadeiro processo de remanufatura resulta em produtos com, pelo menos, qualidade e garantias equivalentes a um novo produto.

4.5 Relacionamento com fornecedores

Na pesquisa realizada por Sundin et al (2008), o autor conclui que a relação do remanufatureiro com seu fornecedor de produtos usados é um aspecto de grande importância para a efetividade do negócio, o que concorda com a pesquisa de Östlin, Sundin e Bjorkman, (2009).

A grande quantidade de fornecedores de produtos usados, a matéria-prima da remanufatura, dificulta o controle da qualidade destes produtos pelas empresas que os recebem para remanufaturá-los, bem como a falta de proximidade de relacionamento entre o remanufatureiro e seu fornecedor. Além disto, grande parte dos remanufatureiros, ao

selecionarem seus fornecedores, escolhem aqueles que possuem preços mais reduzidos (JACOBSSON, 2000). Isto pode levar a aquisição de produtos usados com menores preços, porém com baixas condições de serem remanufaturados.

Existem casos que o fornecedor da matéria-prima para as operações de remanufatura são os clientes, que descartam o produto devido o fim de sua vida útil ou outros motivos, como o lançamento de um produto mais moderno.

Neste caso, existem alguns problemas relativos à falta de incentivo que estes clientes recebem para retornar os produtos usados às empresas que remanufaturam (KING; BURGUESS, 2005). Algumas situações que podem influenciar esta falta de incentivo são: falta de contato entre o remanufatureiro e clientes (ÖSTLIN; SUNDIN; BJORKMAN, 2009) e a falta de conhecimento e confiança do cliente sobre a remanufatura (SEITZ, 2007), como por exemplo, suas as vantagens econômicas e ambientais da remanufatura.

Assim, as empresas que querem alcançar sucesso com a remanufatura precisam pensar em estratégias que estimulem o cliente a realizar este retorno e que o aproximem da empresa remanufatureira (ÖSTLIN; SUNDIN; BJORKMAN, 2009).

É importante ressaltar que, quando a empresa decide por realizar o recolhimento de produtos usados direto de clientes, esta deve levar em consideração o fato de que os clientes podem estar espalhados em uma ampla região geográfica, além de que uma pequena quantidade de produtos será coletada por cliente (GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003). Estas questões aumentam os custos de coletar os produtos diretamente dos clientes que o utilizaram em sua primeira vida útil.

4.6 Conhecimentos e habilidades dos funcionários

A implementação de um sistema de remanufatura requer treinamento de funcionários para realizar as atividades necessárias. De acordo com a natureza da remanufatura e o fato de que poucas etapas podem ser automatizadas, a sua implementação também requer que as experiências e conhecimentos táticos dos funcionários sejam passados para as pessoas envolvidas no sistema. Assim, é crucial que tais experiências sejam capturadas e gerenciadas de forma a beneficiarem toda a organização, sem que estas fiquem concentradas em poucas pessoas, fazendo com que alguns funcionários dependam de outros mais experientes (JACOBSSON, 2000).

As habilidades, conhecimentos e experiências dos funcionários contribuirão para o sistema de remanufatura. Desde o momento do contato com o fornecedor do produto usado,

nas atividades de inspeção, transporte, armazenamento, desmontagem e limpeza, até a venda do produto remanufaturado, os funcionários devem conhecer os processos de remanufatura para lidar com os produtos da forma adequada.

Embora máquinas sofisticadas possam aumentar a automatização e a eficiência das operações de manufatura, a variabilidade nas operações de remanufatura não permite uma automatização significativa com a tecnologia disponível atualmente. Preferencialmente, suas operações apresentam grande volume de trabalho manual, principalmente nas atividades de desmontagem, e necessitam de trabalhadores qualificados para isto (FERRER, 2003).

Assim, a dificuldade em padronizar os processos da remanufatura, devido à variabilidade de partes, produtos e processos, requer funcionários qualificados para lidar com estas características. Ou seja, os funcionários devem adquirir habilidades relativas às várias atividades do sistema de remanufatura (JACOBSSON, 2000).

Gray (2006) relata a inexistência de pessoal qualificado para a remanufatura. Funcionários envolvidos com a remanufatura devem apresentar experiência e know-how em relação aos processos. O autor ainda levanta alguns conhecimentos necessários para estes funcionários, como por exemplo: saber realizar a triagem e identificação dos produtos usados e necessidade de know-how técnico na criação de máquinas e nos testes de equipamentos.

No entanto, sem o conhecimento verdadeiro do que é e de como se faz a remanufatura, qualificar os funcionários não levará os resultados que as empresas esperam do sistema de remanufatura. A alta administração deve se envolver e conhecer o sistema (IJOMAH; CHILDE; MCMAHON, 2004), por isso a importância de ver a remanufatura em nível organizacional, como citado no item “Modelo de Negócios”.

4.7 Características do produto

Este item diz respeito às características dos produtos, que determinarão como e com que eficiência ocorrerá a operação de remanufatura do produto após o fim de sua vida útil (JACOBSSON, 2000).

No entanto, a maioria dos produtos apresentam baixa remanufaturabilidade (IJOMAH et al, 2007, GEYER; JACKSON, 2004), pois, durante o seu desenvolvimento, houve pouca preocupação projetá-lo para a remanufatura (FERRER; WHYBARK, 2000).

É o caso da seleção de materiais que serão utilizados nos produtos. Caso o produto seja projetado pensando-se na sua remanufatura, deverá ser levada em consideração a durabilidade dos materiais selecionados (IJOMAH et al, 2007). Materiais não duráveis podem

levar a quebra durante a operação de remanufatura ou a deterioração durante o uso, impossibilitando a remanufatura (AMEZQUITA et al, 1995).

A inspeção, uma das etapas da operação de remanufatura, não agrega valor ao produto. Apesar disso, esta etapa não costuma ser rápida ou simples, (AMEZQUITA et al, 1995) e pode ter um custo elevado por motivos como a dificuldade de identificar o grau em que o produto está gasto ou danificado, tornando mais complexa a avaliação sobre as condições de remanufaturabilidade do produto. Além disto, o esforço necessário para inspecionar o produto pode ser desproporcional ao valor de remanufaturá-lo (WEISS; KARWASZ, 2005 apud BARKER; KING, 2007).

A etapa de desmontagem, que também não agrega valor ao produto remanufaturado, pode ter seu tempo e custos aumentados por três principais motivos: a maioria dos produtos foi projetada sem levar-se em consideração a possibilidade de, posteriormente, serem desmontados (KING; BURGUESS, 2005); presença de fixações permanentes nos produtos; e partes que necessitam serem substituídas e que não foram projetadas pensando na facilidade de substituição (AMEZQUITA et al, 1995).

Conforme citado, além da falta de padronização nas fixações utilizadas no produto aumentar o tempo e custos da etapa de desmontagem, dificulta o processo de controle de materiais (AMEZQUITA et al, 1995), sendo que algumas tecnologias de fixação dificultam a separação de componentes ou podem causar danos nestes durante a separação (IJOMAH et al, 2007), muitas vezes impossibilitando a remanufatura do produto.

Weiss e Karwasz (2005 apud BARKER; KING, 2007) afirmam que os projetistas devem considerar as questões sobre desmontagem nas fases iniciais do projeto do produto, reduzindo assim os desperdícios no produto no seu fim de vida. Eles também sugerem que 90% dos produtos usados não podem ser utilizados por conter diferentes tipos de materiais. Portanto, a variabilidade de materiais utilizados no produto, como também de produtos, limitará a remanufatura do mesmo, por motivos como a dificuldade de padronizar os processos de remanufatura (SUNDIN, 2004; BARKER; KING, 2007).

A etapa de limpeza também é crucial na operação de remanufatura e os produtos e partes usadas inevitavelmente precisam de limpeza. A maneira como os produtos e suas partes será limpa dependerá das características dos mesmos e deve-se ter cuidado na seleção dos agentes de limpeza, para não deixarem resíduos no produto ou danificá-lo (STEINHILPER;

BRENT, 2003). É importante ressaltar que a limpeza adequada dos produtos facilitará sua inspeção, já que grande parte das inspeções são realizadas visualmente (SUNDIN, 2004).

Outra importante questão está relacionada com maturidade da tecnologia no produto (GRAY, 2006). Caso a vida do produto seja mais longa do que a “vida do design”, a tecnologia pode ter tornado-se obsoleta ou indesejável aos clientes, no momento em que o produto está pronto para ser remanufaturado (IJOMAH et al, 2007). O mesmo pode ocorrer nos casos que o design estético predominar em relação ao design para funcionalidade (SHERWOOD, 2000).

A decisão sobre remanufaturar o produto também deve levar em consideração o valor agregado do produto e/ou suas partes, no fim de vida (NASR; THURSTON, 2006). O custo do sistema de remanufatura não deverá ser maior que os benefícios econômicos provenientes de remanufaturar.

Após explicar as sete Áreas críticas na consolidação da remanufatura, serão levantados os aspectos críticos, também denominados de barreiras no presente trabalho.

5. BARREIRAS LEVANTADAS POR MEIO DO ESTUDO DA LITERATURA

Por meio do estudo de artigos na área de remanufatura, foram levantadas as maiores barreiras associadas ao Sistema de remanufatura. Estas barreiras foram classificadas de acordo com as Áreas Críticas propostas e são apresentadas no Quadro 1, como uma síntese dos assuntos abordados no item 4.

Quadro 1: Barreiras classificadas de acordo com as Áreas de críticas da remanufatura.

Áreas críticas	Barreiras
Fluxo de retorno dos produtos	<p>Incertezas sobre a qualidade do produto usado (JACOBSSON, 2000; GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003; ÖSTLIN, 2008; ÖSTLIN; SUNDIN; BJÖRKMAN, 2009; FERGUSON, 2009; TOFFEL, 2004).</p> <p>Incertezas sobre a quantidade do produto usado (TOKTAY; WEIN; ZENIOS, 1997; GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003; SUNDIN, 2004; ÖSTLIN, 2008).</p> <p>Incertezas sobre quando o produto usado retornará para a remanufatura (JACOBSSON, 2000; ÖSTLIN, 2008).</p> <p>Excesso de produtos usados esperando para serem remanufaturados (BARKER; KING, 2007), o que aumenta a necessidade de espaços (KING; BURGUESS, 2005).</p>

		<p>Dispersão geográfica dos produtos usados (JACOBSSON, 2000; KING; BURGUESS, 2005).</p> <p>Transportar produtos até o ponto de estocagem ou para fábrica, para remanufatura, sendo que o produto não apresenta condições de ser reaproveitado (JACOBSSON, 2000; SUNDIN, 2004).</p> <p>Necessidade de estruturar a logística reversa (FERRER; WHYBARK, 2000; KING; BURGUESS, 2005).</p> <p>Partes que estão impróprias para remanufaturar podem bloquear o acesso as aquelas que apresentam potencial para serem remanufaturadas (BARKER; KING, 2007).</p>
Relacionamento com cliente		<p>Baixa demanda por produtos remanufaturados (JACOBSSON, 2000; BARKER; KING, 2007; GIUNTINI, 2008; GEYER; JACKSON, 2004);</p> <p>Demanda instável para produtos remanufaturados (FERRER; WHYBARK, 2000); (KING; BURGUESS, 2005).</p> <p>O produto remanufaturado pode ser pouco atraente, quando comparado com o novo (JACOBSSON, 2000).</p> <p>Baixa aceitação do consumidor (IJOMAH et al, 2007) .</p> <p>Incerteza dos clientes quanto à qualidade dos produtos remanufaturados, tornando-os desconfiados em adquiri-los (IJOMAH et al, 2007; JACOBSSON, 2000; BARKER; KING, 2007; ÖSTLIN; SUNDIN; BJÖRKMAN, 2009; GIUNTINI, 2008; IJOMAH; CHILDE; MCMAHON, 2004; AMEZQUITA et al, 1995; SEITZ, 2007).</p> <p>O canal de vendas para produtos remanufaturados é pouco estruturado e desenvolvido (HERMANSSON; SUNDIN, 2005).</p>
Modelo de Negócios da empresa	de	<p>O atual modelo de negócios das empresas não se encaixa às necessidades do sistema de remanufatura (MONT, 2000; FERRER; WHYBARK, 2000), (JACOBSSON, 2000; GRAY, 2006).</p> <p>O processo convencional de vendas não satisfaz o sistema de remanufatura (IJOMAH et al, 2007).</p> <p>Necessidade de desenvolver um modelo para remanufatura alinhado e integrado com os outros processos da empresa (JACOBSSON, 2000).</p> <p>Realizar todas as atividades da cadeia reversa pode ser economicamente inviável e exigir competências que a empresa remanufatureira não possui (JACOBSSON, 2000).</p>
Fluxo de informações	de	<p>Falta de um fluxo de informações que integre o sistema de remanufatura (FERRER, 2003).</p>

	<p>As informações sobre a lógica e seqüência da montagem do produto, que auxiliaria na etapa de desmontagem, não estão disponíveis para o remanufatureiro (KING; BURGUESS, 2005).</p> <p>Informações necessárias para a remanufatura estão disponíveis muito tarde na cadeia (JACOBSSON, 2000; TOKTAY; WEIN; ZENIOS, 1997).</p> <p>Falta de informações sobre o produto durante sua fase de uso (FERRER, 2003; SEITZ; PEATTIE, 2004).</p> <p>Poucas informações sobre os benefícios e a qualidade da remanufatura chegam ao cliente (SEITZ, 2007).</p>
<p>Relacionamento com fornecedores</p>	<p>As empresas possuem uma alta quantidade de fornecedores e os seleciona levando em consideração somente as questões financeiras (JACOBSSON, 2000).</p> <p>A empresa não possui um relacionamento estreito com o cliente final, quando este é o fornecedor da matéria prima (ÖSTLIN; SUNDIN; BJORKMAN, 2009).</p> <p>Custo elevado de retornos individuais do produto usado (GUIDE; HARRISON; VAN WASSENHOVE, 2003).</p> <p>Quando o cliente é o fornecedor, ele recebe poucos incentivos aos clientes para retornarem o produto (KING; BURGUESS, 2005).</p>
<p>Conhecimentos e habilidades dos funcionários</p>	<p>Os funcionários, e muitas vezes a alta administração, não conhecem o verdadeiro significado da palavra “remanufatura” (GRAY, 2006; IJOMAH; CHILDE; MCMAHON, 2004).</p> <p>A dificuldade em padronizar os processos da remanufatura, devido a variabilidade de componentes, partes, produtos e processo requer funcionários com múltiplas habilidades (JACOBSSON, 2000).</p> <p>Falta de habilidade dos funcionários (HAMMOND; AMEZQUITA; BRAS, 1998; FERRER, 2003; GIUNTINI; GAUDETTE, 2003).</p>
<p>Características do produto</p>	<p>Elevada diversidade de produtos, o que dificulta a padronização dos processos da remanufatura (HAMMOND; AMEZQUITA; BRAS, 1998; BARKER; KING, 2007; SHERWOOD, 2000; SUNDIN, 2004; LUND, 1998 apud KATO; LAURINDO, 2004).</p> <p>Custo elevado da inspeção do produto usado, que é uma etapa que não agrega valor (BARKER; KING, 2007; AMEZQUITA et al, 1995).</p> <p>Dificuldade e falta de precisão da etapa de inspeção (SUNDIN, 2004; FERRER; WHYBARK, 2000).</p> <p>Complexidade e variabilidade da etapa de limpeza. (STEINHILPER; BRENT, 2003; AMEZQUITA et al, 1995; SHERWOOD, 2000).</p>

Dificuldades na etapa de desmontagem (JACOBSSON, 2000; GIUNTINI, 2008; SHERWOOD, 2000; IJOMAH et al, 2007; AMEZQUITA et al, 1995; NASR; THURSTON, 2006; KING; BURGUESS, 2005), principalmente devido ao excesso de fixadores nos produtos (SHERWOOD, 2000; AMEZQUITA et al, 1995).

Uso de grande variabilidade de materiais (SHERWOOD, 2000; WEISS; KARWASZ, 2005 apud BARKER; KING, 2007).

Uso de materiais pouco duráveis (SHERWOOD, 2000; IJOMAH et al, 2007; NASR; THURSTON, 2006; LUND, 1998 apud KATO; LAURINDO, 2004).

Baixa remanufaturabilidade de grande parte dos produtos (IJOMAH et al, 2007, GEYER; JACKSON, 2004), devido a pouca preocupação em projetar para a remanufatura (FERRER; WHYBARK, 2000).

Baixo valor agregado do produto e/ou suas partes que se pretende remanufaturar (SHERWOOD, 2000; NASR; THURSTON, 2006. LUND, 1998 apud KATO; LAURINDO, 2004).

Tecnologia imatura dos produtos (SHERWOOD, 2000; GRAY, 2006. IJOMAH et al, 2007; LUND, 1998 apud KATO; LAURINDO, 2004).

Design estético predomina em relação ao funcional (SHERWOOD, 2000; AMEZQUITA et al, 1995).

Fonte: Autores (2009).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de um levantamento bibliográfico, foi possível estabelecer as principais barreiras que influenciam a consolidação do sistema de remanufatura, de acordo com registros da literatura.

As barreiras encontradas foram classificadas em sete áreas de críticas, com intuito de facilitar sua compreensão e análise. As áreas críticas foram denominadas: Fluxo de retorno dos produtos; Relacionamento com fornecedores; Relacionamento com cliente; Fluxo de informações; Modelo de Negócios da empresa; Conhecimento e habilidades dos funcionários; e Características dos produtos.

Algumas das barreiras estão associadas aos processos internos da empresa, como é o caso de problemas com fluxo de materiais no sistema. Outras estão relacionadas com os processos externos, como a quantidade e qualidade dos produtos usados coletados. Por isso, é essencial que pesquisadores e gestores de empresas tenham uma visão holística do sistema, de forma a entender as diferentes características (ZANETTE, 2008). Portanto, apesar dos

desafios terem sido classificados de acordo com a afinidade com uma determinada área crítica, é importante ressaltar que alguns dos desafios podem ter relação com outra área crítica, já que busca-se tratar da remanufatura como um sistema com processos integrados.

Estudadas e levantadas as barreiras relacionadas ao sistema de remanufatura, o próximo passo será buscar as barreiras no que diz respeito à consolidação da remanufatura em empresas no Brasil. Isto será realizado por meio de estudos de caso, para que as estratégias desenvolvidas posteriormente possam englobar tanto os aspectos críticos encontrados na literatura, como aqueles que dificultam as empresas a desenvolver a remanufatura e torná-la eficiente, colocando em prática seus benefícios econômicos e ambientais.

Como a origem da maioria dos artigos estudados é estrangeira, devido à baixa quantidade de trabalhos e estudos de empresas no Brasil sobre remanufatura, nota-se a importância do próximo passo desta pesquisa, que é levantar as barreiras inerentes à indústria brasileira de remanufatura. Assim, as barreiras levantadas e as estratégias para contorná-las, além de beneficiarem as empresas de remanufatura de forma global, estarão adequadas à realidade brasileira.

Concordando com Zanette (2008), os estudos do sistema de remanufatura podem aumentar a competitividade da indústria de remanufatura, na medida em que suas principais barreiras forem identificadas, compreendidas e exploradas, para que as melhores soluções sejam implementadas.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R. V. **Bens Usados x Remanufaturados: as prováveis mudanças nos cenários comerciais internacional e brasileiro.** International Centre for Trade and Sustainable Development, n. 2. v. 4, 2008.

AMEZQUITA, T. HAMMOND, R. SALAZAR, M.; BRAS, B. **Characterizing the Remanufacturability of Engineering Systems.** Proceedings 1995 ASME Advances in Design Automation Conference, Boston, Massachusetts, DE-Vol. 82, pp. 271-278, 1995.

AYRES, R.U., FERRER, G., VAN LEYNSEELE, T., **Eco-efficiency, asset recovery and remanufacturing.** *Eur. Manag. J.*, v. 15, n. 5, p. 557-574, 1997.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.** Logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARKER, S.; KING, A. **Organising Reuse: Managing the Process of Design For Remanufacture (DFR)**. POMS 18th Annual Conference Dallas, Texas, U.S.A. 2007.

CORBETT C.; SAVASKAN, C. **Contracting and coordination in closed-loop supply chains**. Quantitative Models for Closed Loop Supply Chain Management. Carnegie-Bosch Institut, 2002.

DAUGHERTY, P. J.; AUTRY, C. W.; ELLINGER, A. E. Reverse logistics: the relationship between resource commitment and program performance. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 1, 2001, p. 107-123.

FERGUSON, M. Strategic Issues in Closed-Loop Supply Chains with Remanufacturing. Operations, Information & Technology Seminars. Stanford Graduate School of Business, Stanford, 2009.

FERRER, G. Yield information and supplier responsiveness in remanufacturing operations. **European Journal of Operational Research**. 149, 2003, p. 540–556.

FERRER, G.; WHYBARK, D. C. From Garbage to Goods: Successful Remanufacturing Systems and Skills. **Business Horizons**, 2000.

FIORAVANTI, R. D.; CARVALHO, M. F. H. **Aplicações de Modelos de Cadeia Reversa em uma Operação de Serviços: Estudo de Caso no setor de serviços de impressão**. XI SIMPOI (Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais), São Paulo, 2008.

GEYER, R.; JACKSON, T. Supply Loops and Their Constraints: The Industrial Ecology of Recycling and Reuse. **California Management Review**, v. 46, n. 2 , 2004, p.55-73.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GIUNTINI, R; GAUDETTE, K. Remanufacturing: The next great opportunity for boosting US productivity. **Business Horizons**, 2003.

GIUNTINI, R. **Crafting an OEM Warranty Program for a Remanufactured/Overhauled Capital Good**. White paper, 2008, p. 1-21.

GOTO, A. K.; KOGA, E. K.; PEREIRA, R. S. Logística Reversa: um estudo de caso em indústria automobilística. Anais do IX SIMPOI (Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais), São Paulo, 2006.

GRAY, C; CHARTER, M. Remanufacturing and Product Design: Designing of the 7th Generation. The Centre for Sustainable Design. South East England Development Agency (SEDA), 2006.

GUIDE, V. D. R. J. Production planning and control for remanufacturing: industry practice and research needs. **Journal of Operations Management**, 18, 2000, p. 467- 483.

GUIDE, V. D. R. Jr.; HARRISON, T. P.; VAN WASSENHOVE, L. N. **The Challenge of Closed-Loop Supply Chains**. Interfaces © 2003 INFORMS, Vol. 33, No. 6, 2003, p. 3–6.

GUIDE, V. D. R. Jr.; VAN WASSENHOVE, L. N. **The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research**. Operations Research. Vol. 57, No. 1, January - February 2009, p. 10–18.

HAMMOND, R.; AMEZQUITA, T.; BRAS, B. A. Issues in the Automotive Parts Remanufacturing Industry: Discussion of Results from Surveys Performed among Remanufacturers. **International Journal of Engineering Design and Automation** – Special Issue on Environmentally Conscious Design and Manufacturing, v. 4, n. 1, 1998. p. 27-46.

HERMANSSON, H.; SUNDIN, E. **Managing the Remanufacturing Organization for an Optimal Product Life Cycle**. Division of Production Systems, Department of Mechanical Engineering, Linköping University, Sweden, 2005. p. 143–156.

IJOMAH, W. L.; CHILDE, S.; MCMAHON, C. **Remanufacturing: A Key Strategy for Sustainable Development**. 2004.

IJOMAH W. L., et al. **Development of design for remanufacturing guidelines to support sustainable manufacturing**. Robot Computer Integrated Manufacture, 2007.

JACOBSSON, N. **Emerging Product Strategies: Selling services of remanufactured products**. 2000. Dissertação. The International Institute of Industrial Environmental Economics – Lund University, Sweden, 2000.

KATO, P.; LAURINDO, F. J. B. **Discutindo o Planejamento Integrado de uma Remanufatura em um ciclo fechado de Supply Chain**. XXIV ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção). Florianópolis, SC, 2004.

KING, A; M.; BURGUESS, S. C. The development of a remanufacturing platform design: a strategic response to the Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment. Proc. IMechE Part B: **Journal of Engineering Manufacture**, vol. 219, 2005, p. 623 – 631.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1993.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LINDAHL, M.; SUNDIN, E.; ÖSTLIN, J. **Environmental Issues within the Remanufacturing Industry**. 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering. Proceedings of LCE. Department of Mechanical Engineering, Linköping University, Sweden, 2006.

MONT, O. **Product-Service Systems**. The International Institute of Industrial Environmental Economics, Lund University, 2000.

NASR, N.; THURSTON, M. **Remanufacturing: A Key Enabler to Sustainable Product Systems**. 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering. Proceedings of LCE, 2006.

ÖSTLIN, J. **On Remanufacturing Systems: Analysing and Managing Material Flows and Remanufacturing Processes**. 2008. Dissertação. (Mestrado em Administração e Engenharia) - Linköpings universitet, Sweden, 2008.

ÖSTLIN, J.; SUNDIN, E.; BJÖRKMAN, M. Importance of closed-loop supply chain relationships for product remanufacturing. Division of Production Systems, Department of Management and Engineering, Linköping University, 581 83 Linköping, **Sweden**. **Int. J. Production Economics**, 115, 2009, p. 336– 348.

PARK, M. **Sustainable Consumption in the consumer electronics sector: Design solutions and strategies to minimise product obsolescence 6th**. Asia Pacific Roundtable for Sustainable Consumption and Production. Melbourne, 2005.

ROGERS, D.S., TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics practices and trends**. Reno, Nevada, Reverse Logistics Executive Council, 1998.

SEITZ, M. A.; PEATTIE, K. Meeting the closed-loop challenge: the case of remanufacturing. **California Management Review**, v. 46, n. 2, 2004; p. 74-89.

SEITZ, M. A. A critical assessment of motives for product recovery: the case of engine remanufacturing. **Journal of Cleaner Production**, 15, 2007, p 1147-1157.

SHERWOOD, M. **Supporting Design for Remanufacture through a waste-stream analysis of automotive engine remanufacturers**. Thesis. (Master of Applied Science). Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, Canadá, 2000.

STEINHILPER, R. **Remanufacturing: The Ultimate form of Recycling**. Fraunhofer IRB Verlag: Stuttgart, 1998.

STEINHILPER, I. R.; BRENT, A. **Saving Product Lives in Global and Local Remanufacturing Networks: A Scientific and Commercial Work Report and an Outlook**. Third International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing. Tokyo, Japão, 2003.

SUNDIN, E. **Product and Process Design for Successful Remanufacturing**. 2004. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Linköpings Universitet, Sweden, 2004.

SUNDIN, E. et al. **Remanufacturing of Products used in Product Service System Offerings**. The 41st CIRP Conference on Manufacturing Systems, 2008.

TOFFEL, M. W. Strategic Management of Product Recovery. **California Management Review**, v. 46, n. 2, 2004, p. 120-141.

TOKTAY, L. B.; WEIN, L. M., ZENIOS, S. A. Inventory Management of Remanufacturable. **Management Science**. Vol. 46, No. 11, November 2000, p. 1412-1426.

ZANETTE, E. T. A Remanufatura no Brasil e no Mundo: Conceitos e Condicionantes. 2008. Monografia. (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2008.

Artigo recebido em 29/09/2009 e aceito para publicação em 15/12/2009.