



Economia circular: uma proposta de modelo para a remanufatura

Flaviani Souto Bolzan Medeiros¹
Eugênio de Oliveira Simonetto²

Resumo: A economia circular é uma estratégia que surge como um contraponto à economia linear. Com essa proposta e em busca de alternativas por práticas mais sustentáveis, a remanufatura se destaca como um importante processo de recuperação de produtos ao invés de descartá-los no final da sua vida útil. Sendo assim, o objetivo deste artigo é desenvolver uma proposta de modelo para a atividade de remanufatura. Para tanto, adotou-se a *Design Science Research* numa abordagem qualitativa, cujas técnicas de coleta de dados consistiram numa revisão da literatura (a fim de elencar aqueles itens julgados como importantes para este setor de atividade) e entrevista semiestruturada com os responsáveis pela remanufatura nas empresas selecionadas, com o intuito de avaliar o modelo construído. Como resultados do estudo, listaram-se os elementos vinculados à remanufatura que servirão como um suporte inicial para as organizações que desejam ingressar, ou então, há pouco tempo começaram a atuar no setor ao conhecer melhor como a atividade se organiza no mercado independentemente do segmento de produto remanufaturado.

Palavras-chave: economia circular; remanufatura; modelo.

Circular economy: a model proposal for remanufacturing

Abstract: The circular economy is a strategy that appears as a counterpoint to the linear economy. With this proposal and in search of alternatives for more sustainable practices, remanufacturing stands out as an important process of recovering products instead of discarding them at the end of their useful life. Therefore, the objective of this article is to develop a model proposal for the remanufacturing activity. To this end, a Design Science Research in qualitative approach was adopted, whose data collection techniques consisted of a review of the literature (in order to list those items considered important for this sector of activity) and semi-structured interview with those responsible for remanufacturing in the selected companies, in order to evaluate the built model. As a result of the study, the elements related to remanufacturing that will serve as an initial support for the organizations that wish to enter were listed, or, recently, they started to act in the sector to know better how the activity is organized in the market regardless of the segment remanufactured product.

Keywords: circular economy; remanufacturing; model.

Economía circular: una propuesta modelo para la remanufactura

Resumen: La economía circular es una estrategia que aparece como contrapunto a la economía lineal. Con esta propuesta y en busca de alternativas de prácticas más sustentables, la remanufactura se destaca como un proceso importante de recuperación de productos en lugar de desecharlos al final de su vida útil. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es desarrollar una propuesta de modelo para la actividad de remanufactura. Para ello, se adoptó un enfoque cualitativo en la Investigación en Ciencias del Diseño, cuyas técnicas de recolección de datos consistieron en una revisión de la literatura (para enumerar aquellos elementos considerados importantes para este sector de actividad) y entrevistas semiestructuradas con los responsables de la remanufactura. en las empresas

¹ Doutora em Administração (UFSM). Professora (UNIPAMPA). E-mail: flavianimedeiros@unipampa.edu.br.

² Doutor em Administração (UFRGS). Professor (UFSM). E-mail: eosimonetto@ufsm.br.

seleccionadas, con el objetivo de evaluar el modelo construido. Como resultados del estudio, se enumeraron los elementos vinculados a la remanufactura que servirán como apoyo inicial para las organizaciones que deseen ingresar o que recientemente hayan comenzado a actuar en el sector, al comprender mejor cómo se organiza la actividad en el mercado, independientemente del segmento. de producto remanufacturado.

Palabras clave: economía circular; remanufactura; modelo.

1 Introdução

O esgotamento dos recursos naturais e os impactos causados ao meio ambiente mostram que os atuais modos de produção e de consumo se distanciam da sustentabilidade. Logo, a preocupação com as questões ambientais, em específico com a gestão dos resíduos, tem motivado o desenvolvimento de novas iniciativas no intuito de reduzir os impactos provenientes do descarte do produto ao final da sua vida útil (Saavedra *et al.*, 2013).

Mukherjee, Mondal e Chakraborty (2017) explicam que a vida útil de um produto pode ser compreendida como o período em que este permanece útil para o consumidor e, de modo geral, após essa duração o produto é descartado no meio ambiente. Wang *et al.* (2017) sinalizam que o avanço das tecnologias faz com que uma quantidade crescente de produtos usados e seus componentes sejam muito rapidamente descartados. Conforme Jesus e Mendonça (2018), a economia circular desponta como uma abordagem chave na transição para um modelo econômico mais sustentável.

Este novo conceito altera o de economia tradicional – o qual tem o sistema econômico como o centro de um sistema aberto onde os recursos naturais que entram são julgados como ilimitados – da mesma maneira, o meio ambiente que, em tese, seria capaz de receber e processar os resíduos e desperdícios oriundos deste tipo de modelo (Nannetti, 2015). Deste modo, a economia circular refere-se a um modelo oposto ao atual de produção – o linear – que tem como dinâmica de funcionamento a extração de matérias-primas, a produção, o uso e o descarte (Nery; Freire, 2017). Ou seja, a economia circular, na visão de Ferreira, Silva e Ferreira (2017), encoraja novas práticas de gestão e altera o conceito vigente da relação entre a sociedade e a produção de bens de consumo.

Sob este enfoque, Nasr e Thurston (2006) afirmam que o fechamento do ciclo do fluxo de materiais relacionados a produtos ou serviços é um importante passo que se dá na busca de uma sociedade industrial mais sustentável e a remanufatura sendo um elemento

de estratégia global do ciclo de vida do produto pode contribuir no alcance deste objetivo. A remanufatura encerra o ciclo de uso de materiais e cria um sistema de manufatura de ciclo fechado (Guide Jr., 2000), assim, reduzindo o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida de um produto (Haziri; Sundin, 2019).

Liu *et al.* (2017) e Wahab *et al.* (2018) destacam que a remanufatura pode vir a solucionar os problemas envolvendo a escassez de recursos e a deterioração ambiental, pois requer o uso de menos matéria-prima, energia e outros insumos se comparados à produção de produtos novos, reduzindo assim as emissões de resíduos poluentes nas operações. Diante do exposto, o objetivo deste artigo é desenvolver uma proposta de modelo para a atividade de remanufatura. Justifica-se este estudo pelo fato de que numa busca prévia realizada na literatura apurou-se nos materiais consultados que as pesquisas consideraram algum elemento da remanufatura como problema a ser analisado.

Destarte, salienta-se que o propósito deste trabalho é organizar um modelo que seja uma base inicial para as empresas que pretendem ingressar no setor, ou auxiliar aquelas que começaram a operar há pouco tempo, como uma orientação no desempenho da atividade independentemente do produto remanufaturado, sem investigar nenhum item em específico e muito menos um segmento em particular. Logo, este trabalho servirá como um suporte para os gestores no mercado e para os pesquisadores interessados na temática. Ademais, além desta introdução, este artigo é constituído pelas seguintes seções: referencial teórico, metodologia, análise e discussão dos resultados e considerações finais.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Remanufatura

Na literatura são fornecidas as mais diversas visões, definições e descrições sobre a temática (Parkinson; Thompson, 2003), logo, conceitualmente, a remanufatura tem sido entendida de inúmeras maneiras (Thierry *et al.*, 1995; Michaud; Llerena, 2010; Naeem *et al.*, 2013; Kafuku *et al.*, 2016). Assim, para alguns autores, a remanufatura significa transformar um produto na fase de fim-de-vida em um produto com a condição de novo (Seitz, 2007; Bagherpour; Pourghannad; Shahraki, 2009; Toke; Lokhande; Fegade, 2015; Jiang *et al.*, 2016; Gan *et al.*, 2017; Shakourloo, 2017; Hong; Zhang, 2019).

Dito de outro modo, como um conjunto de processos que visam recuperar produtos usados através da restauração dos seus componentes a tal ponto de alcançar o estado funcional de um novo (Matsumoto; Ijomah, 2013; Xu; Feng, 2014; Kafuku *et al.*, 2016), com garantia igual à de produtos equivalentes recém-fabricados (Ijomah *et al.*, 2007; Tan *et al.*, 2014; Yenipazarli, 2016) e com o mínimo de desperdício (Statham, 2006; Karvonen *et al.*, 2015). A remanufatura é uma estratégia de fim de vida que recupera um produto usado atendendo as mesmas especificações que um produto novo em termos de qualidade, funcionalidade e garantia (Nakajima *et al.*, 2019; Sitcharangsie; Ijomah; Wong, 2019).

Saavedra *et al.* (2011) afirmam que esta recuperação de produtos e componentes tem como propósito agregar além de valores econômicos também valores ambientais na fase de descarte dos referidos itens. De acordo com Ruschival (2012), como estratégia de fim de vida, a remanufatura possibilita aumentar a vida útil dos produtos e reutilizar materiais, viabilizando ao mesmo tempo a prevenção de resíduos e a gestão de materiais.

Adicionalmente, dentre os benefícios desta atividade, Liu, Chen e Diallo (2018) listam a conservação de materiais, a diminuição do consumo de energia durante a (re)fabricação, a redução de resíduos e um preço menor, dotado de qualidade melhor ou comparável a um produto novo. Nos últimos anos, é uma prática que também tem recebido atenção crescente devido ao seu grande potencial de redução no consumo de materiais e energia, bem como nas emissões de poluentes (Zhang *et al.*, 2015; Jiang *et al.*, 2019). O próximo tópico dedica-se aos estudos anteriores sobre a temática.

2.2 Estudos anteriores sobre remanufatura

Em uma busca na literatura, dentre os estudos encontrados, destaca-se o de Ruschival (2012) que desenvolveu em sua tese uma proposta de sistemática para o *redesign* de produtos para a remanufatura, cujo trabalho ilustra os componentes e os fluxos do processo de *redesign*, como também, as principais atividades executadas neste âmbito. Mais um trabalho oriundo de uma tese é o de Lage Junior (2012) e nela o pesquisador relata que pelas características específicas da remanufatura isso faz com que a mesma seja bastante complexa o que, por sua vez, exige um bom desempenho das atividades que envolvem o Planejamento e Controle da Produção (PCP).

Com o objetivo de analisar como se davam os ganhos relacionais na remanufatura dentro da sua estratégia competitiva no relacionamento interorganizacional – também na

modalidade de tese – Cutovoi (2019) realizou um estudo qualitativo com três organizações *Original Equipment Manufacturer* (OEM) e umas das conclusões encontradas é que as remanufatureiras se posicionam de maneira competitiva por meio dos seus recursos e capacidades internas, com suas competências estratégicas sendo desenvolvidas para a aquisição da matéria-prima alcançada através dos esforços internos e *expertise* das empresas.

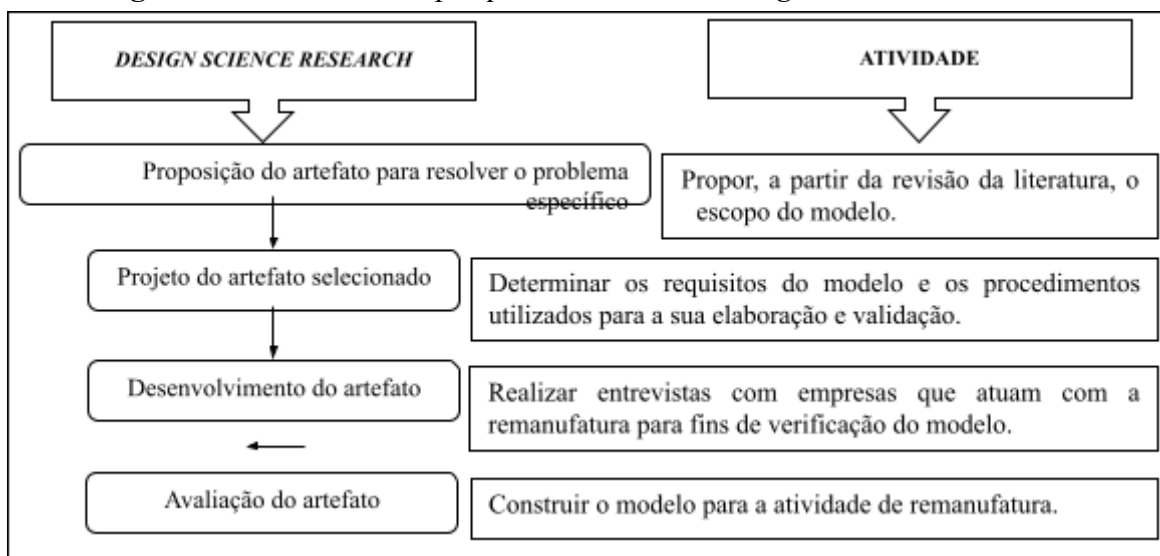
Em nível de mestrado, Barquet (2010) constatou que, em muitos casos, as empresas não implementam a remanufatura ou se deparam com dificuldades nesta etapa por falta de conhecimento e de orientações, sendo assim, o seu estudo consistiu na identificação destas barreiras e na proposição de diretrizes para a implementação do referido sistema. Na mesma modalidade, Salis (2011) abordou em sua dissertação a manufatura e a remanufatura – a intenção foi avaliar se o processo de remanufatura de um componente automotivo pode ser visto como uma solução para certas questões atreladas à sustentabilidade do respectivo processo de manufatura tradicional – e propõe um método para tomada de decisão entre estes dois modos de fabricação.

Outro trabalho proveniente de uma dissertação é o de Paiva (2013), cujo objetivo foi avaliar a estratégia da remanufatura de refrigeradores domésticos no Brasil como contribuição para o desenvolvimento sustentável. Em seu estudo, entre outras questões, o pesquisador discute acerca da busca por padrões de desenvolvimento sustentável e sobre o aumento dos produtos eletroeletrônicos no mercado e, conseqüentemente, dos resíduos que serão gerados pelo descarte destes itens no futuro. O próximo capítulo contempla metodologia adotada.

3 Método

Para o desenvolvimento de qualquer pesquisa científica a escolha metodológica é uma parte essencial para a condução do trabalho (Senger; Cunha; Senger, 2004). Destarte, neste estudo adotou-se a *Design Science Research* e o artefato proposto foi um modelo para a atividade de remanufatura. Logo, as empresas que almejam ingressar ou começaram a operar recentemente no setor poderão contar com o modelo como um suporte inicial na atividade, independentemente do segmento de remanufaturado. Na Figura 1 ilustram-se as etapas realizadas na pesquisa obedecendo aos direcionamentos da *Design Science Research*.

Figura 1 – Atividades da pesquisa com base na *Design Science Research*



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em síntese, verifica-se na Figura 1 que os direcionamentos da *Design Science Research* conduziram para uma revisão da literatura; logo depois, foram definidos os requisitos e os procedimentos para sua elaboração e validação; na sequência, as empresas foram contatadas para a verificação do modelo inicialmente proposto e, após as entrevistas, resultou na construção do modelo atualizado. No mais, a respeito do instrumento de coleta dos dados, optou-se pela entrevista semiestruturada – alinhada por um roteiro –, portanto, na sequência, apresenta-se o roteiro de entrevista usado no trabalho.

3.1 Instrumento de coleta dos dados

Para a pesquisa desenvolvida neste artigo, como instrumento de coleta dos dados, utilizou-se o roteiro de entrevista. Lenzi, Kiesel e Zucco (2010) explicam que o roteiro se refere a um tipo de questionário não estruturado que possibilita o acréscimo de questões pelo pesquisador no decorrer da entrevista ou em razão do interesse no tópico que está sendo abordado. Além disso, Pádua (2017) alerta que, no momento da construção do roteiro de entrevista, se faz necessário ponderar alguns itens, tais como:

- A organização do tempo para cada campo ou tópico;
- a concepção de questões que permitam respostas descritivas e analíticas evitando dicotomias (como sim/não); e

- o devido cuidado para o controle dos objetivos que pretendem ser alcançados, a fim de impedir que o entrevistado extrapole o tema principal.

Dado o exposto, salienta-se que o roteiro de entrevista apresentado no Quadro 1 foi elaborado observando tais preceitos.

Quadro 1 – Roteiro de entrevista

N.	Perguntas
01	- Como ocorreu o planejamento da remanufatura na empresa? - Como a remanufatura está integrada à estratégia da empresa?
02	- Quais fatores influenciaram na decisão de atuar na atividade de remanufatura? - Como o processo de remanufatura em si é organizado (fases/etapas)?
03	- Como o sistema de remanufatura está organizado (ambiente interno e externo)? - Como os subsistemas de remanufatura estão estruturados?
04	- Quais os custos relacionados à atividade de remanufatura? - Com a remanufatura houve uma redução de custos na empresa?
05	- Como o <i>design</i> do produto influencia na remanufatura? - Como a remanufatura faz parte do ciclo de vida do produto?
06	- Como é feito o gerenciamento da cadeia de suprimentos direta e reversa? - Como a remanufatura reflete na cadeia de suprimentos de ciclo fechado?
07	- Como está estruturado o fluxo de informações na remanufatura? - Como é a gestão e a organização do fluxo de materiais?
08	- Qual a importância dos colaboradores na remanufatura? - Como ocorre o treinamento dos colaboradores para a atividade?
09	- Qual a percepção do cliente acerca do remanufaturado? - Como é a relação da empresa com o cliente?
10	- Qual a política de preços usada para fins ajuste na demanda entre um produto novo e remanufaturado? - Como a empresa trata a venda de remanufaturados para que não acarretem em um efeito negativo na venda de novos (canibalização)?
11	- Qual o efeito da garantia do produto remanufaturado para a indústria/empresa de remanufatura? - Qual o papel da garantia na fase de pós-consumo (retorno do produto para o ciclo produtivo)?
12	- O quanto a legislação, os acordos internacionais e/ou as pressões do governo e dos seus respectivos órgãos ambientais motivaram/incentivaram a implementação da remanufatura? - Quais as ações da empresa em relação à Responsabilidade Estendida do Produtor (REP)?
13	- Quais os <i>stakeholders</i> (internos e externos) inter-relacionados com a remanufatura? - Como é a relação da empresa com os <i>stakeholders</i> ?

Fonte: Elaborado pelos autores com base na revisão da literatura adotada (2024).

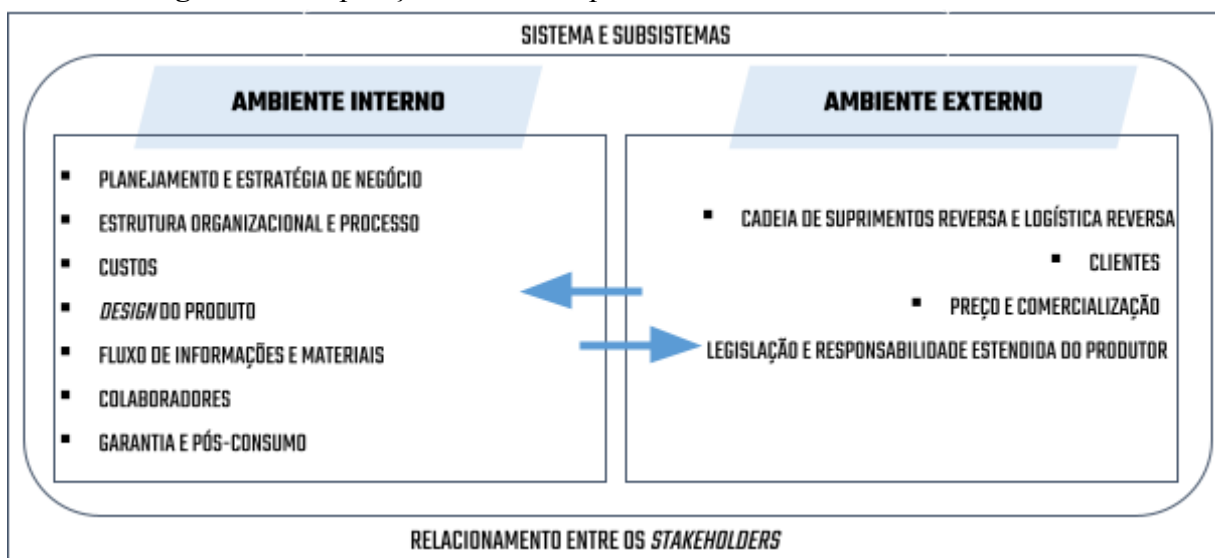
Salienta-se que o Quadro 1 – composto pelos 13 (treze) itens elencados na proposta de modelo para a atividade de remanufatura apresentada neste artigo – foi organizado a partir de uma revisão da literatura em diferentes bases de dados, revisitando os mais variados tipos de estudos que abordavam a remanufatura em suas discussões e pesquisas acadêmicas. Na sequência, o próximo capítulo ocupa-se da divulgação dos resultados desta pesquisa.

4 Análise e Discussão dos Resultados

4.1 Proposição do escopo do modelo

Uma das etapas da *Design Science Research*, segundo Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), é a proposição de artefatos. A esse respeito, os autores supracitados comentam que esta etapa do método compete ao pesquisador pensar acerca da situação atual na qual ocorre o problema, vislumbrando possíveis soluções para alterar e melhorar tal contexto, por isso, este processo é algo essencialmente criativo. Posto isto, esta etapa da pesquisa foi propor, a partir da revisão de literatura realizada, o escopo do modelo, disposto na Figura 2.

Figura 2 – Proposição do modelo para a atividade de remanufatura



Fonte: Elaborado pelos autores com base na revisão de literatura adotada (2024).

Com base na literatura, nota-se na Figura 2 que se identificaram 13 (treze) itens para a composição do modelo. Destes, 07 (sete) pertencentes ao ambiente interno, 04 (quatro) itens relacionados com o ambiente externo e 02 (dois) itens como mistos, isto é, pelas suas características possuem elementos tanto vinculados ao ambiente interno como ao ambiente externo de uma empresa (“sistema e subsistemas”; e “relacionamento entre os stakeholders”).

Observa-se que o referido modelo não analisa nenhum item de forma individual, dado que cada produto vai demandar um campo específico de atuação que, por sua vez,

conta com suas próprias particularidades e diferenças entre si, tais como: grupos de interesse, mercados atendidos, fornecedores, subsistemas, entre outros. Portanto, cada item terá uma descrição que vai variar em conformidade com o domínio requerido para o produto remanufaturado em questão. Imediatamente após a proposição do escopo apresentam-se os requisitos do modelo e os procedimentos utilizados para a sua elaboração e validação.

4.2 Requisitos do modelo e os procedimentos utilizados

Quando se discute sobre o projeto do artefato selecionado, esta etapa da pesquisa consiste em determinar os requisitos do modelo e os procedimentos utilizados para a sua elaboração e validação. Sendo assim, o artefato construído possui ao todo 13 (treze) itens e com a obtenção destes elementos vinculados à remanufatura, almeja-se operacionalizar este setor de atividade no mercado, pois com as tarefas organizadas é possível obter eficiência nas operações internas, definir metas a serem alcançadas pela empresa e adaptar-se às possíveis mudanças do ambiente externo.

Embora a remanufatura seja uma prática cercada de inúmeros desafios e incertezas, um ambiente interno e externo com os principais itens delineados auxilia a empresa no melhor entendimento do contexto em que atua, dos elementos envolvidos e suas interações, bem como suas atividades centrais e necessárias para que consiga desempenhar suas funções, cumprir com suas obrigações e ter o sucesso desejado independentemente do tipo de produto usado (núcleo) ser remanufaturado. Ademais, em um estudo, o enquadramento metodológico não deve ser entendido como um procedimento burocrático, mas como algo que reside na escolha e na justificativa de um método (Lacerda *et al.*, 2013).

Sob esse enfoque, Dresch (2013) descreve que na *Design Science Research* a abordagem pode ser qualitativa e/ou quantitativa. No presente artigo, optou-se pela adoção da *Design Science Research* numa abordagem qualitativa, logo, tanto a pesquisa como o modelo foram validados qualitativamente. Para isso, das múltiplas estratégias em termos de validação Creswell (2014) sugere o exame ou questionamento dos pares, que proporciona um exame externo do processo de pesquisa, onde um indivíduo realiza indagações ao pesquisador acerca dos métodos, dos significados e das interpretações atribuídas ao trabalho, e também, a verificação dos membros, onde o pesquisador requisita a visão dos pesquisados e, numa versão ampliada, isso implica no retorno dos dados,

análises, interpretações e conclusões de modo que eles possam avaliar a precisão e credibilidade do relato.

Sendo assim, como estratégia de validação deste estudo foi utilizado o exame ou questionamento dos pares. Na ocasião, os autores deste artigo realizaram a exposição do trabalho para um grupo composto por 04 (quatro) pessoas – 02 (dois) doutores e 02 (dois) discentes em fase de doutoramento – todos vinculados ao Curso de Pós-Graduação em Administração. Valendo-se desta discussão, as dúvidas foram sanadas e os ajustes sugeridos pelos pares foram realizados, tais como: a reorganização dos tópicos ao longo do trabalho, complementos na parte introdutória e ajuste no objetivo do estudo. Posteriormente, foi usada a verificação dos membros para que os entrevistados tivessem um *feedback* do que foi transcrito e avaliassem se estava em conformidade com o que foi informado por eles na entrevista realizada. Na sequência, será explanada a avaliação do modelo construído.

4.3 Avaliação do modelo

Para a avaliação do artefato apresentado neste artigo, esta etapa da pesquisa ocorreu junto a empresas que atuam com a remanufatura por meio de entrevistas semiestruturadas com os responsáveis pelo setor nas respectivas organizações para fins de verificação do modelo. A seguir, consta a descrição das unidades selecionadas com o intuito de avaliar o modelo desenvolvido.

4.3.1 Unidades de análise

Para avaliar se o modelo desenvolvido neste estudo apresenta uma solução satisfatória para o problema, após uma busca on-line por organizações que atuam com a remanufatura no Brasil, realizou-se um contato preliminar com as empresas encontradas. Destaca-se que em alguns casos este contato inicial ocorreu por meio de e-mail e em outros casos via telefone e isso se deve à modalidade disponibilizada por cada instituição na plataforma consultada.

Na comunicação através do e-mail, das 07 (sete) empresas contatadas, 03 (três) não retornaram o contato; 02 (duas) se manifestaram informando que não poderiam ajudar no estudo; e outras 02 (duas) se colocaram à disposição para contribuir com a pesquisa. Já via

telefone, 15 (quinze) empresas foram listadas e dessas, 03 (três) relataram na ligação possuírem atividade no setor, porém, como revendedores de produtos remanufaturados.

Em vista disso, considerando que a proposta de modelo desenvolvido é para a atividade de remanufatura contemplando todos os elementos envolvidos – desde o processo de remanufatura em si, seus subsistemas etc. – tais empresas não atendiam aos requisitos necessários. Ademais, outras 04 (quatro) organizações também não puderam ser arroladas no trabalho, uma vez que pelo processo previamente mencionado a prática realizada não se caracterizava como remanufatura, e ainda, outras 02 (duas) alegaram indisponibilidade de tempo para se envolver com a pesquisa.

Logo, no contato telefônico somente 06 (seis) empresas foram escolhidas, pois além de aceitarem participar do estudo também estavam em conformidade com a atividade de remanufatura. Portanto, somadas, das 22 (vinte e duas) empresas contabilizadas no contato via e-mail e telefone, ao todo, 08 empresas foram selecionadas: 06 (seis) compõem as unidades para a avaliação do modelo desenvolvido neste artigo e 02 (duas) participaram do trabalho como entrevista-piloto conforme estão discriminadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Relação das empresas selecionadas

Entrevistado	Empresa	Atuação	Produto remanufaturado	Ano de início
Entrevista-piloto	A	Regional	Embreagem	2007
Entrevista-piloto	B	Regional	Toner	2000
Entrevistado 1 (E1)	Alfa	Multinacional	Embreagem e Caixa de Transmissão (Câmbio)	1997
Entrevistado 2 (E2)	Beta	Nacional	Amortecedor	1999
Entrevistado 3 (E3)	Gama	Nacional	Embreagem	2000
Entrevistado 4 (E4)	Delta	Regional	Toner	2004
Entrevistado 5 (E5)	Sigma	Multinacional	Injetor e Bomba de Combustível	2008
Entrevistado 6 (E6)	Ômega	Regional	Toner	2008

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Ressalta-se que se optou por realizar 02 (duas) entrevistas-piloto – empresas A (toner) e B (embreagens) – levando em conta que os casos analisados são compostos por organizações que atuam no mercado com produtos remanufaturados diferentes (Quadro 2), o que se julgou como sendo o mais apropriado, já que a intenção da pesquisa era obter os elementos vinculados à remanufatura sem particularizá-los, a fim de desenvolver o modelo para a atividade. Assim, a entrevista-piloto foi uma forma de vivenciar o diálogo com os entrevistados, verificar qual seria a melhor maneira de conduzir a conversa e como organizar as perguntas no momento das entrevistas definitivas para a avaliação do modelo. Em continuidade, encontra-se exposta a análise de conteúdo das entrevistas semiestruturadas.

4.3.2 Análise de conteúdo

Em posse dos dados obtidos através das entrevistas semiestruturadas, como técnica de análise empregou-se a análise de conteúdo obedecendo para tal as orientações trazidas por Bardin (2016), a saber: a pré-análise, a exploração do material, e ainda, o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. Na primeira fase – pré-análise – efetuou-se a transcrição das entrevistas semiestruturadas realizadas acompanhada de uma leitura flutuante nos arquivos gerados como forma de contato com o texto a ser analisado para a escolha do plano de análise.

Depois, o plano de análise escolhido contou com a revisão da literatura dos itens listados para o modelo como meio de organização do material, também foram utilizados textos científicos adicionais que serviram como conteúdo de apoio na análise das entrevistas semiestruturadas. Salienta-se que foi nesta fase, logo após a transcrição das entrevistas, que elas foram encaminhadas aos entrevistados para a verificação dos membros, conforme a estratégia de validação apresentada por Creswell (2014). Destarte, em casos de ajustes todos foram feitos nesta primeira fase e, a propósito, enfatiza-se que apenas 01 (um) dos entrevistados realizou pequenas alterações no texto apresentado (complementos ao depoimento dado).

Em seguida, a segunda fase (exploração do material) corresponde à análise propriamente dita. Desta forma, Bardin (2016) aponta que tratar o material quer dizer codificá-lo e isso compreende três escolhas: o recorte (unidade de registro), a enumeração (regras de contagem) e classificação e agregação (categorias). Concernente à unidade de registro, Bardin (2016) clarifica que esta se refere à unidade de significação de forma codificada e remete ao segmento de conteúdo que se mostra como unidade base.

Dentre as unidades de registro mais usadas para a análise de conteúdo neste artigo optou-se pelo tema. Nas palavras de Bardin (2016, p. 135) uma análise temática reside “em descobrir os ‘núcleos de sentido’ que compõem a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição, podem significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido”. Ademais, é necessário que se identifique a unidade de contexto. Tal unidade auxilia na codificação da unidade de registro, e ainda, representa o segmento da mensagem que facilita a sua compreensão (Bardin, 2016). Isto posto, apresenta-se no Quadro 3 a categorização temática e a unidade de contexto correspondente.

Quadro 3 – Análise temática com base na revisão da literatura

Categoria temática	Unidade de contexto
Planejamento e estratégia de negócio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Direcionamento de esforços e recursos (tomada de decisão) ▪ Melhoria da qualidade ▪ Estratégia de negócio (permanência no mercado)
Estrutura organizacional e processo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Posições e papéis (divisão dos setores e tarefas) ▪ Ordenação das atividades (atendimento das necessidades operacionais) ▪ Estabelecimento das etapas do processo
Sistema e subsistemas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ambiente interno e externo ▪ Visão sistêmica dos gestores ▪ Sincronização
Custos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custo dos materiais ▪ Custo da mão de obra ▪ Relação custo-benefício
<i>Design</i> do produto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ciclo de vida do produto ▪ Projetistas ▪ Projeto para Remanufatura
Cadeia de suprimentos reversa e logística reversa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recuperação de produtos ▪ Criação de valor ▪ Cadeia de suprimentos de ciclo fechado
Fluxos de informação e materiais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fios condutores (elemento de comunicação) ▪ Caminho percorrido pelos materiais ▪ Incertezas relacionadas ao núcleo (gerenciamento das informações)
Colaboradores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atividade intensiva em mão de obra ▪ Treinamento dos funcionários ▪ Conhecimentos e habilidades dos funcionários
Cliente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consumo mais sustentável ▪ Duplo papel: fonte do produto usado e usuário final ▪ Baixa aceitação em relação à remanufaturados
Preço e comercialização	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oferta de produtos com valores mais acessíveis ▪ Nichos de mercado ▪ Canibalização
Garantia e pós-consumo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desconfiança sobre o desempenho do produto remanufaturado ▪ Efeito positivo na venda de remanufaturados ▪ Qualidade do produto (equivalente a um novo)
Legislação e Responsabilidade Estendida do Produtor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impactos ambientais ▪ Modos de produção mais sustentáveis ▪ Sustentabilidade nas empresas (práticas mais sustentáveis)
Relacionamento entre os <i>stakeholders</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Campo de atividade complexo ▪ Diversas partes interessadas e suas inter-relações ▪ Cadeia de valor

Fonte: Elaborado pelos autores com base na revisão da literatura (2024).

É pertinente frisar dois pontos: (a) as unidades de contexto veiculadas no Quadro 3 foram obtidas com base na revisão da literatura que norteou o desenvolvimento do modelo e o critério utilizado para a sua inclusão foi, no mínimo, 03 (três) trabalhos fazerem menção ao tópico; e (b) na análise categorial temática das entrevistas as unidades de contexto (Quadro 4) reportam-se às práticas organizacionais relatadas e, neste caso, a regra de adição foi identificar, no mínimo, 03 (três) empresas que possuíam a mesma iniciativa/postura e/ou impasse nos seus respectivos segmentos de atuação no mercado.

Quadro 4 – Análise temática com base nas entrevistas

Categoria temática	Unidade de contexto
Planejamento e estratégia de negócio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Previsão dos recursos ▪ Estratégia de negócio (permanência no mercado) ▪ Direcionamento de esforços e recursos (tomada de decisão)
Estrutura organizacional e processo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ordenação das atividades (atendimento das necessidades operacionais) ▪ Estabelecimento das etapas do processo ▪ Posições e papéis (divisão dos setores e tarefas)
Sistema e subsistemas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Partes envolvidas no processo ▪ Interações ao longo da atividade ▪ Ambiente interno e externo
Custos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custo do produto remanufaturado ▪ Redução de custos ▪ Custos ambientais
<i>Design</i> do produto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fase de fim-de-vida do produto ▪ Concepção do produto ▪ Projetos especiais
Cadeia de suprimentos reversa e logística reversa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acesso aos produtos usados (logística reversa) ▪ Recebimento de produtos para o descarte ▪ Dificuldade de retorno do produto usado
Fluxos de informação e materiais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fluxo do processo de remanufatura ▪ Fluxo dos procedimentos para a atividade ▪ Fluxo informal (não documentado)
Colaboradores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Treinamento (especialistas da área, cursos etc.) ▪ Conhecimentos e habilidades ▪ Experiência e comprometimento
Cliente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desconhecimento sobre a remanufatura ▪ Baixa aceitação em relação à remanufaturados ▪ Expectativas e necessidades
Preço e comercialização	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Canibalização ▪ Oferta de produtos com valores mais acessíveis ▪ Análise de mercado e do produto
Garantia e pós-consumo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efeito positivo na venda de remanufaturados ▪ Qualidade do produto (equivalente a um novo) ▪ Garantia estendida
Legislação e Responsabilidade Estendida do Produtor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leis ambientais ▪ Certificações e/ou normas de qualidade ▪ Sustentabilidade nas empresas (práticas mais sustentáveis)

Fonte: Elaborado pelos autores após a realização das entrevistas semiestruturadas (2024).

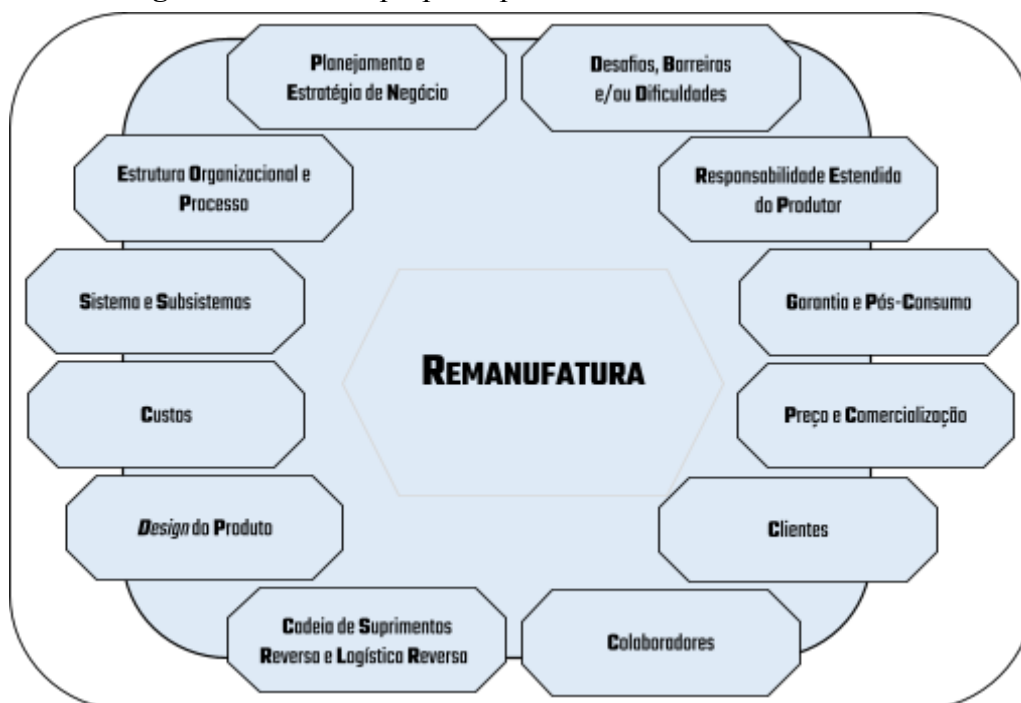
Com relação à enumeração, a regra de contagem escolhida foi a frequência. Bardin (2016) relata que este tipo de medida é a mais adotada e se assenta no seguinte pressuposto: quanto mais um item de sentido ou de expressão se repetir, mais significativo ele será. Deste modo, levando em conta que foram realizadas 06 (seis) entrevistas semiestruturadas com os responsáveis pela remanufatura, a inclusão e exclusão de itens do modelo tiveram como parâmetro 03 (três) ou mais empresas terem em comum o referido item nas suas operações no mercado. A respeito da classificação e agregação – definição das categorias – Bardin (2016) explica que as categorias são rubricas ou classes as quais unem um determinado conjunto de elementos sob um título genérico, cujo agrupamento ocorre em virtude das características comuns que se fazem presentes nesses elementos.

Quanto ao critério escolhido para a categorização utilizou-se o semântico e o procedimento adotado foi o que Bardin (2016) denomina como sendo por “caixas”, em que é fornecido o sistema de categorias e dividem-se os elementos da melhor forma possível assim que vão sendo encontrados. Nesta pesquisa, o sistema de categorias é oriundo da revisão da literatura, desta maneira, é formado pelos 13 (treze) itens propostos para o modelo. A terceira fase da análise de conteúdo se concentra no polo do tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. Bardin (2016) enfatiza que nesta fase os dados coletados são tratados, assim, o pesquisador consegue propor inferências e adiantar interpretações em torno dos objetivos previstos. Nesse sentido, na presente pesquisa o tratamento, a inferência e a interpretação dos resultados obtidos estabeleceram-se num constante diálogo entre a teoria – via estudiosos que tratam do assunto – e a prática (por meio das entrevistas semiestruturadas). O tópico seguinte trata da construção do modelo.

4.4 Construção do modelo

Na *Design Science Research*, depois de concluído o projeto do artefato selecionado, parte-se para o seu desenvolvimento e nesta pesquisa o modelo proposto segue na Figura 3.

Figura 3 – Modelo proposto para a atividade de remanufatura



Fonte: Elaborado pelos autores após a realização das entrevistas semiestruturadas (2024).

Cabe ressaltar que, após a realização das entrevistas semiestruturadas, ocorreram alterações no escopo do modelo inicialmente proposto a partir da revisão da literatura realizada – como a exclusão dos itens “fluxos de informação e materiais”, “legislação” e “relacionamento entre os *stakeholders*” e a inclusão dos itens “desafios, barreiras e/ou dificuldades” – portanto, tais modificações resultaram numa estrutura atualizada composta por 12 (doze) itens, conforme exposto na Figura 3.

5 Considerações Finais

O agravamento dos problemas ambientais, tais como: a poluição do ar, dos rios e lagos, a degradação do solo etc. e a escassez de recursos (energia, matéria-prima, entre outros) mostra que o atual sistema de produção – linear – é algo que precisa ser (re)pensado pela sociedade como um todo e o quão necessário é que iniciativas sustentáveis sejam colocadas em movimento, visando a preservação do meio ambiente para a atual e as futuras gerações.

Nesse sentido, em uma proposta de economia circular, a remanufatura se sobressai como um modo de produção que pode conciliar o desenvolvimento sustentável e o desenvolvimento econômico. Sendo assim, como uma maneira de contribuir para o êxito da atividade, a pesquisa aqui apresentada centrou-se no desenvolvimento de um modelo para esta atividade.

Concernente ao modelo desenvolvido, o estudo listou os elementos vinculados à remanufatura que servirão como um suporte inicial para as organizações que desejam ingressar, ou então, que há pouco tempo começaram a atuar no setor ao conhecer melhor como a prática se organiza no mercado independentemente do segmento de produto remanufaturado. Portanto, os resultados obtidos demonstram que o referido modelo apresenta uma solução satisfatória para o problema abordado nesta pesquisa.

Entretanto, neste artigo nem todas as extensões e domínios acerca da remanufatura foram contemplados. Logo, uma limitação a ser exposta remete ao parâmetro usado para a inclusão e exclusão de itens do modelo. A esse respeito, como o número de organizações entrevistadas foi pequeno (06 (seis) no total) e o trabalho se configura como uma abordagem qualitativa, então, a interpretação dada foi admitir 03 (três) ou mais empresas terem em comum o referido item na sua atuação no mercado.

Por conseguinte, essa regra adotada deixou o modelo suscetível à exclusão de itens que poderiam ser importantes para a atividade e, por sua vez, alterou a sua composição final. Porém, cabem 02 (duas) ressalvas:

- Outras empresas não foram arroladas no estudo, sendo contabilizados apenas 06 (seis) casos analisados, pelo fato de que, apesar das mesmas serem de segmentos diferentes, os itens elencados na teoria não se distanciaram do que foi apurado na prática por meio das entrevistas nos seus respectivos segmentos e vice-versa. Ou seja, a prática que foi verificada junto aos entrevistados em cada uma não contou com nenhum elemento discrepante, apontando que seria necessário valer-se de uma nova procura por organizações no país para aumentar o número de empresas para fins de análise; e
- a realização das entrevistas em número menor de empresas possibilitou o acesso a uma maior riqueza de detalhes que não seria possível se fosse utilizada uma abordagem quantitativa. A escolha da entrevista semiestruturada como técnica de coleta de dados permitiu contatar diretamente os responsáveis pela atividade em cada organização e assim, ter uma visão do ambiente de operação interno e externo a partir da vivência deles com a remanufatura no dia a dia de mercado.

No mais, ponderando que neste trabalho nem todos os aspectos foram explanados ao longo da elaboração do modelo apresentado, como proposta de pesquisa futura, recomenda-se a análise e o respectivo detalhamento de cada item listado no modelo. Para isso, sugere-se que já seja feito considerando algum segmento em particular (cuja escolha deixa-se a critério do pesquisador). Tal observação deve-se ao fato de que a remanufatura conta com inúmeras variáveis envolvidas e peculiaridades que lhe são próprias. Destarte, cada segmento no mercado vai exigir algo diferente em termos de estrutura organizacional e processo, dos colaboradores, da cadeia de suprimentos reversa e logística reversa e isso irá se repetir ao longo dos demais itens elencados no modelo.

Referências

BAGHERPOUR, M.; POURGHANNAD, B.; SHAHRAKI, N. A new approach for an inventory model of a remanufacturing system with stochastic decomposition process. *In*: VOSS, S.; PAHL, J.; SCHWARZE, S. (Eds.). **Logistik management**: systeme, methoden, integration. Heidelberg: Physica-Verlag, 2009.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

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 de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

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 Getúlio Vargas, São Paulo, 2019.

DRESCH, A. **Design Science e Design Science Research como artefatos metodológicos para Engenharia de Produção**. 2013. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design Science Research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.

FERREIRA, P. G.; SILVA, F. C.; FERREIRA, V. F. A importância da química para a economia circular. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 9, n. 1, p. 452-473, 2017.

GAN, S. S.; PUJAWAN, I. N.; SUPARNO, S.; WIDODO, B. Pricing decision for new and remanufactured product in a closed-loop supply chain with separate sales-channel. **International Journal of Production Economics**, v. 190, p. 120-132, ago. 2017.

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, jun. 2000.

HAZIRI, L. L.; SUNDIN, E. Supporting design for remanufacturing - a framework for implementing information feedback from remanufacturing to product design. **Journal of Remanufacturing**, p. 1-20, dez. 2019.

HONG, Z.; ZHANG, H. Innovative crossed advertisement for remanufacturing with interactive production constraints. **Journal of Cleaner Production**, v. 216, p. 197-216, abr. 2019.

IJOMAH, W. L.; MCMAHON, C. A.; HAMMOND, G. P.; NEWMAN, S. T. Development of robust design-for-remanufacturing guidelines to further the aims of sustainable development. **International Journal of Production Research**, v. 45, n. 18-19, p. 4513-4536, set. 2007

JESUS, A.; MENDONÇA, S. Lost in transition? Drivers and barriers in the eco-innovation road to the circular economy. **Ecological Economics**, v. 145, p. 75-89, 2018.

JIANG, Z.; DING, Z.; ZHANG, H.; CAI, W.; LIU, Y. Data-driven ecological performance evaluation for remanufacturing process. **Energy Conversion and Management**, v. 198, p. 1-12, out. 2019.

JIANG, Z.; ZHOU, T.; ZHANG, H.; WANG, Y.; CAO, H.; TIAN, G. Reliability and cost optimization for remanufacturing process planning. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, p. 1602-1610, nov. 2016.

KAFUKU, J. M.; SAMAN, M. Z. M.; YUSOF, S. M.; MAHMOOD, S. A holistic framework for evaluation and selection of remanufacturing operations: an approach. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 87, n. 5-8, p. 1571-1584, nov. 2016.

KARVONEN, I.; JANSSON, K.; TONTERI, H.; VATANEN, S.; UOTI, M. Enhancing remanufacturing - studying networks and sustainability to support finnish industry. **Journal of Remanufacturing**, v. 5, n. 5, p. 1-16, dez. 2015.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Design Science Research: método de pesquisa para a Engenharia de Produção. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LAGE JUNIOR, M. **Proposta de um modelo de programa mestre de desmontagem de produtos em um sistema de manufatura com roteiros estocásticos**. 2012. 161 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

LENZI, F. C.; KIESEL, M. D.; ZUCCO, F. D. (Orgs.). **Ação empreendedora: como desenvolver e administrar o seu negócio com excelência**. São Paulo: Editora Gente, 2010.

LIU, W.; WU, C.; CHANG, X.; CHEN, Y.; LIU, S. Evaluating remanufacturing industry of China using an improved grey fixed weight clustering method-a case of Jiangsu Province. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, part 4, p. 2006-2020, jan. 2017

LIU, Z.; CHEN, J.; DIALLO, C. Optimal production and pricing strategies for a remanufacturing firm. **International Journal of Production Economics**, v. 204, p. 290-315, out. 2018.

MATSUMOTO, M.; IJOMAH, W. Remanufacturing. *In*: KAUFFMAN, J.; LEE, K. M. (Eds). **Handbook of sustainable engineering**. Dordrecht: Springer, 2013.

MICHAUD, C.; LLERENA, D. Green consumer behaviour: an experimental analysis of willingness to pay for remanufactured products. **Business Strategy and the Environment**, v. 20, n. 6, p. 408-420, jan. 2010.

MUKHERJEE, K.; MONDAL, S.; CHAKRABORTY, K. Impact of various issues on extending the useful life of a product through product recovery options. **Journal of Remanufacturing**, v. 7, n. 1, p. 77-95, jul. 2017.

NAEEM, M. A.; DIAS, D. J.; TIBREWAL, R.; CHANG, P. C.; TIWARI, M. K. Production planning optimization for manufacturing and remanufacturing system in stochastic environment. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 24, n. 4, p. 717-728, ago. 2013.

NAKAJIMA, K.; MATSUMOTO, M.; MURAKAMI, H.; HAYAKAWA, M.; MATSUNO, Y.; TAKAYANAGI, W. Development of multi-value circulation based on remanufacturing. **Matériaux & Techniques**, v. 107, n. 1, p. 1-8, mar. 2019.

NANNETTI, E. G. La Ingeniería de ecosistemas. **Revista de Ingeniería**, Bogotá, n. 42, p. 60-66, jan./jun. 2015.

NASR, N.; THURSTON, M. Remanufacturing: a key enabler to sustainable product systems. *In: LIFE CYCLE ENGINEERING*, 13., Leuven, 2006. **Proceedings...** Leuven: LCE, 2006.

NERY, S. M.; FREIRE, A. S. A economia circular e o cenário no Brasil e na Europa. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 37., Joinville, 2017. **Anais...** Joinville: ENEGEP, 2017.

PÁDUA, E. M. M. **Metodologia da pesquisa**: abordagem teórico-prática. 18. ed. Campinas: Papirus, 2017.

PAIVA, L. M. **A remanufatura de equipamentos eletroeletrônicos como contribuição para o desenvolvimento sustentável: uma avaliação do caso dos refrigeradores**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

PARKINSON, H. J.; THOMPSON, G. Analysis and taxonomy of remanufacturing industry practice. **Journal of Process Mechanical Engineering**, v. 217, n. 3, p. 243-256, ago. 2003.

RUSCHIVAL, C. B. **Proposta de uma sistemática para o redesign de produtos para a remanufatura**. 2012. 262 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SAAVEDRA, Y. M. B.; BARQUET, A. P. B.; OMETTO, A. R.; ROZENFELD, H.; FORCELINI, F. A. 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.

SAAVEDRA, Y. M. B.; BARQUET, A. P. B.; ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; OMETTO, A. R. Remanufacturing in Brazil: case studies on the automotive sector. **Journal of Cleaner Production**, v. 53, n. 15, p. 267-276, ago. 2013.

SALIS, J. I. **Método de apoio à tomada de decisão entre processos de manufatura e remanufatura de componentes dos sistemas de suspensão veiculares automotivos**.

2011. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automobilística) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

SEITZ, M. A. A critical assessment of motives for product recovery: the case of engine remanufacturing. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 11-12, p. 1147-1157, 2007.

SENGER, I.; CUNHA, E. P.; SENGHER, C. M. O estudo de caso como estratégia metodológica de pesquisas científicas em administração: um roteiro para o estudo metodológico. **Revista de Administração**, Frederico Westphalen, v. 3, n. 4, p. 1-12, 2004.

SHAKOURLOO, A. A multi-objective stochastic goal programming model for more efficient remanufacturing process. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 91, n. 1-4, p. 1007-1021, jul. 2017.

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, set. 2019.

STATHAM, S. **Remanufacturing towards a more sustainable future**. Loughborough: Pera Knowledge, 2006.

TAN, Q.; ZENG, X.; IJOMAH, W. L.; ZHENG, L.; LI, J. Status of end-of-life electronic product remanufacturing in China. **Journal of Industrial Ecology**, v. 18, n. 4, p. 577- 587, abr. 2014.

THIERRY, M.; SALOMON, M.; NUNEN, J. V.; WASSENHOVE, L. V. Strategic issues in product recovery management. **California Management Review**, v. 37, n. 2, p. 114-135, jan. 1995.

TOKE, L. K.; LOKHANDE, A. D.; FEGADE, P. V. Optimization of demand based remanufacturing cost estimation model. **International Research Journal of Engineering and Technology**, v. 2, n. 3, p. 1687-1696, jun. 2015.

WAHAB, D. A.; BLANCO-DAVIS, E.; ARIFFIN, A. K.; WANG, J. 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, dez. 2018.

WANG, W.; WANG, Y.; MO, D.; TSENG, M. M. Managing component reuse in remanufacturing under product diffusion dynamics. **International Journal of Production Economics**, v. 183, part B, p. 551-560, jan. 2017.

XU, Y.; FENG, W. Develop a cost model to evaluate the economic benefit of remanufacturing based on specific technique. **Journal of Remanufacturing**, v. 4, n. 4, p. 1-12, dez. 2014.

YENIPAZARLI, A. Managing new and remanufactured products to mitigate environmental damage under emissions regulation. **European Journal of Operational Research**, v. 249, n. 1, p. 117-130, fev. 2016.

ZHANG, R.; ONG, S. K.; NEE, A. Y. C. A simulation-based genetic algorithm approach for remanufacturing process planning and scheduling. **Applied Soft Computing**, v. 37, p. 521-532, dez. 2015.