



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA REMANUFATURA: TEORIA E PRÁTICA.

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF REMANUFACTURE: THEORY AND PRACTICE

VITOR SOUZA PINA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB)

VANESSA CABRAL GOMES
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB

Nota de esclarecimento:

Comunicamos que devido à pandemia do Coronavírus (COVID 19), o VIII SINGEP e a 8ª Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) foram realizados de forma remota, nos dias **01, 02 e 03 de outubro de 2020**.



VIII SINGEP

Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA REMANUFATURA: TEORIA E PRÁTICA.

Objetivo do estudo

O presente em estudo tem como objetivo analisar o processo de remanufatura. Ponderar sobre suas vantagens econômicas, sociais e ambientais. Seus principais entraves enfrentados pelas empresas que realizam remanufatura.

Relevância/originalidade

A sociedade atual busca maneiras de reduzir o impacto gerado pela produção e consumo de bens. A remanufatura é uma maneira de gerar uma redução no impacto ambiental, agregando valor ao bem e reduzindo os custos de produção.

Metodologia/abordagem

O artigo foi elaborado através de uma revisão de literatura dos principais conceitos sobre o tema, suas vantagens e barreiras teóricas. Foram analisados também estudos de caso a fim de se analisar a aplicação da teoria, suas reais vantagens e quais são as principais barreiras enfrentadas pelas empresas que realizam tal operação.

Principais resultados

Após a análise da teoria e suas aplicações foi possível observar não haver grande diferença entre a teoria. Vale ressaltar que a operação reduz o impacto ambiental gerado e geram outros benefícios no âmbito de inovação, também foi possível notar uma dificuldade por parte das empresas sobre a incerteza na quantidade e qualidade dos bens recebidos para que seja possível realizar a operação. Outro importante fator limitante é a falta de reconhecimento por parte do mercado em aceitar os bens remanufaturados.

Contribuições teóricas/metodológicas

O artigo traz uma análise aplicada da teoria, mostrando a relação entre ambas. Servindo com base para futuros estudos a cerca do mesmo tema. Foram analisadas empresas de diversos setores, possibilitando uma maior variedade de estudos de caso.

Contribuições sociais/para a gestão

O melhor entendimento sobre remanufatura e suas principais barreiras auxiliará futuros estudos sobre o tema. Facilitando sua aplicação e possíveis melhoras no processos, sanando diversas barreiras provenientes da operação de remanufatura. O entendimento das barreiras proporcionado pelo presente artigo, poderá servir de auxílio para gestores. Utilizando o artigo como base para um melhor entendimento do processo para que consigam realizar o processo de maneira otimizada.

Palavras-chave: REMANUFATURA, PRODUÇÃO LIMPA, ECONOMIA CIRCULAR, ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO



VIII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

8TH INTERNATIONAL CONFERENCE



ANALYSIS OF THE APPLICATION OF REMANUFACTURE: THEORY AND PRACTICE

Study purpose

The present study aims to analyze the remanufacturing process. Consider its economic, social and environmental advantages. Its main obstacles faced by companies that carry out remanufacturing.

Relevance / originality

Today's society is looking for ways to reduce the impact generated by the production and consumption of goods. Remanufacturing is a way to generate a reduction in environmental impact, adding value to the good and reducing production costs.

Methodology / approach

The article was prepared through a literature review of the main concepts on the topic, its advantages and theoretical barriers. Case studies were also analyzed in order to analyze the application of the theory, its real advantages and what are the main barriers faced by companies that carry out such an operation.

Main results

After the analysis of the theory and its applications, it was possible to observe that there is no great difference between the theory. It is worth mentioning that the operation reduces the environmental impact generated and generates other benefits in the scope of innovation, it was also possible to notice a difficulty on the part of the companies regarding the uncertainty in the quantity and quality of the goods received so that it is possible to carry out the operation. Another important limiting factor is the market's lack of recognition of accepting remanufactured goods.

Theoretical / methodological contributions

The article brings an applied analysis of the theory, showing the relationship between both. Serving as a basis for future studies on the same theme. Companies from different sectors were analyzed, enabling a greater variety of case studies.

Social / management contributions

A better understanding of remanufacturing and its main barrels will help future studies on the subject. Facilitating its application and possible improvements in the processes, solving several barriers resulting from the remanufacturing operation. The understanding of the barriers provided by this article, may serve as an aid to managers. Using the article as a basis for a better understanding of the process so that they can carry out the process in an optimal way.

Keywords: REMANUFACTURE, CLEAN PRODUCTION, CIRCULAR ECONOMY, PRODUCTION MANAGEMENT



1 Introdução

O relatório produzido pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2018) relativo ao ano de 2017 apresenta que a produção de resíduo sólido urbano no Brasil aumentou 1% em relação ao ano anterior, totalizando 78,4 milhões de toneladas. No mesmo período, o aumento populacional foi de 0,75%. (ABRELPE, 2018). Conforme Nars e Varel (1994) *apud* Louis Ijomah (2002), cerca de 60% do lixo não perigoso produzido no mundo por ano é proveniente do processo de manufatura tradicional.

No processo de manufatura tradicional, são consumidos recursos naturais. O anuário mineral brasileiro 2017 feito pelo DNPM, utilizando como ano base 2016, apresentou uma produção bruta mineral de ferro superior à 550 milhões de toneladas (PINHEIRO, FILHO, & NEVES, 2018). O anuário estatístico feito pela EPE (2018) estima um consumo total de 467 TWh do Brasil no ano de 2017, sendo que as indústrias brasileiras foram responsáveis por aproximadamente 36% desse consumo de energia elétrica. A tarifa média no ano de 2015 para a indústria foi de US\$ 112,30, um valor 60% maior que o preço estimado para os Estados Unidos, que segundo Xu, Liu e Wang (2005) o consumo de energia elétrica representa parte dos custos de produção de um bem.

O aumento na produção de resíduos e consumo de energia elétrica no Brasil mostram que soluções que visem os aspectos ambientais e econômicos são necessárias. Conforme Bakker et al (2014) os desenvolvedores de produtos adotam três principais estratégias para sanar este problema, uma utilização eficiente dos materiais, utilizar menos material para produzir um bem, remanufatura ou reciclagem. Remanufatura, segundo Lund (1983) *apud* Guide (2000) consiste na utilização de processos industriais capazes de prolongar a vida útil de um bem desgastado e incapaz de realizar suas funções originais. A operação de remanufatura apresenta vantagens e impasses, provenientes do próprio processo, sendo necessário analisar tais características, ponderar sobre o assunto e avaliar suas aplicações.

O processo de remanufatura apresenta inúmeros benefícios sócio ambientais e econômicos como, por exemplo, o aumento da vida útil de um equipamento e a redução do custo de produção, da quantidade de lixo gerado pelo processo de manufatura tradicional e do consumo necessário de energia. A remanufatura apresenta, apesar das dificuldades, potencial para auxiliar na solução da crise ambiental atual, reduzir os custos de produção e proporcionar maior velocidade para a implementação de novas tecnologias no mercado. Diante das informações apresentadas, nota-se que a temática é de relevância mundial e esse estudo poderá servir como base para um futuro aprofundamento, além de aplicações práticas na indústria. Portanto, o presente estudo tem como objetivo analisar a aplicação prática da remanufatura na literatura. Para atingir tal objetivo faz-se necessário definir o conceito e apresentar a maneira que se conduz um processo genérico de remanufatura, analisar seus benefícios e dificuldades e expor estudos de caso que corroborem com a teoria. O trabalho consistirá em uma pesquisa bibliográfica seguida de discussão, conclusão e recomendações futuras para os próximos estudos sobre o tema.

2 Remanufatura: conceitos, vantagens e desvantagens

O processo de remanufatura, conforme Lahrou, Brissaud e Zwolinski (2019), consiste em trazer um bem já desgastado à qualidade igual ou superior a de um novo bem com uma garantia equivalente. Entretanto, remanufatura também pode ser vista como uma maneira de fazer um bem usado funcionar como “novo” por meio de reutilização e substituição de seus componentes (Haynesworth e Lyons (1987) *apud* Louis, Ijomah 2002). Um outro conceito de remanufatura, segundo Lund (1983) *apud* Guide (2000), consiste na utilização de processos industriais capazes de prolongar a vida útil de um bem desgastado e incapaz de realizar suas funções originais. Assim, os três conceitos apresentados mostram o processo de remanufatura como uma operação que traz de volta à “vida” um bem desgastado, aproveitando partes deste



bem e passando por processos industriais. O bem remanufaturado deve apresentar uma qualidade idêntica ao mesmo bem quando recém produzido ou superior ao mesmo nas mesmas condições. A Figura 1 apresenta como o processo de remanufatura se encaixa na cadeia produtiva.

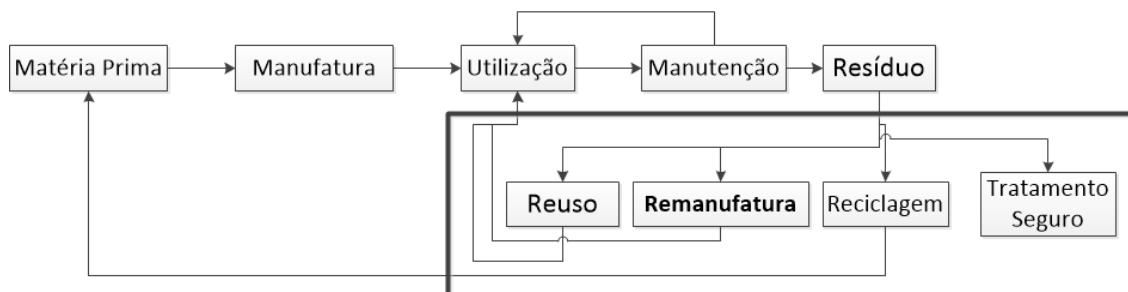


Figura 1, Fonte: Adaptado de Xu, Liu, Wang (2005).

O processo de remanufatura apresenta algumas vantagens provenientes da sua aplicação dentro da cadeia produtiva. Tais benefícios podem ser econômicos, ambientais e sociais. Segundo Xu, Liu, Wang (2005), o processo apresenta a capacidade de reduzir os custos de produção de maneira considerável em relação a de um novo bem, sendo estes o custo em matéria prima, o custo com trabalhadores, o custo de consumo de energia elétrica e o custo gerado pela depreciação da instalação. Os benefícios se expandem para aspectos ambientais reduzindo o consumo de energia elétrica em taxas superiores a metade em relação ao processo tradicional, e diminui o consumo de materiais provenientes da natureza de forma significativa. Os autores Wei et al (2015) apresentam em seu trabalho que o preço de mais da metade dos produtos remanufaturados está em torno de 40%-80% dos custos de um produto novo. O bem proveniente da remanufatura é mais barato que o mesmo bem recém manufaturado, o produto possibilita a redução do gasto de material e o consumo de energia elétrica (Jun, Kang, Jo, Baek, & Kim, 2019). A remanufatura possibilita que haja uma melhora no processo de produção, reduzindo o impacto ambiental causado e os custos de produção do bem.

A remanufatura, apesar dos benefícios apresentados, ainda apresenta algumas barreiras em sua implementação. O autor Guide (2000) apresenta em seu trabalho os fatores limitantes do processo de remanufatura, dentre os principais complicadores estão: a incerteza na quantidade e tempo de retorno dos produtos usados para a cadeia produtiva; a dificuldade de balancear os insumos pra remanufatura com sua demanda; a desmontagem do bem desgastado; a incerteza na recuperação do material; e a realização da logística reversa. Os autores Wei et al (2015) trazem em seu trabalho as dificuldades do cenário chinês, que podem apresentar correlação com o panorama brasileiro e mundial. As principais dificuldades são o reconhecimento por parte dos consumidores, as restrições legais, a falta de meios para a comercialização desta categoria de produtos, a qualidade dos produtos recebidos pela empresa, o volume de produtos recebidos, os altos custos com mão de obra, a falta de tecnologia e a falta de conhecimento sobre o produto. Os autores concordam quanto à incerteza na qualidade do produto, pois não se é possível garantir que o bem retornado ao processo de remanufatura irá possuir a qualidade mínima necessária para ser remanufaturado, à incerteza no volume e à falta de tecnologia que podem gerar dificuldades na recuperação do produto. O autor citado apresenta divergência em relação ao benéfico apresentado de redução do custo com o pessoal. O quadro abaixo resume as dificuldades apresentadas por cada autor:

Quadro 1 Fonte: Autor

Dificuldade	Autor
Reconhecimento por parte dos consumidores; Restrições legais,	Wei et al (2015)



<p>Falta de meios para a comercialização desta categoria de produtos; Qualidade dos produtos recebidos pela empresa; Volume de produtos recebidos; Altos custos com mão de obra; Falta de tecnologia Falta de conhecimento sobre o produto.</p>	
<p>Incerteza na quantidade e tempo de retorno dos produtos usados para a cadeia produtiva; Balancear os retornos com a demanda; Desmontagem do bem desgastado, Incerteza na recuperação do material; Realização da logística reversa;</p>	<p>Guide (2000)</p>

3 Remanufatura na prática:

A fim de observar a relação entre os autores, os benefícios e barreias do processo teóricos e como eles se relacionam na prática; foram analisados estudos empíricos sobre o assunto. O quadro 2 foi elaborado para que posteriormente sejam analisados os resultados e sua correlação com a teoria apresentada.

Quadro 2 Fonte: Autor

Artigo	Autor	Benefícios	Dificuldades
<p>Creating sustainable value through remanufacturing: Three industry Adaptive remanufacturing cases</p>	<p>(Jensen, Prendeville, Bocken, & Peck, 2019)</p>	<p>Aumento da vida útil, redução no consumo de material, redução no barulho gerado, novas vendas, valorização da marca, criação de novos <i>spin-offs</i>, criação de novos trabalhos.</p>	<p>Não foram apresentadas as dificuldades</p>
<p>for multiple lifecycles: A case study in office furniture</p>	<p>(Krystofik, Luccitti, Parnell, & Thurston, 2018)</p>	<p>Redução no impacto ambiental com o agravante que no segundo processo de remanufatura é quase idêntico ao primeiro. Alta resiliência.</p>	<p>Recolha dos bens desgastados, encontrar oportunidades para reutilizar material economicamente e com um mínimo de investimento em energia adicional, balanceamento nos retornos com a demanda, dificuldades técnicas em converter os bens desgastados em um produto que atenda as demandas de mercado Disponibilidade dos materiais. Preferência do mercado pelo processo tradicional de manufatura</p>
<p>Final de Vida dos Produtos, Remanufatura e Mercado de Reuso:</p>	<p>(Bouzon, Cardozo, Rodriguez, Gontijo, & Queiroz, 2011)</p>	<p>Não foram apresentados os benefícios do processo para a empresa</p>	<p>Incerteza de momento e quantidade de retorno Os produtos não são projetados visando à desmontagem, esta operação pode até prover danos ao produto.</p>



<p>Tendências, Barreiras e Desafios em um Estudo de Caso</p>			<p>Diferenças de qualidade dificultam a previsão de compra de materiais. O almoxarifado de peças da remanufatura é o mesmo da manufatura, o que amortece as implicações dessa característica. Não possui rotina para a coleta: varejistas e consumidores entram em contato para retornar os produtos. Não foi observada coleta de produtos em final de vida. No caso de produtos que retornam para conserto, quanto mais avançado o estágio de vida do produto, maior a chance da empresa não usar mais peças ou componentes desse produto. Os processos a serem percorridos pelos produtos retornados são semelhantes, porém, as atividades e o tempo da operação de conserto são diferentes para cada produto, impactando na incerteza de tempo total de processamento.</p>
<p>Indústria de cartucho de toner sob a ótica da remanufatura: estudo de caso de um processo de melhoria</p>	<p>(Filho, Coelho, & Guimar, [s.d.])</p>	<p>a economia de custos que se faz em termos de matéria-prima, aproximadamente ordem de 45%.</p>	<p>Design do produto afetam sua remanufatura.</p>
<p>Estudo sobre remanufatura de cartuchos de toner de impressora de duas Faculdades da UNICAMP</p>	<p>(Busato et al., 2012)</p>	<p>São poupados cerca de 960 litros de óleo combustível, cuja combustão é prejudicial ao ambiente. Economia de 60,8%</p>	<p>Armazenamento e descarte dos cartuchos de toner.</p>

4 Resultados e discussão

Considerando que a relação entre teoria e prática muitas vezes apresenta dispersões, os estudos de caso serão analisados para que seja possível gerar uma relação entre ambos os



fatores. Os estudos de caso apresentados no quadro 2 demonstram não haver uma grande diferença entre a teoria apresentada e os conhecimentos empíricos, sendo possível notar que os benefícios vão além dos apresentados pelos autores.

Alguns fatores são vistos como benefício ou como barreira dependendo do autor. O benefício de se gerar novos empregos (Jensen et al., 2019) pode acarretar no aumento do custo com pessoal (Wei et al., 2015). Outro fator a ser levantado em conta é como o design do produto, que pode facilitar ou dificultar sua remanufatura. O design inadequado pode impossibilitar sua remanufatura e por isso recomenda-se que as empresas responsáveis pelo processo de manufatura primária fabriquem seus produtos visando sua remanufatura. Um benefício apresentado é o aumento da valorização da marca de sua venda e aumento de suas vendas (Jensen et al., 2019), porém Wei et al (2015) argumenta que os consumidores apresentam baixos índices de reconhecimento em relação a bens remanufaturados.

Outro fator a ser levado em consideração é a falta de tecnologia que facilite e auxilie o processo de remanufatura (Wei et al., 2015), A dificuldade conversa as barreiras apresentadas por Krystofik et al (2018), a falta de tecnologias podem deixar de ser uma barreira em um futuro próximo, porém se a maneira de produção de um bem for alterada visando a remanufatura, reduz-se o nível da tecnologia necessária.

A redução do impacto ambiental, do consumo de material e dos custos foram os benefícios mais recorrentes nos estudos de caso, tais benefícios são os principais apresentados na teoria como vantagem de se realizar uma remanufatura. A dificuldade de prever o fornecimento de insumos pra remanufatura, casar a demanda com a oferta, incerteza na qualidade do bem recebido e casa a oferta dos bens remanufaturados com sua demanda foram as principais barreiras apresentadas pela operação de remanufatura.

5 Conclusão

Existem diversas maneiras de frear o impacto ambiental causado pelo ser humano. A remanufatura aparenta ser uma alternativa para auxiliar essa redução que não causa uma mudança radical no modelo de produção atual. A teoria apresentada mostra haver vantagens ambientais que ao mesmo tempo agregam valor econômico ao bem.

Ao se falar de um bem remanufaturado, acredita-se que ele deverá ser igual ao mesmo produto recém-fabricado. Porém, ao se remanufaturar um bem, é aproveitado seu núcleo dando a opção de transformar o produto em algo diferente.

Os estudos de caso analisados demonstram a redução do impacto ambiental como a principal vantagem do processo de remanufatura além da redução do consumo de matéria prima e dos custos gerais de produção. Outras vantagens também foram apresentadas pelos estudos de caso como spin-offs, aumento da vida útil do bem e valorização da marca. As principais dificuldades apresentadas são provenientes da falta de tecnologias e o design do produto que dificulta sua remanufatura.

As dificuldades apresentadas na teoria e nos estudos de caso podem ser reduzidas através da criação de modelos probabilísticos de fácil implementação de previsão de oferta de material, implementação de um design nos produtos que facilite a remanufatura e estratégias que aumentem a aceitação de bens remanufaturados pelo mercado. Recomenda-se mais estudos sobre as dificuldades, como reduzi-las e estudos de caso sobre implementações do processo e melhorias nele.

5 Referências:

ABRELPE, A. B. de E. de L. P. e R. E. (2018). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017*.

Recuperado de http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf

Bakker, C., Wang, F., Huisman, J., & Den Hollander, M. (2014). Products that go round:



- Exploring product life extension through design. *Journal of Cleaner Production*, 69, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.028>
- Bouzon, M., Cardozo, C. L., Rodriguez, C. M. T., Gontijo, L. a, & Queiroz, a a. (2011). *Final de Vida dos Produtos , Remanufatura e Mercado de Reuso : Tendências , Barreiras e Desafios em um Estudo de Caso*. (June).
- Busato, A. P., Beirão, F. C., Luis, J., Martins, B., Lignani, M., Heringer, D. E. M., ... Unicamp, F. E. M. (2012). Estudo sobre remanufatura de cartuchos de toner de impressora de duas Faculdades da UNICAMP. *Revista Ciências do Ambiente On-Line*, 8, 36–42.
- EPE. (2018). *Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2018 no ano base de 2017*. Recuperado de <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2018vf.pdf>
- Filho, F. F. C., Coelho, C. B., & Guimar, M. ([s.d.]). *Indústria de cartucho de toner sob a ótica da remanufatura: estudo de caso de um processo de melhoria*. 100–110.
- Guide, V. D. R. (2000). Production planning and control for remanufacturing: Industry practice and research needs. *Journal of Operations Management*, 18(4), 467–483. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00034-6](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00034-6)
- Jensen, J. P., Prendeville, S. M., Bocken, N. M. P., & Peck, D. (2019). Creating sustainable value through remanufacturing: Three industry cases. *Journal of Cleaner Production*, 218, 304–314. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.301>
- Jun, Y. S., Kang, H. Y., Jo, H. J., Baek, C. Y., & Kim, Y. C. (2019). Evaluation of environmental impact and benefits for remanufactured construction equipment parts using Life Cycle Assessment. *Procedia Manufacturing*, 33, 288–295. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.035>
- Krystofik, M., Luccitti, A., Parnell, K., & Thurston, M. (2018). Adaptive remanufacturing for multiple lifecycles: A case study in office furniture. *Resources, Conservation and Recycling*, 135(August 2017), 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.028>
- Lahrour, Y., Brissaud, D., & Zwolinski, P. (2019). The strategy for implementing remanufacturing process in a commercial enterprise, the case study of a French company. *Procedia CIRP*, 80, 554–559. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.01.046>
- Louis, W., & Ijomah, S. A. (2002). *a Model-Based Definition of the generic remanufacturing business process*.
- PINHEIRO, W. F., FILHO, O. B. F., & NEVES, C. A. R. (2018). *ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO: Principais Substâncias Metálicas*. 43.
- Wei, S., Cheng, D., Sundin, E., & Tang, O. (2015). Motives and barriers of the remanufacturing industry in China. *Journal of Cleaner Production*, 94, 340–351. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.014>
- Xu, B., Liu, S., & Wang, H. (2005). Developing remanufacturing engineering, constructing cycle economy and building saving-oriented society. *Journal of Central South University of Technology*, 12(2), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s11771-005-0002-4>