# PANORAMA PRÁTICO-TEÓRICO DO AMBIENTE DE RECUPERAÇÃO DE PRODUTOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA REMANUFATURA DE PRODUTOS DE TELECOMUNICAÇÕES

**Marina Bouzon (UFSC)**
marinabouzon@gmail.com
**Cristina Luz Cardoso (UFSC)**
crisl.cardoso@hotmail.com
**ABELARDO ALVES DE QUEIROZ (UFSC)**
abelardo@emc.ufsc.br
**Leila Amaral Gontijo (UFSC)**
leila@deps.ufsc.br

*O crescente interesse das empresas por uma imagem "verde", juntamente às demandas legislativas dos governos e à sustentabilidade, trouxe maior foco às atividades de recuperação de produtos e de pós-venda. O objetivo principal deste artigo éé fornecer um panorama prático-teórico do ambiente de remanufatura, como conceitos, práticas e particularidades. Este panorama foi desenvolvido pela associação de uma revisão bibliográfica no assunto com um estudo de caso em uma empresa de manufatura que possui uma área destinada à remanufatura anexada à sua fábrica. Por meio do confrontamento da literatura com o estudo de caso, foi possível concluir que o ambiente de recuperação de produtos é instável e repleto de desperdícios. Dessa maneira, a remanufatura ainda é uma "indústria imatura" em comparação à manufatura comum e, por isso, necessita de práticas e ferramentas adaptadas às suas particularidades.*

*Palavras-chaves: Sistemas de remanufatura, descarte de produtos e imagem verde.*

## 1. Introdução

A escassez de matéria-prima consequente da segunda guerra mundial provocou uma movimentação mais significativa no processo de reaproveitamento de produtos, componentes e peças ao invés da produção de novos. Com o passar das décadas, esta reutilização, que era mais freqüente no setor automobilístico, tomou lugar em outros setores como de aparelhos elétricos em geral e eletrodomésticos (SUNDIN, 2006), caracterizando assim o surgimento da remanufatura em escala industrial.

A remanufatura consiste em coletar os produtos, determinar seu potencial para o reuso, desmontar e segregar os componentes com valor, remanufaturar o produto, reciclar materiais e eliminar os resíduos (MÄHL; ÖSTLIN, 2007). Ou ainda, a remanufatura é uma estratégia de produção cujo objetivo é recuperar o valor residual de produtos usados (ATASU; SARVARY; VAN WASSENHOVE, 2008). Desta forma, a remanufatura recupera o valor agregado na forma de material, energia e trabalho que permanece nos produtos descartados (LAGE JUNIOR, 2008) e por isso é frequentemente associada às questões de sustentabilidade.

A partir dos anos 1980, o interesse em ascendência por uma imagem “verde”, juntamente às demandas legislativas dos governos e à sustentabilidade, trouxe maior foco às atividades de recuperação de produtos e do mercado de pós-venda. E o aumento da escassez de matéria-prima e essa ênfase na responsabilidade ambiental atribuem uma enorme importância às formas que a sociedade reusa, recicla e remanufatura os bens materiais (LUND, 1996 apud KUCNER, 2008).

Este novo segmento de mercado, chamado “Segmento Verde” (*Green Segment*) é aquele suprido pelos “produtos verdes”, que são os bens projetados com atributos ambientais e/ou com reuso de material (ATASU; SARVARY; VAN WASSENHOVE, 2008). Desta forma, os produtos remanufaturados – que incluem no seu processo o reuso, poupando energia e matéria-prima – são considerados como produtos que podem suprir este tipo de demanda em ascensão. Portanto, além dos benefícios diretos da redução dos custos e da recuperação do valor agregado, a remanufatura pode fornecer às empresas outros benefícios como a imagem "verde". Em paralelo, a existência de um segmento de consumidores “verdes” representa uma oportunidade de *marketing* importante para empresas de remanufatura (ATASU; SARVARY; VAN WASSENHOVE, 2008).

Mesmo sendo considerada como a forma mais economicamente sustentável de reuso dos bens manufaturados (AMEZQUITA E BRAS, 1996), a remanufatura ainda tem muitos desafios a superar. Apesar de seus inúmeros benefícios e oportunidades, os sistemas de remanufatura têm permanecido amplamente intocados pelos avanços em tecnologia, produtividade e qualidade nos últimos trinta anos (LUND, 1996 apud KUCNER, 2008), por isso são intitulados de “indústria imatura” (KUCNER, 2008). E ainda, a recuperação de produtos possui alguns fatores que restringem seu desenvolvimento, enquanto processo produtivo, comparada à manufatura tradicional. Um dos principais desafios da remanufatura é produzir produtos com qualidade a partir de produtos de qualidade desconhecida (PARKINSON; THOMPSON, 2004). Estes fatores têm como conseqüência a incerteza e a variabilidade no ambiente da remanufatura, em termos de tempos de atravessamento (*lead times*), rotas e custos produção.

Diante deste contexto, a presente pesquisa visa realizar um levantamento teórico e prático

acerca do ambiente de retorno de produtos, com o propósito de aprofundar-se nos sistemas de remanufatura e suas particularidades, confrontando a literatura existente com um caso prático, por meio de um estudo de caso. Assim, este artigo fornece um panorama prático-teórico no que tange ao ambiente de recuperação de produtos.

## 2. Taxonomia de retorno de produtos

Uma vez que um produto é descartado ou rejeitado pelo consumidor final, por apresentar alguma falha ou por ter chegado ao final de sua vida útil, este deve ser encaminhado para alguma das opções de tratativa para os produtos devolvidos. Estas possíveis destinações foram levantadas por Parkinson e Thompson (2003) por meio de uma análise taxonômica. Os autores colocam os possíveis cenários para o final da vida de um produto, como segue:

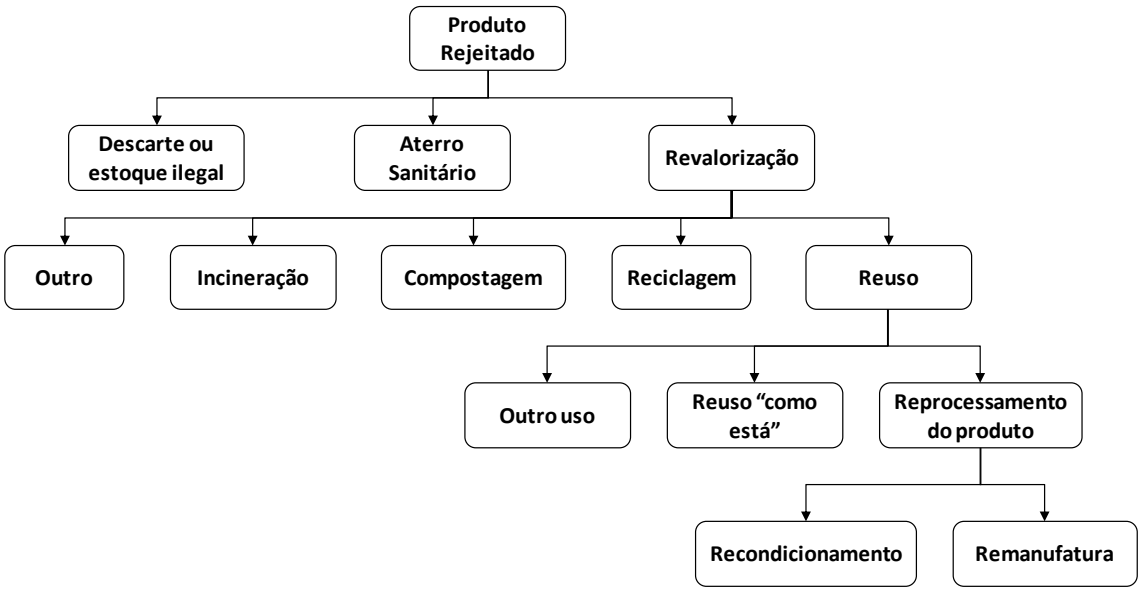


Figura 1 - Cenários para um produto devolvido. Adaptado de Parkinson e Thompson (2003).

Portanto, ao ser rejeitado, um produto pode ser direcionado a um depósito ilegal, aterro convencional ou sofrer um processo de "revalorização". Este último é um neologismo que descreve o ato de recuperar o valor. Dentro das possibilidades de revalorização, o produto pode ser encaminhado para reuso, reciclagem, incineração, compostagem, dentre outros.

Os termos "reuso" e "reciclagem" são utilizados erroneamente como sinônimos. O reuso é caracterizado por toda forma de reutilização do produto. Em outros termos, continua-se a usar o produto (PARKINSON; THOMPSON, 2003). Na reciclagem, por sua vez, a energia e os recursos despendidos na produção do produto são perdidos, e este é reduzido ao estado de matéria-prima e insumos para outros processos.

Das formas de reutilizar o produto rejeitado, existem duas maneiras mais tradicionais: reuso do produto na forma em que ele se encontra ou reprocessamento deste produto. Há duas formas de reprocessar o produto devolvido:

- Remanufatura: é uma maneira de reprocessar o produto de forma que sua qualidade seja tão boa quanto a de um produto novo, possibilitando a venda deste como novo;
- Recondicionamento: o produto ao chegar à fábrica é encaminhado para ser reparado em um nível que seja suficiente para seu funcionamento e, portanto, este pode ser vendido posteriormente como produto remanufaturado, a um valor inferior de mercado.

Segundo os autores Amezquita e Bras (1996), a remanufatura é a forma mais economicamente sustentável de reuso dos bens manufaturados. Seus benefícios são muitos, sendo os mais importantes (AMEZQUITA; BRAS, 1996):

- A remanufatura economiza material, energia, capital, trabalho e emissões que foram empregados na manufatura e no processamento de materiais dos produtos;
- Os custos finais de produção podem ser mais baixos do que da manufatura, permitindo a venda destes produtos por 25 ou até 50% menos que o preço das unidades manufaturadas e com a mesma qualidade.

Assim, a remanufatura proporciona à empresa uma imagem "verde", pois é uma alternativa de destino aos produtos descartados que poupa energia e recursos, minimizando a produção de resíduos.

## 3. Remanufatura

Depois da segunda guerra mundial, a escassez de material, especialmente nas indústrias automotivas, forçou as empresas a recuperar componentes ao invés de produzir novos (MÄHL; ÖSTLIN, 2007). Este cenário impulsionou a indústria da recuperação de produtos, reaproveitando materiais, componentes, peças, módulos e produtos como um todo. Desde então, ao longo das últimas décadas, o conceito de remanufatura transpassou o ambiente de automóveis, atingindo outros setores como aparelhos elétricos, cartuchos de *toner* e eletrodomésticos (SUNDIN, 2006). Assim, pode-se afirmar que essa recuperação de produtos tem sido presente nos últimos 60 anos, provendo benefícios significativos econômicos, sociais e ambientais (PARKINSON; THOMPSON, 2003).

Os produtos remanufaturáveis podem ser divididos em quatro categorias gerais: automotiva, equipamentos industriais, produtos comerciais e produtos para residências (PARKINSON; THOMPSON, 2003); sendo os mais apropriados para a remanufatura: peças de motores de veículos, móveis de escritório, aparelhos eletrônicos, máquinas e fotocopiadoras (MÄHL; ÖSTLIN, 2007).

### 3.1 Definições de remanufatura

Não há um consenso na academia e no meio industrial sobre a mais correta terminologia para tratar da recuperação de produtos (LINDAHL et al., 2005), a literatura é diversa, com visões, definições e descrições de "remanufatura" amplamente diferentes (PARKINSON; THOMPSON, 2003).

A remanufatura pode ser definida como um processo industrial onde produtos usados, chamados de core, são retornados às suas especificações e condições originais, como novos (AMEZQUITA; BRAS, 1996; GUIDE Jr.; SOUZA; VAN DER LAAN, 2005; IJOMAH et al., 2007) por meio do conserto ou substituição de suas peças ou componentes (IJOMAH; CHILDE, 2007). Isto é, a remanufatura transforma produtos usados e/ou com defeito em produtos novos com um novo ciclo de vida (ÖSTLIN; SUNDIN; BJÖRKMAN, 2009).

Pode-se afirmar, deste modo, que o objetivo da remanufatura é reprocessar produtos usados de forma que a qualidade destes seja tão boa ou superior a dos novos, em termos de aparência, confiabilidade e desempenho (PARKINSON; THOMPSON, 2004). Então, a remanufatura não promove somente o reuso de materiais, mas também permite uma melhoria significativa na qualidade e funcionalidade do produto, e faz isso sem ter que manufaturar completamente produtos novos e peças de usados (SUNDIN, 2004).

Ijomah et al. (2007) afirma que em termos de conteúdo de trabalho, garantia e qualidade, o reparo encontra-se em um nível abaixo da remanufatura. Ainda entre estas duas formas de recuperação encontra-se o recondicionamento, que recupera o produto da mesma forma que a remanufatura, porém sem o compromisso de deixá-lo em "estado de novo" (Figura 2).

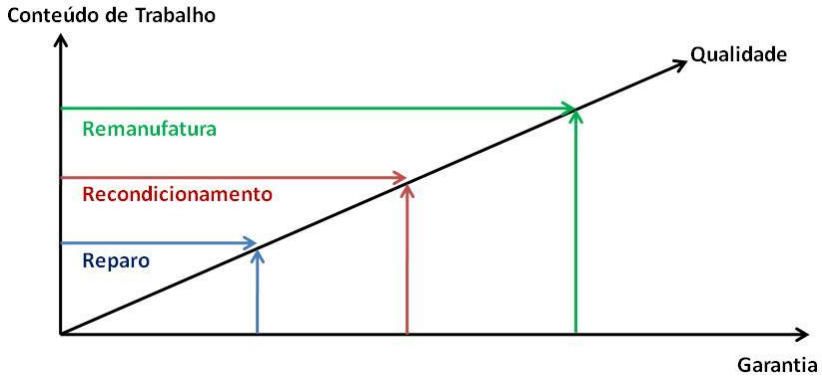


Figura 2 - Hierarquia dos processos de produção secundários. Ijomah et al. (2007).

A Figura 2 mostra, portanto, estas três operações em uma hierarquia baseada no conteúdo de trabalho que cada uma necessita, no desempenho que deveria ser alcançado pelo produto e na garantia normalmente atribuída em cada operação (IJOMAH et al., 2007).

### 3.2 Etapas da remanufatura

Nesta seção serão descritas as etapas de uma remanufatura de maneira geral, pois podem existir pequenas variações no processo da remanufatura de uma empresa para outra, de acordo com seus produtos e o tipo de recuperação de produtos adotada.

O sistema de remanufatura é composto por três subsistemas altamente dependentes: uma área de desmontagem, uma área de processamento e uma área de remontagem (GUIDE Jr; JAYARAMAN; SRIVASTAVA, 1999).

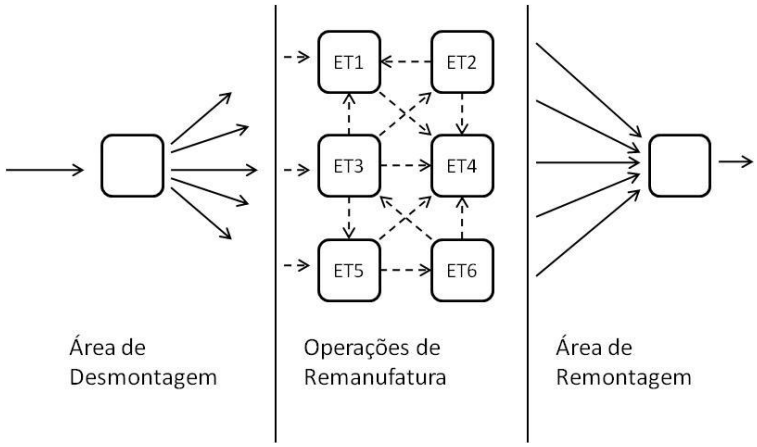


Figura 3: Subsistemas da remanufatura. Guide (1999).

Esses três subsistemas são abastecidos na área de desmontagem, onde os produtos com defeitos e/ou usados chegam, e a partir desta área seguem rotas diferentes de remanufatura, passando pelas estações de trabalho da remanufatura (ETi) de acordo com o modelo do produto, tipo de defeito e nível de desgaste. Por fim, os produtos são direcionados à área de remontagem, onde são montados novamente, por vezes com novas partes, dependendo da necessidade.

As estações de trabalho, na sua maioria, utilizam equipamentos pouco automatizados. A vasta maioria (85%) das empresas de remanufatura usa equipamentos manuais convencionais para processar os materiais. Menos de 25% utiliza máquinas controladas por computador, e uma porcentagem muito pequena, em torno de 6%, usa o *layout* celular para a remanufatura (GUIDE Jr; JAYARAMAN; SRIVASTAVA, 1999).

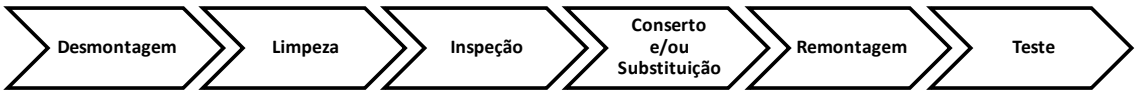


Figura 4 - Etapas da remanufatura.

O processo de remanufatura, em geral, é dividido nas seguintes operações: desmontagem, limpeza, inspeção e triagem, reparo ou substituição de componentes, remontagem e teste (PARKINSON; THOMPSON, 2003; SUNDIN, 2004), conforme ilustrado pela Figura 4. Estas operações podem ser colocadas em ordens diferentes ou mesmo excluídas, dependendo do tipo de produto, volume, qualidade do item retornado e objetivo da remanufatura. Ou seja, indústrias diferentes optam por executar estas operações em diferentes sequências (SUNDIN, 2004).

### 3.3 Particularidades da Remanufatura

Apesar da remanufatura se caracterizar como um processo produtivo, ela possui inúmeras particularidades que a diferenciam da manufatura comum. Comparado à manufatura tradicional, o ambiente da remanufatura é mais complexo devido ao alto grau de incerteza no processo produtivo, principalmente causado por dois fatores: a quantidade e a qualidade dos itens retornados (MÄHL; ÖSTLIN, 2007).

Guide (2000) afirma haver sete particularidades na remanufatura, cunhadas por ele de "características complicadoras":

a) Incertezas relacionadas ao tempo e à quantidade de retorno de produtos: na remanufatura, o tempo e a quantidade de retorno de itens são incertos. Isto é, em geral, um reflexo da natureza incerta da vida do produto. Um número de fatores como estágio de ciclo de vida e taxa de mudança de tecnologia influenciam a taxa de retorno (GUIDE Jr, 2000). Essa dificuldade insere a necessidade de previsões da quantidade de produtos a retornarem e o momento do retorno, exigindo ao mesmo tempo atividades de logística reversa (LAGE Jr, 2008). Portanto, esta característica dificulta a programação da remanufatura e seu planejamento de materiais;
b) Balanceamento da demanda com o retorno: o problema de balancear a demanda com o mix e o volume de produtos retornados é outra característica que aumenta a complexidade da remanufatura, principalmente no que tange ao controle dos estoques. Este balanceamento visa principalmente a redução dos estoques. De uma mesma maneira, é uma função da expectativa de vida do produto e da taxa de inovação tecnológica, impactando no planejamento de recursos e gerenciamento de materiais (GUIDE Jr, 2000);
c) Desmontagem: após a triagem inicial, a desmontagem é o primeiro passo do processo de remanufatura. Em geral, este processo varia muito no que diz respeito ao tempo requerido. Esta incerteza faz com que estimar os tempos de fluxo seja difícil e fixar *lead times* precisos uma tarefa quase impossível (GUIDE Jr, 2000). Esta particularidade torna-se ainda mais importante quando se trata de produtos que não foram projetados para a desmontagem, o que ocorre na maioria dos casos (LAGE Jr, 2008);

d) Diferenças na qualidade das peças retornadas: as diferentes condições nas quais os produtos chegam para a remanufatura são impactadas por uma série de fatores, incluindo a idade, ambiente, uso e manutenção do item (KUCNER, 2008). Isto gera para a fábrica uma incerteza na quantidade de peças e materiais a serem consertados, que é um reflexo do fato que dois produtos aparentemente iguais podem requerer consertos completamente diferentes. Esta particularidade dificulta a previsão de compra de materiais e dimensionamento de estoque de peças e componentes (GUIDE Jr, 2000);
e) Logística Reversa: a rede de logística reversa é caracterizada pela coleta dos produtos do consumidor final e retorno destes para a fábrica de remanufatura, reparo ou reciclagem. E esta rede de coleta é uma função chave para o balanceamento do retorno. Este processo é muito complexo por si só, pois envolve uma gama de decisões como o número e locais de centros de coleta, incentivos para retorno de produtos, métodos de transporte, provedores terceirizados, entre outras (GUIDE Jr, 2000);
f) Restrições de materiais equivalentes: as restrições de equivalência dos componentes a serem substituídos nos produtos retornados complicam o gerenciamento de materiais e o processo de produção. Esta particularidade também influencia o sistema de informação e a programação para poder rastrear o item. Ordens de compra tornam-se problemáticas, pois, nestes casos, há pouca visibilidade de demanda de peças e baixo volume, o que acarreta em *buffers* com alto volume de peças de reposição (GUIDE Jr, 2000);
g) Incerteza de rota e de tempo de processamento: as incertezas de rota e tempo de processamento na remanufatura são outra conseqüência das diferentes condições dos itens retornados, o que dificulta o planejamento dos recursos, a programação, o controle do chão de fábrica da remanufatura e o gerenciamento dos materiais. Estes esforços tornam-se, portanto, mais complexos que os de uma manufatura tradicional. Na remanufatura, o estado do produto e o tipo de reparo a ser feito no mesmo determinará o caminho (processos) que será percorrido na fábrica, assim como o tempo necessário para tal (GUIDE Jr, 2000).

Assim, afirma-se que, dentre todos os problemas atrelados à remanufatura, o maior deles é o resultante da incerteza e variabilidade do ambiente da remanufatura. (IJOMAH; BENNETT; PEARCE, 1999). Esta instabilidade do ambiente de recuperação de produtos é consequência de algumas destas particularidades da remanufatura supracitadas, especialmente as características "incerteza de tempo e quantidade de retorno" e "diferenças na qualidade das peças retornadas".

Entretanto, todas as sete particularidades são de suma importância e variam de intensidade no ambiente de recuperação principalmente de acordo com o tipo de produto, projeto do mesmo, velocidade de inovações tecnológicas e objetivo da remanufatura.

## 4. Metodologia

Os procedimentos técnicos empregados neste artigo correspondem à metodologia de estudo de caso, envolvendo o estudo profundo e exaustivo de um objeto de forma a permitir o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2007). Quanto à forma de abordagem do problema, este estudo é caracterizado como qualitativo, ou seja, ocorre por meio de uma interpretação de fenômenos que não podem ser traduzidos em números (SILVA; MENEZES, 2005).

Na estruturação do estudo de caso, foi adotado como base o processo de indução de teoria de Eisenhardt (1989), que sintetiza importantes trabalhos anteriores em métodos qualitativos como de Yin (*The Case Study Crisis*, 1981 e *The Case Study Research*, 1984) e de Miles e Huberman (*Qualitative Data Analysis*, 1984). Geralmente, este processo é utilizado para

construção de teorias e apresenta oito passos (aqui adaptados para o presente estudo):

a) Iniciando: definição da questão da pesquisa;
b) Selecionando casos: escolha teórica dos casos;
c) Instrumentos e protocolos: definição da combinação de múltiplos métodos de coleta de dados para a pesquisa;
d) Entrando no campo: realização da coleta de dados, elaboração de anotações, relatórios e análise prévia;
e) Analisando os dados: análise dos dados referentes a práticas da empresa pesquisada com o objetivo de encontrar similaridades ou diferenças em relação à teoria estudada;
f) Construindo conceitos e/ou hipóteses: refinamento dos conceitos, possível surgimento de hipóteses e procura dos porquês entre as relações;
g) Cobrindo a literatura: comparação com a literatura existente;
h) Concluindo: fechamento do processo iterativo de contraste entre teoria e dados.

Desta forma, objetivando a estruturação do estudo, foi elaborado um protocolo de estudo de caso, que definiu os seguintes instrumentos (fontes de evidência) a serem utilizados na coleta de dados:

– Observação direta;
– Entrevista individual informal;
– Análise de documentos e registros, como procedimentos e dados da área de remanufatura.

O estudo foi desenvolvido em uma empresa de manufatura de bens de consumo duráveis que possui uma área destinada à remanufatura de produtos anexada à sua fábrica. Com o objetivo de preservar a confidencialidade das informações da empresa pesquisada, esta será denominada “Empresa A”.

## 5. Estudo de Caso

A “Empresa A”, possui 34 anos de existência e atua nas áreas de telecomunicações, segurança eletrônica e informática. No ano de 2006, a empresa iniciou uma movimentação em prol da implantação da manufatura enxuta em sua fábrica. Quatro anos depois, a sua manufatura está bem desenvolvida nas práticas do *lean manufacturing*, entretanto, a remanufatura pouco foi desenvolvida neste sentido, permanecendo como uma “indústria imatura”.

O estudo de caso teve como foco os produtos pertencentes à linha de telefones (convencionais e sem fio), que possui uma média de 2.200 itens retornados por mês à fábrica para passar por processos de remanufatura. Por meio de observação direta no local, análise de registros e entrevistas, foi delineado o processo de remanufatura da linha “telefones” da “Empresa A”.

### 5.1 Fluxo de processos da remanufatura da “Empresa A”

A “Empresa A” utiliza a remanufatura com o objetivo de tornar o produto “como novo” ao final de seu processo. Entretanto, os produtos são remontados na manufatura da fábrica, junto aos produtos novos, e não na área de remanufatura. Assim o processo ocorre da seguinte forma:

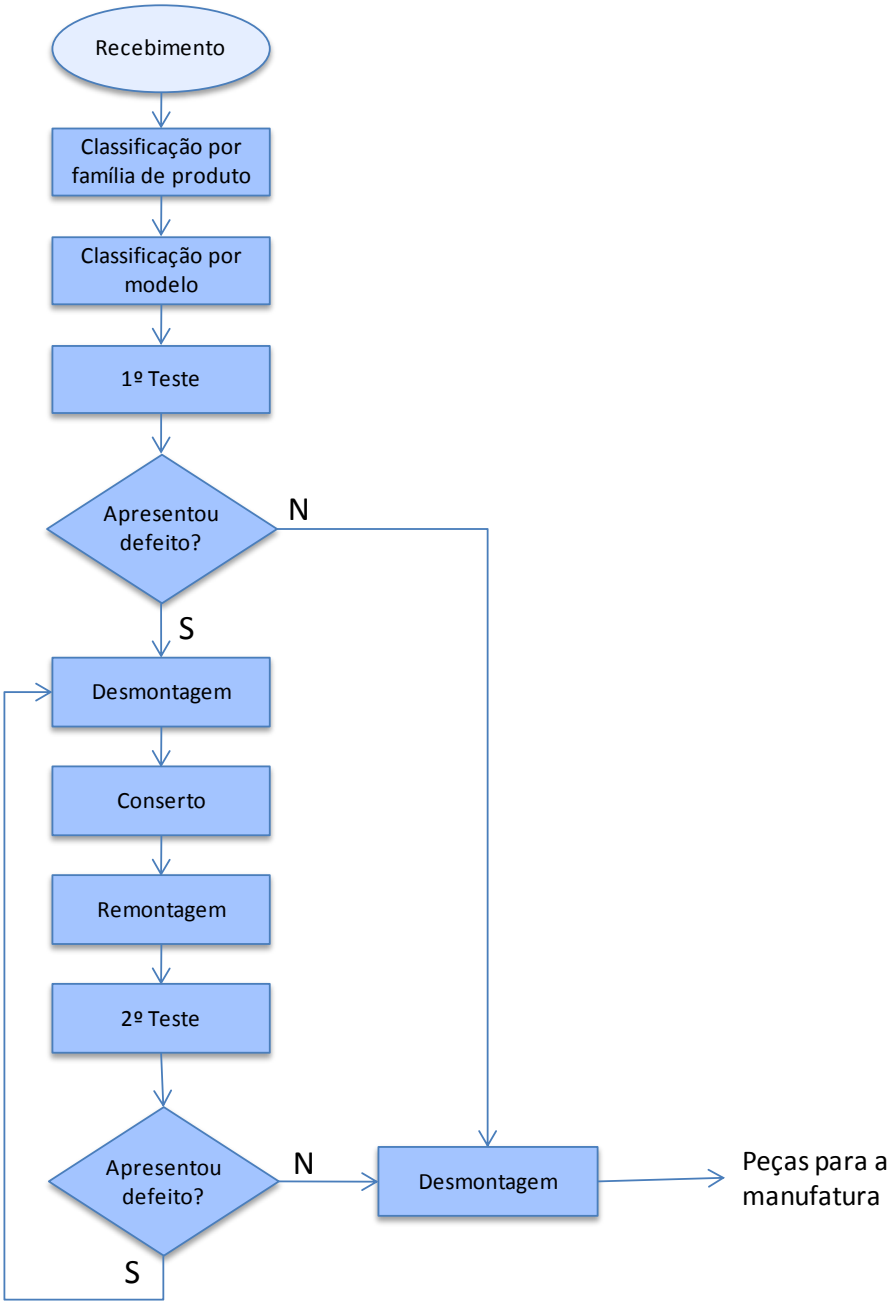


Figura 5 - Fluxograma das etapas da Remanufatura Disjuntiva da "Empresa A"

Desta forma, após o recebimento, os produtos vão para um local de estoque na área de remanufatura. Então, a primeira etapa no setor de remanufatura é uma classificação em famílias de produtos. A operação seguinte é a separação dos produtos da linha em aramados por modelo. Os produtos ficam em estoque local (na área de remanufatura) até serem encaminhados para o primeiro teste. Neste teste, que leva em média dois minutos para ser executado, o produto é testado em diversas funcionalidades principais, porém não caracteriza um teste de 100% de abrangência para seus modos de falha potenciais.

Caso o produto não apresente defeito algum, este é colocado em um contenedor de "produtos para a desmontagem" que é estocado e posteriormente encaminhado para a operação de desmontagem final. Caso o produto apresente defeito, o tipo de defeito é etiquetado no

produto, e este é colocado em um contenedor para consertos. Após espera no estoque, este contenedor é enviado à operação de conserto, onde o produto é desmontado, consertado e remontado novamente. Estas atividades do conserto, em geral, são mais demoradas que a operação de teste (varia de 5 a 15 minutos, de acordo com o modelo do produto, defeito apresentado e possíveis atualizações a serem feitas no produto, segundo os operadores deste posto).

Após a etapa de conserto, o produto volta a um contenedor e aguarda ser encaminhado para a operação de teste (2º teste). Novamente este é testado, e caso não apresente defeitos, o produto é desmontado e seu módulo principal é colocado em contenedores para aproveitamento na manufatura. A carcaça do produto é encaminhada para uma moagem para reciclagem. Se ainda apresentar defeito no 2º teste, o produto volta ao fluxo desmontagem ⇒ conserto ⇒ remontagem.

### 5.2 Particularidades da remanufatura da "Empresa A"

Em relação às "características complicadoras" de Guide Jr (2000) dos sistemas de remanufatura, foram analisadas, por meio de entrevista informal e observação direta, as particularidades da remanufatura da "Empresa A".

Quanto à particularidade "Incertezas relacionadas ao tempo e à quantidade de retorno de produtos", esta incerteza está diretamente ligada à qualidade do produto que é fabricado pela "Empresa A". Quanto menor a qualidade dos produtos colocados no mercado, maior será o volume de retorno de produtos antes do final de sua vida útil. Para a linha de telefones, a taxa de inovação tecnológica não chega a ser significativa de forma a influenciar o volume de retorno. Assim, pode-se afirmar que a programação da remanufatura e seu planejamento de materiais são prejudicados pelas incertezas de retorno causadas pelas oscilações de qualidade da produção.

Para a "Empresa A", o "Balanceamento da demanda com o retorno" não é uma característica relevante pois os produtos são recuperados a condição de novos. Assim, como o volume de retorno de produtos é muito inferior se comparado à produção de produtos novos, isto não chega a impactar de forma significativa o balanceamento com a demanda de produtos novos.

Acerca da particularidade de "Desmontagem", os produtos da "Empresa A" não são projetados contemplando o processo de desmontagem, como ocorre na maioria das empresas. Assim, pode-se afirmar que em alguns produtos da linha de telefones, a operação de desmontagem pode até danificar a carcaça do produto. Além disso, o material desta carcaça é facilmente danificado por arranhões.

As "Diferenças na qualidade das peças retornadas" geram para as empresas uma incerteza na quantidade de componentes/peças a serem consertados que, por sua vez, dificultam a previsão de compra de materiais. No caso da "Empresa A", o almoxarifado de peças da remanufatura é o mesmo da manufatura. Portanto, os cálculos de tamanho de lote e dimensionamento do estoque devem ser realizados junto aos parâmetros da fábrica. Desta forma, as implicações desta característica complicadora são amortecidas.

Quanto à "Logística Reversa", a "Empresa A" não possui uma rotina estabelecida para a coleta dos produtos devolvidos, e também não opera com centros de coleta para estocá-los. Em geral, são os varejistas ou consumidores finais que entram em contato com a empresa para retornar os produtos.

Para a "Empresa A", a particularidade "Restrições de materiais equivalentes" não se aplica de

maneira relevante, pois, neste caso, o consumidor não retém a propriedade do bem que retorna à fábrica, o que de fato exigiria materiais equivalentes no conserto.

Por fim, pode-se afirmar que a característica "Incerteza de rota e de tempo de processamento" mostrou-se relevante para a remanufatura da "Empresa A". O problema de incerteza do defeito influencia o tipo e duração da atividade que a operação realizará no produto, principalmente na bancada de conserto (que é a operação mais longa), e isso impacta diretamente no tempo total de processamento. Entretanto, em geral, os produtos da linha de telefones passam pelas mesmas operações, ou seja, a rota pode ser previamente definida.

## 6. Discussão

O estudo de caso, por meio de coleta e análise dos dados, teve o objetivo de realizar confrontamentos da pesquisa de campo (prática) com a literatura (teoria). Assim, este estudo apresentado serviu para corroborar a literatura ao afirmar que, geralmente, a remanufatura é uma "indústria imatura" em comparação à manufatura comum. As operações de remanufatura da "Empresa A" são repletas de desperdícios, conforme exposto no fluxo de retorno de produtos (Figura 5). Dentre os desperdícios, pode-se destacar:

- Falta de padronização e rotina no recolhimento dos produtos devolvidos (estruturação da logística reversa);
- Falta de padronização nos processos da remanufatura, ou seja, não há delimitação e especificação das atividades a serem realizadas, nem ao menos de forma "macro", conforme sugere Kucner (2008) para o ambiente de remanufatura;
- Retrabalho nos testes: são executadas duas operações distintas de teste, sendo que o segundo teste poderia ser feito pelo mesmo operador de conserto, sem necessitar de estocagem entre os processos de conserto e 2º teste;
- Retrabalho de montagem/desmontagem: o produto é desmontado, consertado e montado mais uma vez para poder efetuar as operações de teste e por fim, desmontado de novo pois sua carcaça não é reaproveitada;
- Excesso de estoques entre as operações, impossibilitando um fluxo de materiais e aumentando o *lead time* da remanufatura.

Além destes desperdícios, durante as observações diretas no local, foram constatadas freqüentes movimentações dos operadores de teste em direção ao almoxarifado para abastecer a linha com componentes e peças novas. E quanto às características complicadoras de Guide (2000) na "Empresa A", pode-se afirmar que cada particularidade varia seu grau de relevância de acordo com o tipo de produto e o tipo de remanufatura adotada.

## 7. Considerações Finais

A remanufatura é uma indústria que está em crescimento, especialmente por ser uma opção barata de se obter produtos novos e também porque seus produtos atingem o ascendente segmento "verde" de mercado. Entretanto, este tipo de indústria enfrenta diversas barreiras particulares dos sistemas de remanufatura que a tornam uma indústria imatura em termos de produtividade, tecnologia e qualidade.

O estudo de caso aqui apresentado corroborou a teoria apresentada, ressaltando que as características complicadoras existem nas remanufaturas, porém se manifestam de maneira diversa e com relevâncias diferentes em cada caso. Pode-se afirmar que o ambiente de remanufatura exige estrutura e técnicas diferenciadas em relação às práticas aplicadas atualmente em larga escala na manufatura, como por exemplo, o *lean manufacturing*. Estas

práticas devem ser adaptadas ao ambiente incerto da recuperação de produtos, considerando as suas particularidades.

Desta maneira, este artigo conclui que muito ainda deve ser desenvolvido na área de recuperação de produtos, principalmente no que tange a práticas e ferramentas adaptadas ao sistema produtivo envolvido na remanufatura. Futuras pesquisas nesta área podem confirmar esta necessidade, como também desenvolver adaptações de ferramentas e práticas utilizadas na manufatura para o turbulento ambiente da remanufatura, propiciando um amadurecimento deste tipo indústria e refletindo na gestão ambiental.

## Referências

**AMEZQUITA, T.; BRAS, B.** *Lean Remanufacture of an Automobile Clutch*. In: INTERNATIONAL WORKING SEMINAR ON REUSE, 1, 1996, Eindhoven. Proceedings. Eindhoven: International Working Seminar, 1996. 35-52.

**ATASU, A.; SARVARY, M.; VAN WASSENHOVE, L. N.** *Remanufacturing as a Marketing Strategy.* Management Science, v. 54, n. 10, p. 1731-1746, out., 2008.

**EISENHARDT, K. M.** *Building Theories from Case Study Research.* The Academy of Management Review, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

**GIL, A. C.** *Como Elaborar Projetos de Pesquisa.* 4.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

**GUIDE Jr, V. D. R.** *Production Planning and Control for Remanufacturing: industry practice and research needs.* Journal of Operations Management, v. 18, n. 4, p. 467-483, 2000.

**GUIDE Jr, V. D. R.; JAYARAMAN, V.; SRIVASTAVA, R.** *Production Planning and Control for Remanufacturing: A State-of-the-art Survey*. Robotics and Computer- Integrated Manufacturing, v. 15, n. 3, p. 221-230, jun., 1999.

**GUIDE Jr., V. D. R.; SOUZA, G. C.; VAN DER LAAN, E.** *Performance of Static Priority Rules for Shared Facilities in a Remanufacturing Shop with Disassembly and Reassembly.* European Journal of Operational Research, v. 164, n. 2, p. 341-353, jul., 2005.

**IJOMAH, W. L.; BENNETT, J. P.; PEARCE, J.** *Remanufacturing: Evidence of Environmentally Conscious Business Practice in the UK.* In: International Symposium On EcoDesign, 1, 1999, Tokyo. Proceedings. Tokyo: Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, 1999. 192-196.

**IJOMAH, W. L.; CHILDE, S. J.** *A Model of the Operations Concerned in Remanufacture*. International Journal of Production Research, v. 4, n. 24, p. 5857-5880, dez., 2007.

**IJOMAH, W. L., et al.** *Development of Design for Remanufacturing Guidelines to Support Sustainable Manufacturing.* Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, v. 23, n. 6, p. 712-719, dez., 2007.

**KUCNER, R. J.** *A Socio-Technical Study of Lean Manufacturing Deployment in the Remanufacturing Context.* 2008. 290 f. Tese (Doutorado em Industrial and Operations Engineering) - Department of Industrial and Operations Engineering, University of Michigan, Detroit, 2008.

**LAGE Jr, M.** *Proposição de um Jogo Didático para o Ensino-Aprendizagem das Diferenças entre Manufatura e Remanufatura.* In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2008, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008.

**LINDAHL, M., et al.** *Concepts and Definitions for Product Recovery: Analysis and Clarification of the Terminology Used in Academia and Industry*. In: CIRP INTERNATIONAL SEMINAR ON LIFE CYCLE ENGINEERING, 12, 2005, Grenoble. Proceedings. Grenoble: Springer, 2005. 123–138.

**MÄHL, M.; ÖSTLIN, J.** *Lean Remanufacturing: Material Flows at Volvo Parts Flen*. 2007. 41 f. Dissertação (Mestrado em Business Studies) - Department of Business Studies, Uppsala University, Uppsala, 2007.

**ÖSTLIN, J.; SUNDIN, E.; BJÖRKMAN, M.** *Product Life-Cycle Implications for Remanufacturing Strategies*. Journal of Cleaner Production, v. 17, n. 11, p. 999-1009, jul., 2009.

**PARKINSON, H. J.; THOMPSON, G.** *Analysis and Taxonomy of Remanufacturing Industry Practice*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering, v. 217, n. 3, p. 243-256, 2003.

**PARKINSON, H. J.; THOMPSON, G.** *Systematic Approach to the Planning and Execution of Product Remanufacture*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering, v. 218, n. 1, p. 1-13, 2004.

**SILVA, E.; MENEZES, E.** *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. 4.ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

**SUNDIN, E.** *Product and Process Design for Successful Remanufacturing*. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Produtivos) - Department of Mechanical Engineering, Linköpings Universitet, Linköping,, 2004.

**SUNDIN, E.** *How Can Remanufacturing Processes Become Leaner?* In: CIRP INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIFE CICLE ENGINEERING, 13, 2006, Leuven. Proceedings. Leuven: Conference on Life Engineering, 2006. 429–434.