



Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa
ISSN: 2674-5895
INDEG-IUL - ISCTE Executive Education

MEDEIROS, FLAVIANI SOUTO BOLZAN; SIMONETTO, EUGÊNIO
DE OLIVEIRA; CASTRO, HÉLIO CRISTIANO GOMES ALVES DE
Desafios, barreiras e aprendizagens com a remanufatura
Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa,
vol. 19, núm. 3, 2020, Setembro-Dezembro, pp. 217-236
INDEG-IUL - ISCTE Executive Education

DOI: <https://doi.org/10.12660/rgplp.v19n3.2020.81491>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=568068074004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em redalyc.org

redalyc.org
UAEM

Sistema de Informação Científica Redalyc
Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto

Desafios, barreiras e aprendizagens com a remanufatura

FLAVIANI SOUTO BOLZAN MEDEIROS ¹

EUGÊNIO DE OLIVEIRA SIMONETTO ²

HÉLIO CRISTIANO GOMES ALVES DE CASTRO ³

¹ Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Santana do Livramento – RS, Brasil

² Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) / Departamento de Ciências Administrativas, Santa Maria – RS, Brasil

³ Instituto Politécnico do Porto (IPP) / Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Porto – Portugal

Resumo

Este artigo tem como objetivo identificar os desafios, as barreiras e as aprendizagens com a atividade de remanufatura. Por meio de uma busca realizada na *internet* foram encontradas empresas de diferentes regiões do país que operam no setor. Desse modo, como procedimento de coleta, foi adotado o estudo de casos múltiplos e, como técnica de coleta, foi utilizada a entrevista semiestruturada, uma vez que a intenção era obter dos entrevistados o relato sobre o seu dia a dia e o seu ambiente de negócio na remanufatura. Os resultados mostraram que a atividade é carente de incentivos por parte do poder público. Outro ponto que prejudica é o custo da logística reversa. Há, ainda, a falta de locais apropriados na fase de descarte dos materiais, cujas condições de reaproveitamento no processo não são mais viáveis. Destarte, o estudo permitiu conhecer um pouco mais da remanufatura por meio do que as empresas contatadas vivenciam no mercado.

PALAVRAS-CHAVE: Manufatura sustentável. Recuperação de produto. Remanufatura.

Artigo submetido em 11 de maio de 2020 e aceito para publicação em 16 de novembro de 2020.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12660/rglp.v19n3.2020.81491>



Challenges, barriers, and lessons learned from remanufacturing

Abstract

This article aims to identify the challenges, barriers, and lessons learned from the remanufacturing activity. The study identified and contacted remanufacturing companies from different regions of Brazil through an online search. Data were collected based on multiple case studies, using semi-structured interviews, allowing participants to report their daily lives and their business environment in remanufacturing. The results showed that the activity lacks government incentives and has high-costs to conduct reverse logistics and faces difficulties to find appropriate places to dispose of materials that can no longer be reused. Finally, the study allowed us to understand better the remanufacturing business based on the perspective of the companies' daily experience.

KEYWORDS: Sustainable manufacturing. Product recovery. Remanufacturing.

Desafíos, barreras y aprendizaje con la remanufactura

Resumen

Este artículo tiene como objetivo identificar los desafíos, las barreras y el aprendizaje con la actividad de remanufactura. A través de una búsqueda realizada en internet, se contactaron empresas de diferentes regiones del país que operan en el sector. Como procedimiento de recolección de datos se adoptó el estudio de casos múltiples, y como técnica, se realizaron entrevistas semiestructuradas, ya que la intención era que los entrevistados pudieran informar sobre su vida diaria y su entorno empresarial en la remanufactura. Los resultados demostraron que la actividad carece de incentivos de parte del gobierno, el costo de la logística inversa es otro punto que perjudica al sector, además de la falta de lugares adecuados en la fase de disposición de materiales que ya no pueden reutilizarse en el proceso. Así, el estudio permitió conocer un poco más sobre remanufactura a partir de lo que experimentan en el mercado las empresas contactadas.

PALABRAS CLAVE: Fabricación sostenible. Recuperación de productos. Remanufactura.

INTRODUÇÃO

Um dos desafios da sociedade contemporânea está em equilibrar a relação entre consumo e sustentabilidade. Sundin (2004) alerta que diversos recursos naturais são extraídos e utilizados em um ritmo crescente e, mesmo com a contínua descoberta de novos recursos, é preciso que a humanidade comece a pensar em como usá-los de uma forma mais inteligente e mais sustentável.

Yu e Lee (2018) enfatizam que atingir um crescimento econômico sem considerar de forma adequada o meio ambiente causa impactos negativos significativos, tais como: o esgotamento dos recursos naturais, o aquecimento global, a degradação do ozônio estratosférico, a acidificação dos oceanos etc. As opções de recuperação de produtos, por vezes intituladas como estratégias de fim de vida (FEGADE, SHRIVATSAVA e KALE, 2015), buscam limitar ou reduzir o volume de resíduos encaminhados para um aterro (NASR, 2019).

Dentre as opções de recuperação de produtos disponíveis, a remanufatura é uma prática de crescente importância (JIANG, ZHOU, ZHANG et al., 2016) como estratégia de manufatura sustentável (YANG, NASR, ONG et al., 2017), na medida em que contribui para reduzir os impactos ambientais negativos causados pelos produtos descartados (HASHEMI, CHEN e FANG, 2016; MATSUMOTO, CHINEN e ENDO, 2018). A remanufatura produz menos resíduos (KARVONEN, JANSSON e UOTI, 2013), é menos dependente de matérias primas virgens quando comparada com a manufatura convencional (LIAO e DENG, 2018). Portanto, mais do que apresentar vantagens econômicas, trata-se de uma atividade que também se revela mais ecológica no comparativo com a produção de um novo produto (BUTZER, SCHÖTZ e STEINHILPER, 2017).

Porém, na remanufatura de produtos existem ainda muitos desafios a serem superados (BOUZON, CARDOSO, QUEIROZ et al., 2010; CUTOVOI, 2019), com inúmeros fatores que acabam afetando o seu desenvolvimento (DENG, LIU e LIAO, 2015), o que faz as empresas remanufatureiras operarem no mercado em condições difíceis (KOSACKA, 2018). Diante do exposto, este estudo busca responder à seguinte questão de pesquisa: *Quais são os desafios, as barreiras e as aprendizagens que permeiam as operações de remanufatura em empresas automotivas e em prestadoras de serviços?*

Este trabalho encontra justificativa na constatação de que no país ainda são poucos os estudos voltados à investigação da remanufatura. Como pesquisas anteriores, citam-se as empreendidas por: (a) Costa Filho, Coelho Júnior e Costa (2006), sobre o processo de melhoria implantado em uma indústria de remanufatura de cartuchos de toner; (b) Oiko, Saavedra, Amaral et al. (2009), a respeito da remanufatura sob o ponto de vista do desenvolvimento de produtos; (c) Bouzon, Cardoso, Queiroz et al. (2010), que apresentaram um panorama teórico-prático da remanufatura, utilizando, para tal, uma revisão de literatura e um estudo de caso; (d) Paiva e Serra (2014), sobre a remanufatura de equipamentos eletrônicos como contribuição para o desenvolvimento sustentável; (e) Cutovoi (2019), sobre a questão do posicionamento estratégico competitivo na remanufatura.

Além desta parte introdutória, o artigo conta com o referencial teórico que trouxe a base para o desenvolvimento da pesquisa. Na sequência, são descritos os procedimentos metodológicos utilizados no estudo. Em seguida, apresentam-se os resultados e análises. Na conclusão, são apontadas as limitações e sugestões para trabalhos futuros.

REFERENCIAL TEÓRICO

Remanufatura

A remanufatura é uma opção de recuperação de produto usado (LIANG, POKHAREL e LIM, 2009; MITRA, 2016), e consiste na restauração de um produto ou componente usado (EGUREN, JUSTEL, IRIARTE et al., 2018). Em outras palavras, é o processo de retorno dos produtos usados em uma condição tão boa quanto a de um produto novo (MATSUMOTO e IJOMAH, 2013; OMWANDO, OTIENO, FARAHANI et al., 2018), um processo em que os produtos usados são devolvidos à sua vida útil (GOVINDAN, JIMÉNEZ-PARRA, RUBIO et al., 2019).

Para outros, trata-se de uma estratégia mais viável ao fim de vida do produto (FADEYI, MONPLAISIR e AGUWA, 2017), que reduz o consumo de matérias-primas e energia (LIU, ZHANG, JIN et al., 2017; SINGHAL, TRIPATHY e JENA, 2019); uma forma de sustentabilidade (OHIOMAH, AIGBAVBOA e PRETORIUS, 2017); uma oportunidade para entregar um futuro sustentável (REIMANN, YU, e YU, 2019).

É também considerada uma oportunidade de negócio lucrativo (GALLO, ROMANO e SANTILLO, 2012), cujo processo tem por objetivo a recuperação de valor e a reutilização de produtos usados (MUKHERJEE e MONDAL, 2009), uma das principais estratégias para promover a manufatura sustentável ao estender o ciclo de vida do produto (FANG, ONG e NEE, 2016; ZHAO, WANG e XU, 2019), mantendo a sua funcionalidade e desempenho (WAHAB, BLANCO-DAVIS, ARIFFIN et al., 2018), e constituindo-se um componente importante para uma indústria de manufatura eficiente em recursos (KARVONEN, JANSSON, BEHM et al., 2017).

Na remanufatura, os produtos usados são remanufaturados por meio de um processo (PARKINSON e THOMPSON, 2003) que, de modo geral, conta com uma série de etapas, tais como: desmontagem, limpeza, pintura, reprocessamento, montagem e teste (IKEDA, 2017). Com a remanufatura, são possíveis múltiplos usos dos produtos, na medida em que ela possibilita vários ciclos de vida (GOLINSKA e KUEBLER, 2014), sendo, até mesmo, apontada como o principal meio de recuperação de valor de produtos e componentes usados (SITCHARANGSIE, IJOMAH e WONG, 2019). Revela-se, portanto, como uma excelente alternativa ao *final da vida útil dos produtos* (YANG, NGIAM, ONG et al., 2015).

Vale lembrar que, por vida útil de um produto, entende-se o período compreendido desde a aquisição até a substituição pelo cliente (NES e CRAMER, 2006). Sobre esse ponto, Naik e Terkar (2016) alertam que a vida útil dos produtos vem se reduzindo drasticamente, tornando necessário o planejamento de opções de fim de vida. A seguir, discorre-se sobre os desafios e as barreiras normalmente atrelados à remanufatura.

Desafios e barreiras na remanufatura

Apesar dos benefícios econômicos, ambientais e sociais evidenciados, a remanufatura é uma prática associada a diversos desafios e incertezas, tais como: o momento do retorno, a quantidade e a qualidade do núcleo – produto usado ou suas partes – devolvido, a percepção e as exigências do cliente, o próprio mercado para produtos remanufaturados, entre

outros (KING e BARKER, 2007; FADEYI, MONPLAISIR e AGUWA, 2017; OMWANDO, OTIENO, FARAHANI et al., 2018; ARREDONDO-SOTO, REALYVASQUEZ-VARGAS, MALDONADO-MACÍAS et al., 2019).

Nesse caso, Kato e Laurindo (2004) avaliam que a logística reversa acaba por tornar-se um dos desafios do processo de remanufatura, o que se deve ao fato de que não há como prever o volume que será devolvido, tampouco a condição técnica dos produtos que irão retornar, impossibilitando, assim, a realização de um bom planejamento. Jiang, Zhou, Zhang et al. (2016) apontam como um dos maiores desafios enfrentados a questão da garantia em termos de confiabilidade dos produtos remanufaturados, uma vez que eles vêm de núcleos que estão em diferentes condições.

As incertezas e a variabilidade relacionadas aos núcleos podem vir a comprometer o gerenciamento das operações na remanufatura (YANG, BAO, SONG et al., 2016), o planejamento dos recursos (SONG, GUAN, ZHAO et al., 2011), aumentando enormemente, por sua vez, a dificuldade e a complexidade dos processos (WANG, ZHIGANG, ZHANG et al., 2017). Para Gaspari, Colucci, Butzer et al. (2017), o que prejudica a expansão do mercado de remanufatura decorre de ineficiências relacionadas às operações, em especial, devido às incertezas e à variabilidade dos fluxos de materiais, bem como às condições do produto usado.

Além dos desafios, apesar de a remanufatura ter diversas forças motrizes, segundo Matsumoto, Yang, Martinsen et al. (2016), ela também apresenta inúmeras barreiras, tais como: a coleta dos produtos usados, um processo de remanufatura eficiente e a aceitação do cliente de produtos remanufaturados. Tais barreiras são observadas em ambos os casos, ou seja, tanto na remanufatura realizada pelo próprio Fabricante Original do Equipamento – tradução do termo em inglês Original Equipment Manufacturer (OEM) – como por remanufaturadores independentes. Além disso, o OEM depara-se com mais uma barreira: nem sempre há incentivo para a remanufatura (MATSUMOTO, YANG, MARTINSEN et al., 2016).

Outrossim, Wen, Liu, Liu et al. (2015) comentam que, em razão da existência destas incertezas relacionadas ao processo de remanufatura, os métodos tradicionais de planejamento e controle de produção não se ajustam às suas necessidades. É, até mesmo, mais difícil elaborar um planejamento de produção de remanufatura do que um planejamento e controle de produção tradicional. No entendimento de Barquet (2010), para muitos dos problemas que surgem, uma das causas está justamente na forma como a remanufatura é gerida, ou seja, mediante o uso de mesmas práticas, métodos e soluções adotadas por empresas manufatureiras tradicionais.

Estudos anteriores sobre remanufatura realizados no Brasil

No trabalho de Silva Junior, Cristofolini, Amaral et al. (2015), a remanufatura foi abordada sob a forma de uma proposta para a sistematização do processo dos produtos rejeitados, considerando para tal o centro de distribuição uma empresa importadora de eletrodomésticos. Os resultados obtidos apontaram que existe possibilidade de reaproveitamento desses produtos, proporcionando benefícios significativos, tanto financeiros como ambientais. Por meio de revisão de literatura e um estudo de caso, Staichak (2013) realizou uma discussão prática teórica sobre a remanufatura e o seu impacto no meio ambiente. Destarte, as conclusões evidenciaram que novas ferramentas precisam ser elaboradas para o desenvolvimento e o planejamento da produção do sistema de remanufatura.

Ao analisar a remanufatura de lâmpadas fluorescentes na região de Manaus, Saraiva (2015) propõe a construção de um modelo de negócio com o intuito de contribuir na questão da destinação correta dos resíduos, com algo que seja economicamente viável, fortaleça os programas de proteção ambiental e permita o retorno dos materiais ao processo produtivo. Os achados do estudo revelaram que o mercado local possui condições favoráveis; logo, o modelo de negócios proposto é viável para uma empresa privada, uma vez que há ganhos econômicos, e atende aos anseios em termos de emprego e ambiente com a destinação final dos resíduos de modo adequado.

Com base em um estudo exploratório na literatura científica, Saavedraa, Barqueta, Ometto et al. (2011) identificaram as principais características da remanufatura, adotando dois estudos de caso – um Fabricante Original do Equipamento e uma empresa independente. Esse estudo possibilitou ainda uma análise em termos comparativos dos aspectos críticos observados nas duas empresas e indicou que a Fabricante Original do Equipamento possui maiores vantagens em itens como: relacionamento com os fornecedores do produto usado, logística reversa, operação de remanufatura e comercialização do remanufaturado. Neste caso, os autores ressaltam a possibilidade de parceria entre estas empresas para o alcance de ganhos maiores na recuperação dos produtos usados. No Quadro 1, estão listados os trabalhos aqui citados.

QUADRO 1
Estudos anteriores sobre remanufatura

Ano	Título	Autor(es)	Tipo de texto
2011	A remanufatura como opção na recuperação de produtos no pós-consumo: um olhar em empresas brasileiras	Saavedra, Y. M. B.; Barquet, A. P. B.; Ometto, A. R.; Rozenfeld, H.; Forcelini, F. A.	Artigo científico
2013	O impacto da remanufatura no meio ambiente: um enfoque no reaproveitamento no fim de vida do produto: um estudo de caso	Staichak, E. J.	Monografia
2015	O modelo de negócio voltado à remanufatura de lâmpadas fluorescentes, gerenciamento dos resíduos e sua reinserção, em cumprimento à legislação ambiental brasileira	Saraiva, W. J. S.	Dissertação
2015	Proposta para sistematização do processo de remanufatura de produtos rejeitados no centro de distribuição de uma empresa importadora de eletrodomésticos	Silva Junior, L. C.; Ietka, M. F.; Cristofolini, R.; Amaral, C. E.; Santos, G. J.	Artigo científico
2019	Análise da sustentabilidade do processo de remanufatura de equipamentos eletroeletrônicos: o caso das máquinas de lavar roupas	Correa, R. G.	Dissertação

Fonte: Elaborado pelos autores.

Correa (2019) examinou a viabilidade da remanufatura como estratégia para as máquinas de lavar roupas considerando que tais equipamentos contam com características propícias para a remanufatura. Para isso, utilizou metodologias de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), análise de custos e referências de mercado, bem como aspectos culturais, legais e logísticos. O autor concluiu que a remanufatura mostrou-se viável tanto tecnicamente como economicamente nas condições analisadas no estudo.

A seguir, constam os procedimentos metodológicos adotados no percurso da presente pesquisa.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Procedimento e técnica de coleta dos dados

Neste artigo, como procedimento de coleta dos dados, recorreu-se ao estudo de casos múltiplos. De acordo com Yin (2010), realizar um trabalho com casos múltiplos ou com caso único é uma escolha da pesquisa, visto que ambos são variantes do método de estudo de caso. Ademais, como técnica de coleta dos dados, utilizou-se a entrevista semiestruturada, uma técnica, conforme Richardson (2017), que se baseia em um roteiro de entrevista adaptável e não rígido ou preestabelecido, cuja vantagem reside na sua flexibilidade e na possibilidade de ser rapidamente adaptado.

Cabe ressaltar que tal técnica foi adotada porque, mesmo com um roteiro de perguntas previamente elaborado pelos autores deste trabalho, a intenção era obter dos entrevistados o relato sobre o seu dia a dia na remanufatura, o seu ambiente de negócio na atividade. Quanto aos casos analisados, este estudo foi feito com organizações que atuam com a remanufatura no Brasil. Para isso, realizou-se uma busca na *internet* cujo resultado levou a 07 (sete) empresas que foram contatadas por *e-mail* e 15 (quinze), via telefone. Salienta-se que a adoção desta forma inicial de comunicação deve-se à modalidade de contato disponibilizada por cada instituição na plataforma consultada.

A amostra foi escolhida por acessibilidade, e o critério de aceite para participar da pesquisa residia na conformidade da atividade com a remanufatura. Ou seja, o processo em si conta com várias etapas que incluem desde a desmontagem até os testes. Destarte, dependendo do processo descrito previamente, a prática condizia com outras existentes utilizadas para a recuperação de produtos usados, tais como: reparo, recondicionamento etc. Assim, das 22 (vinte e duas) organizações consultadas via *e-mail* e telefone, somente 08 (oito) foram selecionadas: 02 (duas) para entrevistas piloto e 06 (seis) para entrevistas definitivas. No Quadro 2, constam maiores detalhes a respeito das entrevistas semiestruturadas colhidas.

QUADRO 2
Informações sobre as entrevistas semiestruturadas

Entrevistado	Cargo do entrevistado	Empresa	Área de abrangência	Produto remanufaturado
Entrevista piloto	Fundador e CEO ¹	A	Regional	Embreagem
Entrevista piloto	Fundador e CEO	B	Regional	Toner
E(1)	Gerente de produtos	Alfa	Multinacional	Embreagem e caixa de transmissão (câmbio)
E(2)	Fundador e CEO	Beta	Nacional	Amortecedor
E(3)	Sócio-fundador e CEO	Gama	Nacional	Embreagem
E(4)	Fundador e CEO	Delta	Regional	Toner
E(5)	Coordenadora de área	Sigma	Multinacional	Injetor e bomba de combustível
E(6)	Fundador e CEO	Ômega	Regional	Toner

Fonte: Elaborado pelos autores.

No Quadro 2, tanto o nome das empresas quanto o dos entrevistados foram omitidos. Importante frisar, a esse respeito, que uma das organizações analisadas fez tal solicitação. Logo, atendendo ao que foi pedido e como forma de padronizar a divulgação das informações, as empresas que participaram de entrevistas piloto foram designadas pelas letras “a” e “b” do alfabeto brasileiro. “Alfa”, “beta”, “delta”, “gama”, “ômega” e “sigma” – do alfabeto grego, escritas por extenso como forma de diferenciá-las das demais – designaram as empresas que colaboraram nas entrevistas definitivas desta pesquisa. Sobre os entrevistados, somente o cargo e/ou função foi revelado, preservando, assim, sua identidade. Sublinha-se que informações adicionais sobre as empresas serão trazidas no tópico subsequente.

Caracterização dos casos analisados

Na caracterização dos casos analisados, ressalta-se a pertinência do relato por parte das próprias empresas sobre sua trajetória na remanufatura. No caso da Alfa, por exemplo, (E1) conta que:

A Alfa começou a trabalhar com embreagens em 1996 e, em 1997, ela já começou a fazer os primeiros “remans”². Só que nesta época era uma linha de produção que por muitos anos foi muito artesanal e apenas em 2007 foi estabelecida uma fábrica de transmissões remanufaturadas e a parte

¹ *Chief executive officer*: diretor executivo da empresa.

² Termo utilizado pelas empresas do setor para se referir ao remanufaturado e/ou remanufatura.

das embreagens que a gente fazia, mas o processo não era tão robusto, passou a ser incorporado também e começou a fazer parte do mesmo processo. [...]. A partir daí, cresceu muito o processo de remanufatura e hoje representa uma boa fatia do que a gente vende, tanto de embreagens como de transmissões (E1).

A empresa Beta (E2) atua desde o ano de 1999 com amortecedores remanufaturados, já o reconhecimento no mercado é algo mais recente:

Assim, de atingir mercado, há 04 (quatro) anos que a gente atingiu um pouco do mercado, mas porque existem barreiras. Isto porque a gente vai ter que mostrar o nosso produto e ao longo do tempo ele usar e falar para os clientes dele que é bom aquele produto da 'Beta' e ele não sabe nem por que que é bom, mas é diferente do resto. O amortecedor que a gente faz são 15 (quinze) processos: é retirada a peça que está com defeito, o fluido, as hastes e tudo o que for necessário é refeito – a peça igual ao original (E2).

O início da Gama – uma empresa familiar – na remanufatura de embreagens data de 1982, conforme relato do entrevistado (E3):

Como começou a empresa? Lá em 1982 eu já trabalhava com embreagens: o meu tio começou a fazer, depois ele parou e o meu pai começou a fazer em 1986. De 1986 para cá, o meu pai trabalhou até o ano de 2000 com a empresa dele e em 2000 a gente abriu a Gama: eu, meu irmão e meu outro irmão (do meio) começamos a trabalhar com o nome de Gama. Então, já fazia tempo que vínhamos trabalhando na área e agora como Gama (E3).

Como fundador e CEO da empresa, o entrevistado (E4) conta que, no início, ele mesmo executava todos os procedimentos necessários para a remanufatura de *toner*:

Eu comecei comprando e vendendo *toner* vazio porque na época, em 2004, ou um pouco antes, em 2003, quando começou a remanufatura de *toner*, eu morava em São Paulo e lá já tinha este tipo de remanufatura e aqui em [cidade onde atua] ainda não. [...] Então, eu comprava o *toner* vazio e enviava para São Paulo para fazer a remanufatura, vendia (*o toner remanufaturado*) e comprava das pessoas [*os toners vazios*]. Depois, vi que estava dando certo e que era um bom negócio, daí eu comecei a fazer. Na época, eram poucas impressoras, não tinha esta diversidade que tem atualmente e eu fazia todo o processo, os testes, e entregava para o cliente, depois abri esta loja, e começou assim (E4).

Na sua história com a remanufatura, a Sigma (E5) descreve que a prática na empresa é oriunda da combinação entre iniciativa interna e necessidade de mercado:

O processo de remanufatura aqui na Sigma já ocorre há uns 10 (dez) anos, então a empresa vem atuando com esse modelo de negócio de remanufatura e esse modelo surgiu muito por uma iniciativa interna, mas também enxergando uma necessidade do mercado. [...]. No princípio, a gente começou com o "reman" com o cliente [*nome de uma montadora de motores*], que foi o nosso primeiro cliente de remanufatura, e hoje já temos uma gama relativamente grande de "reman" que a gente produz aqui em [cidade onde a empresa está localizada] e manda para o mercado (E5).

O entrevistado (E6) menciona que, na época em que abriu a empresa Ômega, a remanufatura de *toner* era uma atividade ainda pouco conhecida:

A Ômega atua com a remanufatura há 10 (dez) anos, mas eu estou há uns 14 (catorze) anos no mercado. Eu comecei a atuar nessa área através da empresa que trabalhei como funcionário: eu era vendedor, eu vendia este material [...] – há 14 (quatorze) anos, uns 15 (quinze) anos atrás –, isso era bem pioneiro mesmo, não existia no mercado, eram pouquíssimos os que faziam (E6).

Na próxima seção, encontram-se expostos os resultados e análises obtidos nesta pesquisa.

RESULTADOS E ANÁLISES

Os desafios e as barreiras na remanufatura

Nesta seção, são expostas as preocupações que permeiam o setor de remanufatura como um todo.

O entrevistado (E1), da Alfa, aponta que um dos desafios para atuar na remanufatura é a extensão territorial do Brasil:

Tem o fator geográfico, pois, em um país como o Brasil, quanto mais distante estiver o casco da operação, se torna mais caro. Por isso, às vezes, é mais interessante ter as operações perto dos grandes consumos, porque aquele que está mais distante acaba tendo um custo de transporte grande (E1).

Assim como a Alfa (E1), que enfatizou o elevado custo com o transporte, a Gama (E3) também depara-se com a mesma dificuldade nas suas operações com o cliente:

Hoje, com a *internet*, o meu mercado expandiu muito. [...] não tem estado que a gente não encaminhe mercadorias, porém, o frete é muito caro. Muitas vezes, você vai vender uma embreagem, vamos supor, por R\$ 300,00 (trezentos reais), e custa R\$ 200,00 (duzentos reais) para enviar a peça. Ao todo fica R\$ 500,00 (quinhentos reais), e a peça nova custa R\$ 700,00 (setecentos reais). Daí, fica melhor comprar uma nova, né? (E3).

Nota-se que os custos relacionados à logística representam um valor bem significativo para as empresas. Ademais, apurou-se nas entrevistas que as empresas analisadas enfrentam dificuldades nos seus processos de logística reversa. A Sigma (E5), por exemplo, narra como a logística reversa traz desafios à empresa:

Quando a gente faz dentro do Brasil, a complexidade é grande, mas a gente ainda consegue controlar. Quando a gente está falando do processo de remanufatura, que a gente poderia ter um mercado muito maior se não fosse a nossa barreira fiscal. Quando a gente fala da regulamentação brasileira para uma importação de peças para a remanufatura, é muito burocrática. Com isso, você acaba gerando um custo gigantesco de logística, como é o caso aqui da Sigma (E5).

Além da logística reversa, outra barreira na remanufatura está na aceitação de produtos remanufaturados. Sobre esse ponto, o entrevistado (E1) registra a forte influência que o fator cultural exerce na compra desse tipo de produto no país:

Hoje, para componentes grandes, a cultura do reparo é muito forte aqui no Brasil, e como a Alfa trabalha com transmissões, a gente conhece o mercado dos Estados Unidos e o remanufaturado de transmissões lá é muito forte e é muito grande. Então tem uma cultura já de não ficar consertando as transmissões e se trocar por uma remanufaturada, e aqui não tem (E1).

Outro item apontado é a falta de incentivos tanto fiscais como financeiros por parte do governo brasileiro para a remanufatura. Em países desenvolvidos, a atividade conta com políticas de apoio. No Brasil, o posicionamento das empresas Alfa (E1) e Ômega (E6) sintetizam o que é compartilhado por todas as demais entrevistadas com relação à carência de incentivos governamentais:

Hoje, a tributação, ela não enxerga o remanufaturado como uma atividade diferente das demais. Quando você vende um produto remanufaturado à classificação fiscal, vamos dizer assim, que é o que comanda quanto vai ser a alíquota de imposto, de IPI³, de ICMS⁴ e tal, é a mesma do produto equivalente novo, então quando você compra ou vende um produto usado, você paga as mesmas taxas (E1).

Infelizmente, não tem uma diferenciação entre um produto novo e um remanufaturado e poderia ter esta diferenciação, ter um incentivo por parte do governo para a remanufatura ser mais barata em si. [...] poderia ter um custo reduzido para chegar ao cliente e ele pagar mais barato e, assim, vender melhor (E6).

A Ômega (E6), que atua com a remanufatura de *toner*, destaca ainda a dificuldade existente no momento em que os itens não podem ser mais reutilizados na atividade e precisam ser encaminhados para o descarte:

Outra dificuldade que eu vejo, inclusive, muita dificuldade, é a questão do descarte deste material, e isso é um problema. É um problema porque são pouquíssimas empresas que fazem e têm custo, ou seja, não é gratuito e isso encarece para o consumidor, que poderia ter um produto mais em conta (E6).

Na Gama – empresa que atende o mercado com embreagens remanufaturadas –, o entrevistado (E3) também alegou encontrar dificuldade na ocasião do descarte; mesmo para um resíduo em específico, a solução vislumbrada por eles veio sob a forma de um sistema de doação e/ou troca com outra organização:

³ Imposto sobre Produtos Industrializados.

⁴ Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.

Hoje a lona – que é o revestimento da embreagem – é um material horrível para o meio ambiente e não tem onde colocar. Então, o que a gente faz com este material? Tem uma empresa aqui na região de [cidade onde a empresa está localizada] que faz pastilha de freio e um dos materiais que eles utilizam é este material que sobra da lona. [...] Daí a gente faz uma doação ou até mesmo troca, porque, às vezes, a gente precisa de algum material, aí eles já levam a sucata e nos fornecem outros materiais que eu preciso (E3).

No Quadro 3, apresenta-se um resumo dos desafios e barreiras apontadas pelos entrevistados na atividade.

QUADRO 3
Respostas obtidas nas entrevistas acerca dos desafios e barreiras

Entrevistado	Desafios e barreiras com a remanufatura
E(1)	Extensão territorial do Brasil
E(3)	Alto custo logístico
E(5)	Fluxo logístico
E(1)	Fatores culturais
E(1) e E(6)	Tributação dos produtos usados
E(6) e E(3)	Descarte dos produtos

Fonte: Elaborado pelos autores.

No próximo tópico consta a explicitação das aprendizagens com a remanufatura.

Explicitação das aprendizagens com a remanufatura

Por um lado, Syed Ali, Doostmohammadi, Akartunali et al. (2018) e Diallo, Venkatadri, Khatab et al. (2018) observam que, hoje em dia, o aumento da conscientização a respeito da sustentabilidade e legislações ambientais mais rígidas levaram os fabricantes e outras empresas a começar a recuperar e a remanufaturar produtos usados, estendendo seu ciclo de vida, o que oferece muitas oportunidades de negócios. A esse respeito, a entrevistada (E5) comenta sobre o novo segmento em que a Sigma começou a atender no mercado: “Hoje, atendemos a GEE⁵ – a geradora de energia – a gente fornece para os geradores de energia da GEE as bombas remanufaturadas. Então, entramos também no segmento de eficiência energética (E5)”.

Embora a remanufatura seja um campo de negócio lucrativo, o seu potencial até então não foi totalmente explorado em muitos países (SELIGER, KERNBAUM e ZETT, 2006; BARQUET, GUIDAT, HAMAMOTO et al., 2014). É o caso do Brasil. A remanufatura no país é ainda um setor pequeno e um dos motivos para isso pode ser atribuído ao fato de que muitas empresas não

⁵ Grupo de Economia da Energia.

enxergaram uma oportunidade de negócio em potencial para ingressar na atividade. Neste caso, a Delta (E4) alerta para uma mudança de comportamento necessária por parte das empresas:

Do que eu tenho visto, as empresas que vendem impressoras e produzem estes insumos de impressoras – quando elas dificultam a recarga daquele suprimento de uma impressora 'X' –, quando ela dificulta, ela perde mercado, o produto dela para de vender (E4).

Para Gray e Charter (2008), a falta de conhecimento e a confusão de conceitos com outras opções de recuperação de produtos – reciclagem, reparo, recondicionamento etc. – faz com que a remanufatura não seja totalmente compreendida pela indústria. Segundo o relato obtido, na visão do entrevistado (E3), existem no mercado inúmeros produtos que podem ser remanufaturados:

Hoje não existem coisas que você vai colocar fora, porém, existem coisas que você não consegue recuperar. Daí sim, é uma situação que você terá que descartar. Mas, pelo conhecimento que a gente tem dentro do mercado, é muito difícil existirem coisas que a gente não consiga refazer. [...] Dentro de [*cidade onde a empresa está localizada*] hoje, a gente não consegue mensurar o que tem de coisas para fazer, então imagina dentro de um país com uma extensão do tamanho do Brasil o que a gente não pode conseguir. É possível remanufaturar muita coisa (E3).

Leite (2017) julga que a remanufatura revela-se um setor ainda pouco explorado. Logo, pode-se dizer que se trata de um setor com pouca representatividade quando comparado com o de manufatura tradicional. Isso se reflete nas operações no mercado, pois, conforme se constata nas entrevistas, são as próprias empresas que descobrem no dia a dia da atividade como desempenhar suas tarefas. A Sigma sintetiza essa experiência vivenciada por ela e pelos demais casos aqui analisados ao ressaltar que, embora já esteja atuando com remanufaturados há 10 (dez) anos, o aprendizado é constante:

Então, toda vez que a gente fala de um modelo de negócio que estamos vendendo para o "reman", por exemplo, agora de lançar junto com um novo, nós temos que começar todas as análises novamente. Por isso, até para a gente é um aprendizado, porque ele não é um processo como a industrialização, que é simples, pois sabemos o que a caracteriza, mas, quando você está falando de um "reman", depende muito do que você está planejando fazer para você ver se irá atender todos os requisitos e se é possível ser feito (E5).

Contudo a Alfa (E1) acredita que os remanufaturados no Brasil são um mercado em expansão:

A remanufatura é um mercado que aqui no Brasil tende muito a crescer, e, se você for ver o mercado de remanufaturados de outros países, é muito maior nos países mais desenvolvidos. O que está faltando aqui é o conhecimento e o esclarecimento para que as empresas começem a fomentar este tipo de produto (E1).

No Quadro 4 consta um resumo das aprendizagens com a remanufatura na percepção dos envolvidos com a atividade.

QUADRO 4
Respostas obtidas nas entrevistas acerca das aprendizagens

Entrevistado	Aprendizagem com a remanufatura
E(4)	Empresas perdem vendas
E(3)	Muitos produtos podem ser remanufaturados
E(5)	Aprendizado constante
E(1)	Mercado com tendência de crescimento

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na próxima seção, tem-se uma síntese dos achados do estudo e, também, as limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

CONCLUSÃO

Embora a remanufatura seja uma prática que apresenta inúmeros benefícios nas esferas ambiental, econômica e social, o sucesso neste setor depende de muitos elementos que merecem atenção dos gestores. Neste trabalho, apurou-se que a atividade é carente de incentivos por parte do poder público, e um dos desdobramentos de tal ausência repercutem diretamente no momento da comercialização dos produtos (sobre os remanufaturados incidem os mesmos impostos e taxas de um produto novo). Com políticas públicas que incentivem e fomentem a atividade, além de economia de recursos, também haveria redução na quantidade de materiais descartados nos aterros.

Outro ponto que prejudica o setor é o custo da logística reversa – o valor do envio e reenvio de peças e produtos é muito elevado – e isso reflete na competitividade. Para uma possível expansão, é necessária uma cuidadosa análise, pois a remanufatura depende do produto usado e os custos associados podem ser bem altos. Assim, uma redução de custos logísticos poderia ser um importante atrativo para que mais clientes e empresas de diferentes segmentos se interessem pela atividade.

Salienta-se que outra situação destacada por alguns entrevistados diz respeito à falta de locais apropriados na fase de descarte dos materiais que não têm mais condições de reaproveitamento no processo de remanufatura. Em vista do exposto, sugere-se a criação de parcerias e alianças estratégicas entre empresas como alternativa para amenizar o custo da logística reversa e da pendência relativas aos locais de descarte, uma vez que essa é uma iniciativa considerada benéfica pelos autores que estudam a temática.

Desse modo, tais parcerias e alianças poderiam ocorrer com empresas locais e/ou regionais (a critério das envolvidas), firmadas com organizações que operam no mesmo segmento, como também com aquelas de segmentos diferentes e, até mesmo, com outros setores no mercado

(neste último caso, é válido frisar que a peça ou produto poderão ser destinados para outra alternativa de recuperação disponível – como a reciclagem etc. –, em vez de serem encaminhados para a incineração ou aterro).

Ao se ponderar sobre a relevância da remanufatura para a conservação dos recursos e menor emissão de poluentes, a concentração de esforços entre as empresas são discussões pertinentes, dado que, além de um possível auxílio no alcance dos objetivos pretendidos, pode também contribuir para que a prática se propague, fazendo com que um número maior de organizações se envolva e, consequentemente, facilite a busca por apoio do governo.

Como limitação do trabalho, pode-se citar a questão de poucas organizações terem sido objeto de análise na pesquisa. Por um lado, compete relatar a dificuldade de encontrar empresas que operam com a remanufatura (de acordo com o processo que a prática exige). Por outro lado, quando se tratava de uma remanufatureira, ocorria a recusa em participar do estudo. Entretanto, apesar do número reduzido de entrevistas, isso não prejudicou no sentido de conhecer um pouco mais a remanufatura por meio do que estas empresas vivenciam no seu dia a dia com a atividade. Tal detalhamento não seria possível se tivesse sido utilizada uma abordagem quantitativa.

Ademais, objetivando mais discussões sobre a temática, recomenda-se, como estudo futuro, uma busca de novas oportunidades para o setor no cenário nacional. Destarte, seria pertinente um trabalho que contemplasse a descrição da atividade sob a forma de um modelo de negócio organizado na modalidade de *leasing* ou aluguel – seja de equipamentos, de máquinas, entre outros bens remanufaturados –, ou seja, o cliente não teria a propriedade do produto. Neste caso, o vínculo entre remanufaturador e consumidor se daria mediante um contrato firmado entre as partes, o que se revela como uma boa opção quando o cliente não tem interesse em adquirir aquele produto ou precisará utilizá-lo por um determinado período de tempo.

REFERÊNCIAS

- ARREDONDO-SOTO, K. C. A. et al. Impact of human resources on remanufacturing process, internal complexity, perceived quality of core, numerosity, and key process indicators. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 59, p. 168-176, Oct. 2019.
- BARQUET, A. P. B. **Barreiras e diretrizes para a implementação de um sistema de remanufatura**. 2010. 246 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- BARQUET, A. P. B. et al. Attractiveness criteria for remanufacturing in Brazilian enterprises. In: GLOBAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE MANUFACTURING, 11., Berlin, 2014. **Proceedings...** Berlin: GCSM, 2014.
- BOUZON, M. et al. Panorama prático-teórico do ambiente de recuperação de produtos: um estudo de caso em uma remanufatura de produtos de telecomunicações. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., São Carlos, 2010. **Anais...** São Carlos: ENEGEP, 2010.
- BUTZER, S.; SCHÖTZ, S.; STEINHILPER, R. Remanufacturing process capability maturity model. In: GLOBAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE MANUFACTURING, 14., Stellenbosch, 2017. **Proceedings...** Stellenbosch: GCSM, 2017.
- CORREA, R. G. **Análise da sustentabilidade do processo de remanufatura de equipamentos eletroeletrônicos: o caso das máquinas de lavar roupas**. 2019. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.
- COSTA FILHO, C. F. F.; COELHO JÚNIOR, L. C. B.; COSTA, M. G. F. Indústria de cartucho de toner sob a ótica da remanufatura: estudo de caso de um processo de melhoria. **Produção**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 100-110, jan./abr. 2006.
- CUTOVOI, I. T. M. **Análise do posicionamento estratégico competitivo na remanufatura**. 2019. 158 f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) – Escola de Administração de Empresas, Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 2019.
- DENG, Q.; LIU, X.; LIAO, H. Identifying critical factors in the eco-efficiency of remanufacturing based on the Fuzzy DEMATEL Method. **Sustainability**, v. 7, n. 11, p. 15527-15547, Nov. 2015.
- DIALLO, C. et al. Optimizing combination warranty policies using remanufactured replacement products from the seller and buyer's perspectives. In: PARLIER, G. H.; LIBERATORE, F.; DEMANGE, M. (Eds.). **Operations research and enterprise systems**. Cham: Springer, 2018.
- EGUREN, J. A. et al. Opportunities and incentives for remanufacturing in the Basque Country. In: CONFERENCE ON INDUSTRIAL PRODUCT-SERVICE SYSTEMS, 10., Linköping, 2018. **Proceedings...** Linköping: IPS², 2018.
- FADEYI, J. A.; MONPLAISIR, L.; AGUWA, C. The integration of core cleaning and product serviceability into product modularization for the creation of an improved remanufacturing-product service system. **Journal of Cleaner Production**, v. 159, p. 446-455, Aug. 2017.

FANG, H. C.; ONG, S. K.; NEE, A. Y. C. An integrated approach for product remanufacturing assessment and planning. In: GLOBAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE MANUFACTURING, 13., Ho-Chi-Minh-City, 2016. **Proceedings...** Ho-Chi-Minh-City: GCSM, 2016.

FEGADE, V.; SHRIVATSAVA, R. L.; KALE, A. V. Design for remanufacturing: methods and their approaches. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATERIALS PROCESSING AND CHARACTERIZATION, 4., India, 2015. **Proceedings...** India: ICMPC, 2015.

GALLO, M.; ROMANO, E.; SANTILLO, L. C. A perspective on remanufacturing business: issues and opportunities. In: BOBEK, V. (Org.). **International trade from economic and policy perspective.** London: IntechOpen, 2012.

GASPARI, L. et al. Modularization in material flow simulation for managing production releases in remanufacturing. **Journal of Remanufacturing**, v. 7, n. 2-3, p. 139-157, Dec. 2017.

GOLINSKA, P.; KUEBLER, F. The method for assessment of the sustainability maturity in remanufacturing companies. In: LIFE CYCLE ENGINEERING, 21., Trondheim, 2014. **Proceedings...** Trondheim: LCE, 2014.

GOVINDAN, K. et al. Marketing issues for remanufactured products. **Journal of Cleaner Production**, v. 227, p. 890-899, Aug. 2019.

GRAY, C.; CHARTER, M. Remanufacturing and product design. **International Journal of Product Development**, v. 6, n. 3-4, p. 375-392, Jan. 2008.

HASHEMI, V.; CHEN, M.; FANG, L. Modeling and analysis of aerospace remanufacturing systems with scenario analysis. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 87, n. 5-8, p. 2135-2151, Nov. 2016.

IKEDA, A. Remanufacturing of automotive parts in Japanese market. In: CONFERENCE ON LIFE CYCLE ENGINEERING, 24., Kamakura, 2017. **Proceedings...** Kamakura: CIRP LCE, 2017.

JIANG, Z. et al. Reliability and cost optimization for remanufacturing process planning. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, p. 1602-1610, Nov. 2016.

KARVONEN, I. et al. Identifying recommendations to promote remanufacturing in Europe. **Journal of Remanufacturing**, v. 7, n. 2-3, p. 159-179, Dec. 2017.

KARVONEN, I.; JANSSON, K.; UOTI, M. Promoting remanufacturing through collaboration. In: MATOS, L. M. C.; SCHERER, R. J. (Eds.). **Collaborative systems for reindustrialization.** Heidelberg: Springer, 2013.

KATO, P.; LAURINDO, F. J. B. Discutindo o planejamento integrado de uma remanufatura em um ciclo fechado de *supply chain*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., Florianópolis, 2004. **Anais...** Florianópolis: ENEGEP, 2004.

KING, A.; BARKER, S. Using the Delphi technique to establish a robust research agenda for remanufacturing. In: TAKATA, S.; UMEDA, Y. (Eds.). **Advances in life cycle engineering for sustainable manufacturing businesses.** London: Springer, 2007.

KOSACKA, M. Automotive parts remanufacturing – processes, problems and challenges: case study on a polish remanufacturing company. In: DAWSON, P. G.; KÜBLER, F. (Eds.). **Sustainability in remanufacturing operations.** Cham: Springer, 2018.

- LEITE, P. R. **Logística reversa: sustentabilidade e competitividade.** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.
- LIANG, Y.; POKHAREL, S.; LIM, G. H. Pricing used products for remanufacturing. **European Journal of Operational Research**, v. 193, n. 2, p. 390-395, Mar. 2009.
- LIAO, H.; DENG, Q. A carbon-constrained EOQ model with uncertain demand for remanufactured products. **Journal of Cleaner Production**, v. 199, p. 334-347, Oct. 2018.
- LIU, W. et al. Key indices of the remanufacturing industry in China using a combined method of grey incidence analysis and grey clustering. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 1348-1357, Dec. 2017.
- MATSUMOTO, M.; CHINEN, K.; ENDO, H. Paving the way for sustainable remanufacturing in Southeast Asia: an analysis of auto parts markets. **Journal of Cleaner Production**, v. 205, p. 1029-1041, Dec. 2018.
- MATSUMOTO, M. et al. Trends and research challenges in remanufacturing. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology**, v. 3, n. 1, p. 129-142, Jan. 2016.
- MATSUMOTO, M.; IJOMAH, W. Remanufacturing. In: KAUFFMAN, J.; LEE, K. M. (Eds). **Handbook of sustainable engineering**. Dordrecht: Springer, 2013.
- MITRA, S. Models to explore remanufacturing as a competitive strategy under duopoly. **Omega**, v. 59, part B, p. 215-227, Mar. 2016.
- MUKHERJEE, K.; MONDAL, S. Analysis of issues relating to remanufacturing technology – a case of an Indian company. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 21, n. 5, p. 639-652, July 2009.
- NAIK, S.; TERKAR, R. A study on designing for sustainable product development in view of end-user role through remanufacturing. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATION AND SIGNAL PROCESSING, 2., Lonere, 2016. **Proceedings...** Lonere: ICCSP, 2016.
- NASR, N. (Org.). **Remanufacturing in the circular economy: operations, engineering and logistics.** Beverly: Scrivener Publishing, 2019.
- NES, N. V.; CRAMER, J. Product lifetime optimization: a challenging strategy towards more sustainable consumption patterns. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 15-16, p. 1307-1318, 2006.
- OHIOMAH, I.; AIGBAVBOA, C.; PRETORIUS, J. H. Identifying drivers of remanufacturing in Nigeria. In: HUANG, T. C. et al. (Eds.). **Emerging technologies for education**. Cham: Springer, 2017.
- OIKO, O. T. et al. Além do projeto conceitual: a remanufatura no processo de desenvolvimento de produto. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., Salvador, 2009. **Anais...** Salvador: ENEGEP, 2009.
- OMWANDO, T. A. et al. A bi-level fuzzy analytical decision support tool for assessing product remanufacturability. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 1534-1549, Feb. 2018.
- PAIVA, L. M.; SERRA, E. G. A remanufatura de equipamentos eletroeletrônicos como contribuição para o desenvolvimento sustentável: uma avaliação do caso dos refrigeradores. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 29, p. 185-200, abr. 2014.
- PARKINSON, H. J.; THOMPSON, G. Analysis and taxonomy of remanufacturing industry practice. **Journal of Process Mechanical Engineering**, v. 217, n. 3, p. 243-256, Aug. 2003.

REIMANN, M.; YU, X.; YU, Z. Managing a closed-loop supply chain with process innovation for remanufacturing. **European Journal of Operational Research**, v. 276, n. 2, p. 510-518, July 2019.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

SAAVEDRA, Y. M. B. et al. A remanufatura como opção na recuperação de produtos no pós-consumo: um olhar em empresas brasileiras. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 3., São Paulo, 2011. **Anais...** São Paulo: International Workshop, 2011.

SARAIVA, W. J. S. **O modelo de negócio voltado à remanufatura de lâmpadas fluorescentes, gerenciamento dos resíduos e sua reinserção, em cumprimento à legislação ambiental brasileira**. 2015. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

SELIGER, G.; KERNBAUM, S.; ZETT, M. Remanufacturing approaches contributing to sustainable engineering. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 13, n. 3, p. 367-384, 2006.

SILVA JUNIOR, L. C. et al. Proposta para sistematização do processo de remanufatura de produtos rejeitados no centro de distribuição de uma empresa importadora de eletrodomésticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 5., Ponta Grossa, 2015. **Anais...** CONBREPRO: Ponta Grossa, 2015.

SINGHAL, D.; TRIPATHY, S.; JENA, S. K. Sustainability through remanufacturing of e-waste: Examination of critical factors in the Indian context. **Sustainable Production and Consumption**, v. 20, p. 128-139, Oct. 2019.

SITCHARANGSIE, S.; IJOMAH, W.; WONG, T. C. Decision makings in key remanufacturing activities to optimise remanufacturing outcomes: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 232, p. 1465-1481, Sept. 2019.

SONG, C. et al. Remanufacturing planning based on constrained ordinal optimization. **Frontiers of Electrical and Electronic Engineering in China**, v. 6, n. 3, p. 443-452, 2011.

STAICHAK, E. J. **O impacto da remanufatura no meio ambiente**: um enfoque no reaproveitamento no fim de vida do produto: um estudo de caso. 2013. 57 f. Monografia (Especialista em Gestão Industrial), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.

SUNDIN, E. **Product and process design for successful remanufacturing**. 2004. 160 f. Dissertation (Master Degree in Production Systems) – Department of Mechanical Engineering, Linköpings Universitet, Sweden, 2004.

SYED ALI, S. A. S. et al. A theoretical and computational analysis of lot-sizing in remanufacturing with separate setups. **International Journal of Production Economics**, v. 203, p. 276-285, Sept. 2018.

WAHAB, D. A. et al. A review on the applicability of remanufacturing in extending the life cycle of marine or offshore components and structures. **Ocean Engineering**, v. 169, p. 125-133, Dec. 2018.

WANG, H. et al. A fault feature characterization based method for remanufacturing process planning optimization. **Journal of Cleaner Production**, v. 161, p. 708-719, Sept. 2017.

WEN, H. et al. Remanufacturing production planning with compensation function approximation method. **Applied Mathematics and Computation**, v. 256, p. 742-753, Apr. 2015.

YANG, C. H. et al. Optimal acquisition policy in remanufacturing systems with quantity discount and carbon tax scheme. **Journal Tehnički Vjesnik**, v. 23, n. 4, p. 1073-1081, 2016.

YANG, S. S. et al. The impact of automotive product remanufacturing on environmental performance. In: LIFE CYCLE ENGINEERING, 22., Sydney, 2015. **Proceedings...** LCE: Sydney, 2015.

YANG, S. S. et al. Designing automotive products for remanufacturing from material selection perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 153, p. 570-579, June 2017.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

YU, J. M.; LEE, D. H. Scheduling algorithms for job-shop-type remanufacturing systems with component matching requirement. **Computers & Industrial Engineering**, v. 120, p. 266-278, June 2018.

ZHAO, J.; WANG, C.; XU, L. Decision for pricing, service, and recycling of closed-loop supply chains considering different remanufacturing roles and technology authorizations. **Computers & Industrial Engineering**, v. 132, p. 59-73, June 2019.

FLAVIANI SOUTO BOLZAN MEDEIROS

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7693-6919>

Doutora em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Professora Adjunta na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). E-mail: flavianiadm@gmail.com

EUGÊNIO DE OLIVEIRA SIMONETTO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7572-5338>

Doutor em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Professor Associado no Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).
E-mail: [eosimonetto@gmail.com](mailto: eosimonetto@gmail.com)

HÉLIO CRISTIANO GOMES ALVES DE CASTRO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5712-9954>

Doutor em Engenharia Industrial e de Sistemas pela Universidade do Minho (UMINHO); Professor Adjunto no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Instituto Politécnico (IPP). E-mail: [hcc@isep.ipp.pt](mailto: hcc@isep.ipp.pt)