

DESIGN SCIENCE RESEARCH APLICADA NA ATIVIDADE DE REMANUFATURA

Flaviani Souto Bolzan Medeiros¹

Eugênio de Oliveira Simonetto²

RESUMO: O objetivo deste artigo consiste em aplicar a *Design Science Research* na atividade de remanufatura em empresas brasileiras. Assim, segundo os direcionamentos do método, foi construído um modelo para a sua operacionalização no mercado. Dentre os resultados da pesquisa, destaca-se que, por um lado, nem todos os itens listados através da revisão sistemática da literatura se fazem presentes no ambiente das empresas. Por outro lado, no contato com os casos analisados, outros elementos surgiram. Portanto, o modelo final composto por 12 (doze) itens é formado por uma mescla de elementos provenientes da literatura e da prática.

Palavras-chave: Recuperação de produtos; *Design Science Research*; Remanufatura.

ABSTRACT: The purpose of this article is to apply Design Science Research to the remanufacturing activity in Brazilian companies. Thus, according to the method's guidelines, a model was built for its operation in the market. Among the results of the research, it is highlighted that, on the one hand, not all items listed through the systematic literature review are present in the environment of companies. On the other hand, in contact with the analyzed cases, other elements emerged. Therefore, the final model consisting of 12 (twelve) items is formed by a mixture of elements from literature and practice.

Keywords: Product recovery; Design Science Research; Remanufacturing.

1 INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, os produtos usados são descartados pelos consumidores no final da sua vida útil (TURKI; REZG, 2018), o que tem levado ao crescente volume de itens que são descartados como lixo (WANG, et al., 2017). Fadeyi, Monplaisir e Aguwa (2017) ressaltam que, hoje em dia, cerca de 80% dos produtos fabricados acabam sendo descartados. Em 2017, conforme dados divulgados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2018), a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil atingiu um total de 78,4 milhões de toneladas e do montante coletado – já que nem todo o RSU gerado foi objeto de coleta – o destino dado como disposição final foram os aterros sanitários (correspondendo a 42,3 milhões de toneladas ou 59,1%) e o restante, 29 milhões de toneladas ou 40,9%, encaminhados para lixões ou aterros controlados.

Sob esse viés, Steinhilber e Nagel (2017) enfatizam que à medida que a inovação avança, os ciclos de vida do produto e do mercado ficam cada vez mais curtos. Na atualidade, o contínuo avanço tecnológico e o aumento do consumo por parte da população fizeram com que o ritmo de substituição dos produtos acelerasse, o que, por sua vez, resultou no

¹ Doutora em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: flavianiadm@gmail.com

² 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

incremento exponencial da geração de resíduos e na saturação dos aterros sanitários (GALLO; ROMANO; SANTILLO, 2012). Phantratanamongkol et al. (2018) mencionam o caso dos *smartphones*, pois, embora com a tendência de maior durabilidade, o seu ciclo de vida diminui de forma considerável em razão da obsolescência do *software* e do desejo dos clientes em adquirir produtos mais modernos (da última geração).

Turki e Rezg (2018) advertem que a recuperação de produtos no fim de vida é tanto economicamente como ecologicamente mais atrativa do que o descarte. Sasikumar, Kannan e Haq (2010) elucidam que a recuperação de produtos representa o conjunto de atividades realizadas com o propósito de recuperar o valor de um produto no final da sua vida útil. Nesse sentido, a remanufatura tem se revelado um elemento-chave na fase de fim-de-vida ou fim-de-uso de um produto (BUTZER; SCHÖTZ; STEINHILPER, 2017), mais do que isto, alcançou a viabilidade em vários mercados industriais como um modo tanto de preservar o valor dos produtos como de reduzir o desperdício (KRYSTOFIK et al., 2018).

Assim, o objetivo deste artigo consiste em aplicar a *Design Science Research* na atividade de remanufatura em empresas brasileiras. A partir do trabalho elaborado, em nível prático, almeja-se contribuir para que a remanufatura se espalhe a um maior número de empresas nos mais diferentes setores no mercado. Em nível teórico, espera-se que a prática se torne mais conhecida e seja mais difundida na sociedade, bem como estimule a discussão sobre a sua importância para cidades mais sustentáveis. Este estudo está dividido em cinco seções: após esta introdutória, a seção 2 traz alguns conceitos relacionados à remanufatura. Depois, a seção 3 remete ao método adotada na pesquisa, em seguida, a seção 4 reporta-se a análise e discussão dos resultados e encerra-se com a seção 5 (considerações finais).

2 REMANUFATURA

Em linhas gerais, a remanufatura é uma estratégia para a recuperação de produto (PATERSON; IJOMAH; WINDMILL, 2017), uma atividade ecologicamente correta para o produto na fase de fim de vida uma vez que evita a sua substituição e, por sua vez, os recursos necessários para produzir um novo (ZLAMPARET et al., 2018). A remanufatura é um processo que consiste no retorno do produto usado com um nível de desempenho igual ou superior a um novo (HARTWELL; MARCO, 2016; OKORIE et al., 2018; ZHANG et al., 2019; HAZIRI; SUNDIN, 2019).

Dito de outro modo, é o processo de retorno de um produto usado a sua funcionalidade original e com a mesma garantia de um novo, sendo apontada como uma estratégia essencial na gestão dos resíduos e na manufatura ambientalmente consciente (IJOMAH; CHILDE; MCMAHON, 2004; IJOMAH et al., 2007). Parkinson e Thompson (2003) sustentam que se trata de uma indústria economicamente importante que contempla muitos setores de mercado e oferece benefícios sociais e ambientais significativos.

A remanufatura é uma prática ambientalmente amigável (GUIDE JR.; JAYARAMAN; SRIVASTAVA, 1999; ÖRSDEMİR; ZIYA; PARLAKTÜRK, 2014), que tem se mostrado como uma importante opção, já que recupera os produtos no final da sua vida útil e faz com que eles retornem à cadeia produtiva (PAIVA; SERRA, 2014). Assim, a remanufatura é uma atividade que pode ser tanto lucrativa para as empresas, como ao mesmo tempo pode proporcionar benefícios ambientais e para a sociedade como um todo (GIUNTINI; GAUDETTE, 2003; LUND; HAUSER, 2010; ÖZER, 2012; JIANG et al., 2014; LIU et al., 2017), pois, se bem-sucedida, contribui significativamente para a redução dos custos de

produção, na conservação de energia e de recursos naturais, e também, gera menos emissões poluentes (FERRER; WHYBARK, 2000; GRAY; CHARTER, 2008; DENG; LIU; LIAO, 2015; FATIMAH; BISWAS, 2016; YENIPAZARLI, 2016).

Portanto, é uma indústria emergente com grande potencial (YANG et al., 2015) e crescente popularidade em muitas nações (BATABYAL; BELADI, 2018), que está despontando como uma estratégia importante que pode minimizar os impactos adversos causados ao meio ambiente (SINGHAL et al., 2018), reduzir os custos de produção (ZHENG et al., 2019) e tem atraído cada vez mais a atenção de profissionais e de acadêmicos (GHOSH et al., 2018; TURKI; SAUVEY; REZG, 2018; NGUYEN et al., 2020).

3 MÉTODO

O método é uma sequência lógica de passos que devem ser seguidos para se atingir certo objetivo (APPOLINÁRIO, 2016), em outras palavras, consiste numa sequência de operações visando o alcance de determinado resultado (MATIAS-PEREIRA, 2019). Deste modo, para a consecução do objetivo deste artigo, utilizou-se os direcionamentos da *Design Science Research* (DSR), cujo delineamento inicial é a identificação do problema. Logo, culminou na Etapa 1 da pesquisa, ou seja, organizar a atividade de remanufatura de produtos no mercado. Depois da identificação do problema encaminha-se para a conscientização do problema. Nesse momento, é fundamental que o pesquisador explore as bases de conhecimento através de uma revisão sistemática da literatura (DRESCH; LACERDA, ANTUNES JÚNIOR, 2015).

Sendo assim, para a composição do modelo, recorreu-se a uma busca na literatura sobre a temática remanufatura (Etapa 2). Ademais, Dresch (2013) comenta que na DSR a revisão sistemática da literatura permite que o pesquisador identifique, caso houver, tanto classes de problemas como artefatos relacionados ao que ele está buscando solucionar em seu estudo. À vista disso, a Etapa 3 da pesquisa ocupou-se da verificação de possíveis artefatos e classes de problemas existentes. Destarte, ressalta-se que na literatura pesquisada não foram identificados artefatos relacionados com o artefato proposto neste artigo e, tampouco, uma classe de problemas formalizada. Após a verificação de possíveis artefatos disponíveis ao utilizar a DSR como método de pesquisa é preciso classificar o artefato desenvolvido em uma classe de problemas (Etapa 4).

A respeito, Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) elucidam que as classes de problemas possibilitam que os artefatos e, por sua vez, suas soluções não fiquem restritos em um determinado contexto, mas que o conhecimento gerado, quando generalizado, possa ser classificado numa classe de problemas para ser consultado por outros investigadores ou organizações que se deparam com problemas similares. Neste artigo, o artefato construído é um modelo para a operacionalização da atividade de remanufatura e a classe de problemas a qual o mesmo está vinculado foi denominada de Gestão da Remanufatura, pois a intenção é organizar o setor remanufatureiro no mercado.

Na sequência, depois da identificação dos artefatos e das classes de problemas, caso existam, o pesquisador poderá dar início a Etapa 5 (proposição do artefato). Posto isto, a partir da revisão sistemática da literatura foram listados 13 (treze) itens para o escopo do modelo, são eles: (1) planejamento e estratégia de negócio; (2) estrutura organizacional e processo; (3) sistema e subsistemas; (4) custos; (5) *design* do produto; (6) cadeia de suprimentos reversa e logística reversa; (7) fluxos de informação e materiais; (8) colaboradores; (9) cliente; (10)

preço e comercialização; (11) garantia e pós-consumo; (12) legislação e responsabilidade estendida do produtor; e (13) relacionamento entre os *stakeholders*.

A seguir, a Etapa 6 remeteu aos requisitos e aos procedimentos usados para a elaboração e a validação do modelo. Deste modo, Creswell (2014) recomenda que nas pesquisas qualitativas sejam adotadas diferentes estratégias de validação. Assim, dentre as opções sugeridas por Creswell (2014), na fase inicial deste trabalho, utilizou-se a estratégia de exame ou questionamento dos pares. Na época, o estudo foi apresentado para 02 (dois) doutores e 02 (dois) discentes em fase de doutoramento – todos vinculados ao Curso de Pós-Graduação em Administração – e os ajustes provenientes da discussão foram feitos, tais como: reorganização dos tópicos, complementos ao longo do texto, revisão do objetivo etc. Depois, recorreu-se a verificação dos membros. Neste caso, após a transcrição, as entrevistas foram encaminhadas aos entrevistados para que pudessem avaliar se as mesmas estavam em conformidade com o que foi relatado por eles.

Em seguida, a Etapa 7 da pesquisa consistiu na avaliação do artefato e, para isso, utilizou-se entrevistas semiestruturadas. Em uma busca on-line, foram contatadas via e-mail e/ou telefone (conforme meio disponibilizado pela instituição), ao todo, 22 (vinte e duas) empresas que atuam com a remanufatura no Brasil. Destas, 06 (seis) foram selecionadas, sendo: 02 (duas) multinacionais; 02 (duas) nacionais e 02 (duas) regionais. O critério de seleção residia em organizações que, pelo processo informado, realizavam remanufatura, isto é, outro tipo de atividade (recondicionamento, reparo etc.) não foram aceitos para participar do estudo. O Quadro 1 apresenta informações adicionais acerca dos casos analisados.

Quadro 1 – Informações sobre os casos analisados

Empresa (nome fictício)	Produto remanufaturado	Entrevistado	Cargo
Alfa	Embreagem e caixa de transmissão (câmbio)	E(1)	Gerente de produtos
Beta	Amortecedor	E(2)	Fundador e CEO
Gama	Embreagem	E(3)	Sócio-fundador e CEO
Delta	Toner	E(4)	Fundador e CEO
Sigma	Injetor e bomba de combustível	E(5)	Coordenadora de área
Ômega	Toner	E(6)	Fundador e CEO

Fonte: Elaborado pelos autores.

Destaca-se no Quadro 1 que, atendendo ao pedido de uma das empresas para não identificá-la e, tampouco, o seu entrevistado, para fins de padronização optou-se por nomes fictícios à todos os casos. Em continuidade, a próxima etapa reportou-se à construção do artefato em si, neste artigo, na construção do modelo para a operacionalização da atividade de remanufatura (Etapa 8). Para tal, resumidamente, exhibe-se a seguir trechos das entrevistas realizadas com os responsáveis pela remanufatura nas 06 (seis) empresas aqui analisadas.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo está dividido nos 13 (treze) itens do modelo listados a partir da revisão sistemática da literatura. Assim, o primeiro item é o “planejamento e a estratégia de negócio”.

4.1 O planejamento e a estratégia de negócio

Nos casos analisados neste estudo, verificou-se, por meio das entrevistas, como o planejamento é abordado na empresa Beta (E2):

Foi realizado um planejamento prévio para atuar com a remanufatura, até porque nós estamos de frente com “gigantes” de amortecedores no mercado [...]. Eu já vi pessoas falarem que não existe remanufaturamento de amortecedores, que ele encarece e isso é que era o meu questionamento: se existia ou não e de que forma fazer? Daí foi feito laboratório de uns 02 (dois) anos com um técnico e enquanto não desenvolvemos a ideia básica nós não produzimos (E2).

Percebe-se na empresa Beta (E2) a importância dada ao planejamento antes mesmo do início das atividades – abertura do negócio – já o planejamento na Gama (E3) está atento às tendências do mercado em que a empresa está inserida:

Hoje, quem conhece o nosso trabalho e a nossa empresa lá dentro, como a gente trabalha dificilmente volta a colocar uma peça nova. Têm muitos carros nossos (que a gente trabalha) que a nossa peça remanufaturada aguenta mais que a embreagem nova. É uma empresa familiar que passou de geração em geração e já está há quase 20 (vinte) anos no mercado com o nome de Gama. Então, foi algo que veio aos poucos e a gente foi adaptando a empresa conforme o mercado foi pedindo (E3).

Na Alfa (E1) foi apurado que o seu planejamento e a sua estratégia teriam que ser voltados para estabelecer uma diferenciação entre os produtos remanufaturados pela empresa:

No caso de embreagens tem muita demanda e mal a gente consegue atender, porque a disponibilidade dos cascos na linha de embreagens é muito escassa. Por quê? Porque estes recondicionadores, que são empresas menores e trabalham mais informalmente, dominam a captação de cascos no mercado, eles têm uma captação de cascos muito informal e isso daí acaba faltando cascos para as empresas que fazem o remanufaturado, que são as empresas originais como a Alfa e outras aí. Por isso, o planejamento e a estratégia na parte de embreagens são mais voltados para a diferenciação entre uma embreagem remanufaturada e uma recondicionada, que nós usamos os componentes originais e os mesmos critérios de qualidade do produto novo etc. (E1).

É possível reparar que é o andamento das atividades que vai estabelecendo a dinâmica do que precisa ser ajustado e/ou alterado no planejamento e na estratégia inicialmente idealizados. Na sequência, o item do modelo a ser exibido remete à estrutura organizacional e o processo de remanufatura.

4.2 A estrutura organizacional e o processo de remanufatura

Na articulação da estrutura organizacional com os propósitos da empresa, por um lado, pela dinâmica da atividade realizada na Delta (E4) – remanufatura de toner – a utilização de máquinas não foi vista como um mecanismo que viesse a contribuir e/ou facilitar a tarefa: “No mercado, tem remanufuradores que usam máquina para remanufaturar específica para isso, eu nunca necessitei e nunca achei viável porque não sei até que ponto aquela máquina ela realmente funciona tão bem quanto à parte prática e eu nunca precisei (E4)”.

Por outro lado, na Gama (E3), que atende o mercado de embreagens, devido a todos os requisitos que a peça remanufaturada requer, o entrevistado ponderou que o uso de máquinas era algo imprescindível na empresa como uma demanda do próprio mercado:

Hoje, o mercado exigiu que a gente tivesse muito mais preparo, muito mais máquinas e equipamentos e para quê? Existem inúmeras coisas dentro da embreagem que precisam ser medidas. Então nós precisamos nos adequar, comprando máquinas e aprendendo a trabalhar realmente com isso (E3).

No que concerne ao processo de remanufatura, a seguir, a Sigma (E5) e a Delta (E4) contam como o mesmo ocorre nas suas respectivas empresas:

O processo de remanufatura na empresa possui as seguintes fases: inspeção inicial, em seguida, ocorre a limpeza da peça e, na sequência, a sua desmontagem. Logo após, cada componente é limpo individualmente; passam por testes técnicos; é feita a substituição das peças com sinais de desgaste, depois, realiza-se a montagem e encerra-se com a inspeção final (E5).

O toner é desmontado, ele é limpo e substituídas àquelas peças que são necessárias. Às vezes, algumas peças estão com muito desgaste e visualmente dá para ver que ela precisa ser trocada. Outras, às vezes, não precisa! Aí, é feita toda a limpeza, a manutenção dele, faz a recarga e faz o teste. No teste, se vê que tem algum defeito ou alguma coisa, com a experiência o remanufaturador, ele já sabe qual é a peça que ele vai ter que trocar. Então, vai depender, às vezes troca, às vezes não (E4).

Em continuidade, o item a ser abordado é o sistema e os subsistemas de remanufatura.

4.3 O sistema e os subsistemas de remanufatura

Sob um viés mais abrangente, isto é, o sistema de remanufatura, a Sigma (E5) possui diferentes modelos de negócio:

[...] para injetores é no mercado nacional que a gente faz e tem estes 02 (dois) modelos de negócio: um em que nós somos donos desta carcaça e o outro é o cliente que é o proprietário da carcaça. Quando a gente está falando de bombas, as bombas que a gente remanufatura hoje elas vão para os Estados Unidos, neste caso, a gente faz o processo de admissão temporária: estas bombas são coletadas pela Sigma lá nos Estados Unidos, que centraliza em um *warehouse* lá fora e este *warehouse* faz a separação das carcaças boas e envia estas carcaças para a gente (E5).

Na Gama (E3) foram identificados alguns dos elementos que compõe o seu ambiente externo na remanufatura de embreagens:

Atualmente, eu trabalho com o consumidor final (desde aquele cliente lá do interior que tem um trator parado e ele não sabe o que fazer porque não encontra aquela peça e ele vem até nós e a gente recupera para ele). Eu trabalho com autopeças, eu trabalho também com mecânicas, apenas com distribuidores eu não trabalho, ou seja, não tenho nenhuma que distribua as minhas peças (E3).

Ademais, numa abordagem que considera o sistema de remanufatura – constituído pelo ambiente interno e externo – por meio da entrevista na Alfa (E1) averiguou-se como ocorrem as interações ao longo da atividade na empresa:

Hoje, já faz uns 02 (dois) meses, nós da linha de transmissão implantamos um aplicativo, ou seja, a avaliação do casco no campo pelos clientes é feita através do aplicativo e esta avaliação é refeita quando a transmissão usada chega efetivamente aqui na Alfa. Portanto, ele faz a avaliação no campo e depois quando chega aqui esta avaliação é refeita com os mesmos critérios (E1).

Barquet (2010) enfatiza a importância de se ver a remanufatura como um sistema que contemple o ambiente interno e o externo da empresa, assim, considerar estes ambientes como integrados, flexíveis e simultâneos pode vir a potencializar o gerenciamento das suas atividades. O próximo item do modelo versa sobre os custos da remanufatura.

4.4 Os custos da remanufatura

Na Sigma (E5), segundo a entrevistada, uma das análises realizadas pela empresa considera o cliente e é fundamentada no custo do produto remanufaturado ponderando para isso tudo que é necessário para o processo:

Para você fazer o lançamento de um “reman”, ele passa por uma série de aprovações. Uma delas é a do cliente e é com base no custo. Então, nós fizemos o *business case*³ que a gente chama, onde lá você vai analisar se o produto tem a durabilidade necessária e quanto que vai custar [...]. O *business case* é feito pensando nos segmentos de mercado para onde nós estaremos vendendo. Para cada produto, para cada item que a gente vende a gente analisa: por exemplo, este produto vai direto para o cliente, então, faz uma análise de custo; este produto vai para o mercado independente, então, faz uma análise de custo e é nesse sentido (E5).

Já a Gama (E3) enfatiza a questão da redução de custos com a remanufatura, inclusive, exemplifica com o caso de uma das maiores fabricantes do mundo de embreagens:

A questão do custo referente a uma peça nova ela é bem mais em conta, o custo é bem menor. Hoje, só para você ter uma ideia: uma das maiores fabricantes do mundo tem dentro da própria fábrica um setor de remanufaturados. Ou seja, eles fazem o mesmo serviço que eu faço dentro de uma fábrica de peças novas, eles têm o setor de peças novas e o setor de peças remanufaturadas dentro da mesma fábrica. Então, com certeza, a questão dos custos reduz muito (E3).

No que concerne aos custos ambientais associados à remanufatura tal pauta faz parte da comunicação da Alfa (E1):

As vantagens ambientais nós não temos como mensurar em termos de custos, mas faz parte da comunicação que a gente faz para o público em geral, pois você usando aquele tipo de produto você vai estar contribuindo para a preservação do meio ambiente porque você vai estar evitando que materiais e resíduos fiquem no meio ambiente e, por outro lado, reutilizando materiais você economiza recursos, energia e uma série de coisas que você precisaria para a produção, para produzir de novo (E1).

A remanufatura mostra-se como uma atividade importante para a preservação do meio ambiente. Ademais, o próximo item do modelo discorre sobre o *design* do produto.

4.5 O *design* do produto

Averiguou-se que na Sigma (E5) está surgindo uma nova postura ao ser considerada, já na concepção do produto, a remanufatura como estratégia de fim de vida:

Como a gente está falando de produtos lançados há bastante tempo no mercado, eu diria que hoje ainda olhamos muito para o que a gente já tem no portfólio. Mas, neste momento, para uma bomba que a gente está fazendo o lançamento de uma versão nova, é a primeira bomba que estamos fazendo o lançamento da versão nova e, ao mesmo tempo, já estamos fazendo a análise da remanufatura para esta bomba nova. É o primeiro *case* que nós temos assim, até então, a gente só vinha trabalhando com o que a gente já tinha no mercado (E5).

³ Caso de negócio.

Por meio da entrevista, identificou-se na Beta (E2) uma estratégia sustentável adotada para o reuso dos produtos no seu segmento de atuação no mercado de remanufaturados:

Em carros específicos, o cliente pode trazer o amortecedor para ser remanufaturado. O que acontece muito, por exemplo, você tem um carro importado da China, do Canadá, da Alemanha, nós fizemos do zero, basta ter o modelo externo e nós fizemos todo o amortecedor, a gente faz ele inteiro também. Funciona assim, por exemplo: determinada marca criou um amortecedor, a parte externa tem que ser aquilo ali, ou seja, não pode mudar um milímetro, nem tamanho, nem nada. O que a gente faz? Vem a peça e nós trocamos todo o miolo (E2).

Além disso, Nakajima et al. (2019) assinalam que a remanufatura é um processo industrial que pode incluir tanto o acréscimo de uma nova funcionalidade como melhorar a funcionalidade dos produtos usados. Nesse sentido, salienta-se o caso da empresa Beta (E2) que relata o caso do amortecedor para uma caminhonete recentemente lançada no mercado:

Nós modificamos aqui muitas peças para melhor, por exemplo: a caminhonete nova⁴, o pessoal não gosta dela porque ela balança e nós fizemos amortecedor para ela e tenho testemunha de gente que queria vender a caminhonete e nós fizemos o produto aqui e agora não quer mais vender e não só esta e fica muito bom, ou seja, a gente melhora, deixa mais resistente, mais durável, enfim, a gente faz todo o tipo de carro (E2).

A cadeia de suprimentos reversa e a logística reversa é o item do modelo que será trazido a seguir.

4.6 A cadeia de suprimentos reversa e logística reversa

Para a remanufatura, a Alfa (E1) – do ramo de embreagem e caixa de transmissão – e a Beta (E2) – que atua com amortecedores – descrevem como têm acesso ao produto usado:

Geralmente, eles (*distribuidores*) enviam para nós e a gente incentiva isso porque ela é uma embreagem ou caixa de transmissão que não vai cair nas mãos de outro para fazer o condicionamento e mesmo que ela não seja aceita aqui, a gente paga o mesmo valor como se aceitasse. É um valor pequeno, mas, muitas vezes, o distribuidor envia assim mesmo (E1).

Em geral, nós pegamos das agências de carro que trocou pela 1ª (primeira) vez – que é um carro original, que está com uma peça boa porque neste caso você não precisa trocar muitas peças – e as peças que têm e que dá para aproveitar são peças de qualidade (a haste, por exemplo, dá para aproveitar bem) e vai ter uma durabilidade enorme (E2).

Oiko et al. (2009) lembram que, antes, a responsabilidade ambiental das empresas se restringia a manufatura do produto, mas, nos dias de hoje, as mesmas estão sendo instigadas a se responsabilizar pelo produto em todas as fases do seu ciclo de vida e isso inclui o pós-consumo. Isto posto, destaca-se a iniciativa da Ômega (E6):

Muitos clientes descartam aqui, eles trazem e eu recebo. Com os meus clientes eu recebo de volta, eu faço isso. Mas não acredito que seja uma iniciativa padrão. Normalmente, o pessoal descarta no lixo comum. Eu sempre recomendo que me

⁴ Nome do modelo oculto para fins de preservação da marca citada na entrevista.

tragam, inclusive, estou com caixas aqui na empresa para o descarte, pois vou deixando para descartar todos juntos (E6).

Long et al. (2019) ressaltam que numa cadeia de suprimentos, por um lado, com adoção da estratégia de reciclagem isso permite que a empresa recicle produtos usados e, por outro lado, via remanufatura, recupere o valor de um produto ao final da sua vida útil. Tal iniciativa foi identificada na Delta (E4):

Normalmente, a gente faz assim: quando não vai dar recarga naquele toner, a gente guarda e mostra para o cliente, avisando que não vai ter mais como ser reutilizado e mostra o toner (para o cliente verificar que se trata do mesmo toner). Neste caso, ou ele leva embora ou ele deixa conosco, pois tem os recicladores destes produtos que vêm de vez em quando aqui na loja, pegam este material e levam embora. Então, quando não é mais possível realizar a remanufatura, é destinado para outro tipo de reaproveitamento, tem outro destino, a reciclagem (E4).

A recuperação de produtos – seja via remanufatura, reciclagem, reparo etc. – evita que os mesmos sejam descartados na fase de fim de vida, portanto, são opções benéficas ao meio ambiente. O próximo item do modelo disserta sobre os fluxos de informações e de materiais.

4.7 Os fluxos de informação e de materiais

Na Alfa (E1), conforme o depoimento obtido, todo o processo realizado na empresa está devidamente documentado. Deste modo, todas as informações acerca da remanufatura da embreagem e da caixa de transmissão (câmbio) estão disponíveis para a consulta do colaborador:

Cada produto tem um processo, que é o processo de desmontagem, que é o processo de montagem com todos os componentes listados, o que precisa ser ajustado é como se fosse um produto realmente novo. É lógico que todo o “reman” é baseado no produto novo/equivalente para que ele tenha uma performance praticamente igual a do produto novo. Então, tem todo um processo documentado (E1).

Ademais, Moraes e Escrivão Filho (2006) enfatizam que em empresas menores as informações internas têm um processo mais informal, subjetivo, inclusive, conta com uma estrutura de funcionamento bastante simples. Tais características são observadas na fala da Delta (E4): “Não tenho nada documentado. Já tentei fazer e no fim não fiz, porque não é tanto assim, sabe? É uma coisa bem diária. Eu tenho as etapas e os fluxos, mas não tenho escrito estas etapas e é bem “artesanal” até, pois não houve a necessidade” e na Ômega (E6):

Basicamente, os procedimentos são parecidos, são muito parecidos. Mas, com certeza, muda. Dependendo do modelo, muda chip, muda a maneira como é feito, o processo como é feito, a abertura e o fechamento do toner têm diferença. Inclusive, da mesma marca, mas de modelos diferentes têm diferença. Todavia, basicamente, segue o mesmo padrão, são detalhes que mudam, mas que não influenciam no processo. Por isso, não houve a necessidade de ter documentado (E6).

Portanto, nota-se que cabe a cada empresa e aos seus gestores organizar os seus fluxos de informação e de materiais na sua dinâmica de negócio, estabelecendo uma comunicação interna e externa que possibilite as transações inerentes à remanufatura, fazendo com que ela seja bem-sucedida no mercado. Prosseguindo, a seguir, explana-se acerca dos colaboradores no modelo desenvolvido neste artigo.

4.8 Os colaboradores

A entrevistada na Sigma (E5) relata que as demandas com relação às qualificações necessárias aos colaboradores vão depender do tipo de produto que será remanufaturado:

A gente faz o processo de remanufatura dos itens que já são produzidos em série aqui. Então, o produto em si, nós já temos o *know-how* de como ele é feito. Nós precisamos treinar as pessoas na desmontagem daqueles requisitos que são exclusivos para o “reman” e nisso sim é feito um treinamento nosso e isso depende muito do produto que a gente está falando. Deste modo, dependendo do produto, a gente tem treinamento com alguém, por exemplo, da Alemanha ou de fora que detenha este *know-how*, mas ele é todo feito dentro da Sigma, o *know-how* é da Sigma da remanufatura (E5).

Já o entrevistado E1 destaca na sua fala a importância dos conhecimentos e das habilidades da mão de obra para se trabalhar com a remanufatura:

O processo de “reman” exige que tenha uma mão de obra experiente porque o processo de manufatura de equipamentos novos ele é muito mais, digamos assim, automático/automatizado e também não tem grandes variações. Um funcionário mesmo sendo novo, se bem treinado, ele executa bem. No caso do remanufaturado, tem muitas situações que dependem um pouco da experiência porque ele vai ter que avaliar os componentes – se precisa ser trocado, se pode ser reaproveitado – então este ponto é bastante delicado porque um funcionário não capacitado ou pode gerar muito custo (ele desperdiça material que pode ser reaproveitado) ou, até pior, ele pode reaproveitar peças que depois vai dar problema no campo (E1).

Contudo, em caso de escassez de profissionais qualificados isso pode vir a comprometer o desenvolvimento da atividade. A esse respeito, a Beta (E2) conta sobre a sua dificuldade na remanufatura de amortecedores e, inclusive, sugere uma alternativa:

Seria interessante que surgisse uma ideia de laboratório de remanufatura em algum lugar no país que ensinasse as pessoas a trabalhar, pois o nosso maior problema é conseguir técnicos – nós utilizamos usinagem, torno e alguma coisa, se for o caso, de fresa tem que usar – e tem que ter máquinas para operar, só que isso é muito escasso. A nossa máquina de solda nós tivemos que construir ela e se você acha que é uma máquina pequena, ela tem cerca de 02 (duas) toneladas (E2).

É perceptível nas entrevistas realizadas a importância de uma mão de obra qualificada, o quanto os conhecimentos e as habilidades dos colaboradores são vitais para a remanufatura, deste modo, o treinamento mostra-se como algo fundamental para que o processo seja bem-sucedido. Na sequência, especifica-se o item “clientes” do modelo desenvolvido.

4.9 O cliente

A entrevista com a Alfa (E1) elucida o desconhecimento dos clientes sobre o que é um produto remanufaturado, inclusive, a confusão normalmente existente entre os conceitos de remanufatura e outras opções de recuperação de produtos disponíveis:

No caso de peças em geral, realmente existe preconceito. Se você considerar a maior parte do público eles confundem remanufaturado com reconicionado e até com peça reparada, porque existe no mercado. Então, têm estes 03 (três) tipos de produtos (*remanufaturado*, *reconicionado* e *reparado*) que, no final das contas, todos vendem como se fossem remanufaturados e não são (E1).

Contudo, a baixa aceitação para com os remanufaturados ainda figura como uma das barreiras neste setor de atividade. A empresa Ômega (E6) atribuiu essa baixa aceitação em função da qualidade, o que gera uma desconfiança no cliente no momento da compra:

Existe preconceito com relação à qualidade, pois antigamente era muito ruim a qualidade por falta de preparo, o equipamento era mais difícil e também o próprio serviço prestado, porque as pessoas faziam sem o devido conhecimento, inclusive, de uma maneira errada e isso resultava numa qualidade inferior, o que acabou prejudicando o mercado (E6).

Mas para que haja cada vez mais aceitação dos remanufaturados, alguns autores apostam no quesito funcionalidade. Por meio da fala da Alfa (E1) se tem a descrição desta funcionalidade percebida nas embreagens remanufaturadas pelos grandes frotistas:

No caso de embreagens – a embreagem remanufaturada – ela está muito popularizada entre os grandes frotistas, não há mais a rejeição entre os grandes frotistas (aqueles que têm um consumo grande), eles já conhecem a embreagem remanufaturada e usam, inclusive, usam mais do que a nova, principalmente frotista de embreagem que tem um consumo grande. [...] Por exemplo: frotistas de ônibus urbanos, eles têm um consumo muito grande de embreagens, ou de coleta de lixo, porque é uma operação muito severa. Este pessoal já utiliza e tem, há muito tempo, um conceito de usar a embreagem remanufaturada (E1).

Em continuação, o próximo item trata do preço e da comercialização de produtos remanufaturados.

4.10 O preço e a comercialização de produtos remanufaturados

A canibalização interna na Sigma (E5) foi um ponto destacado pela entrevistada:

Dentro da própria Sigma tem um pouco disso (*canibalização*). Por que o que é que acontece? Temos as nossas redes autorizadas e quando você vai numa rede para ele não é vantajoso oferecer um “reman” para uma pessoa dona da rede, então, é um problema que a gente tem dentro da própria Sigma. O “reman”, querendo ou não, acaba concorrendo com uma troca, com uma manutenção que pode ser feita na rede autorizada (E5).

Sob essa ótica, o entrevistado E1 ressalta em seu comentário que o potencial fenômeno de canibalização é bem menor que o aumento das vendas promovido com a remanufatura, inclusive, a empresa considera a atividade um meio de proteger o seu mercado:

[...] a gente já mediu que a canibalização é muito menor que o ganho que você tem de acréscimo de vendas. No final das contas, além de você proteger mais o seu mercado, atendendo melhor o seu cliente, você tem o ganho de vendas. Porque é a tal história: se você não fizer vai ter algum recondicionador fazendo e assim você não tem, acaba perdendo para os recondicionadores mais informais (E1).

Concernente ao preço e a comercialização, a Gama (E3) traz um comparativo de preços praticados no mercado para embreagens remanufaturadas:

Vamos considerar um caminhão médio para utilização dentro da cidade: uma peça nova você iria pagar de R\$ 3.000,00 (três mil reais) a R\$ 4.000,00 (quatro mil reais) dependendo do caminhão. Hoje, para você remanufaturar esta peça e deixar ela pronta para uso, com utilização igual de uma nova, eu vendo ela na faixa de R\$

1.300,00 (mil e trezentos), R\$ 1.400,00 (mil e quatrocentos reais) é o valor desta peça para a revenda, para vender ao cliente (E3).

Barquet (2010) considera que esta diferença de preço entre ambos – remanufaturado e manufaturado – gera uma demanda para o produto remanufaturado, especialmente, quando este pode ter tanto garantia como qualidade comparável à de produtos novos. Na sequência, encontra-se exposto o item “garantia e pós-consumo”.

4.11 Garantia e pós-consumo

Na Gama (E3), além do mesmo prazo de garantia praticado no mercado de embreagens, a empresa também adota como política um período estendido contra quaisquer defeitos de fabricação no processo de remanufatura:

A garantia da peça nova gira em torno de 03 (três) meses, que é a garantia normal dentro do mercado brasileiro. Hoje, a gente dá 03 (três) meses de garantia na peça contra qualquer defeito de fabricação. Na embreagem remanufaturada, como funciona a garantia? O pessoal chega lá e pergunta: “*Quanto tempo você dá de garantia?*”. A garantia normal é de 03 (três) meses, mas se o cliente chegar com uma peça que eu vendi há 06 (seis) meses atrás e eu ver que foi um defeito meu de fabricação eu dou a garantia para o cliente depois de 06 (seis) meses, 07 (sete) meses como a gente sempre fez (E3).

Sob esse mesmo viés, observou-se nas entrevistas que a Delta e a Ômega – ambas atuam com a remanufatura de toner – têm uma política de garantia bem semelhante oferecida ao cliente. Segundo a Delta (E4): “Geralmente, a garantia é até acabar a recarga e ela pode acabar em 01 (um) dia dependendo da quantidade de impressão que vai ser feita. Ou, então, até 03 (três) meses. Vai depender da utilização do toner”. Na Ômega (E6): “A gente dá garantia até o fim da carga do toner. Portanto, não dou 30 (trinta) dias, 90 (noventa) dias, mas sim, dou até o final da carga. Existem clientes que ficam 01 (um) ano com o toner, então, até o final da carga nós damos garantia”.

Na Alfa (E1), a política da empresa em termos de garantia é a mesma do fabricante: “oferecemos 01 (um) ano de garantia. Quase todos os fabricantes de remanufaturados, que são originais, oferecem a mesma garantia do produto novo. No nosso caso é 01 (um) ano (E1)”. Na Sigma (E5) apurou-se que o prazo de garantia é similar ao fornecido para um novo:

As peças têm garantia similar a um novo. Lembrando que elas têm meia-vida e a gente tem o que chamamos de “PNPIs internos” que regulamentam esses tempos baseados na meia-vida, nos 50% (cinquenta por cento) do tempo útil. A gente fala que o “reman” tem um tempo de sobrevida de 50% (cinquenta por cento) do de série, isso significa que se a pessoa teve um problema e foi até o limite do novo quando ela compra um “reman” ela tem mais meia-vida por um valor bem mais baixo (E5).

No mais, a legislação e a Responsabilidade Estendida do Produtor são os itens do modelo descrito na sequência.

4.12 Legislação e a Responsabilidade Estendida do Produtor

Apurou-se que na Sigma (E5), a empresa coloca a remanufatura como uma atividade integrada à manufatura:

Quando a gente fala de “reman”, nós temos que atender exatamente os mesmos requisitos que a gente atende para os itens de série, tanto é que não é criado nenhum requisito novo. [...] Para o descarte, a gente já tem hoje a regulamentação para isso. A Sigma já tem um departamento todo focado nisso e a questão do descarte de peças já está dentro e aí você não tem uma regulamentação específica falando de “reman”. É o mesmo processo que nós vamos usar para fazer o descarte na série se tem alguma perda ou se tem algum produto que ficou obsoleto e precisa ser descartado você vai fazer para o “reman” – quando você faz a troca das peças para conseguir remanufaturar ou quando você recebe uma carcaça que, por exemplo, nem pode estar remanufaturando porque não está em condições – o procedimento e o processo para este descarte é o mesmo (E5).

Com o intuito de proteger o meio ambiente existem as leis ambientais que definem as normas a serem seguidas pela sociedade. Na remanufatura, a Gama (E3), assim como as demais empresas aqui analisadas, tem suas atividades sob orientação da legislação brasileira:

Pelo menos na nossa empresa, o que a gente tem que atender é a parte ambiental e isso é algo padrão de qualquer empresa – legislação específica para a remanufatura eu não conheço – então, acredito que não tenha, pois estou há 20 (vinte) anos no mercado e até hoje ninguém nos pediu nada. [...] seguimos a legislação ambiental na remanufatura e destinamos os materiais para os locais corretos (E3).

Observa-se que todas as empresas entrevistadas na pesquisa cumprem as leis ambientais vigentes no Brasil, ou seja, não há uma legislação específica para o setor remanufatureiro o que, conseqüentemente, faz com que a regulamentação obedecida por estas organizações – inclusive, de controle de qualidade – seja a mesma da manufatura convencional. O próximo item do modelo recai na questão do relacionamento entre os *stakeholders* na remanufatura.

4.13 O relacionamento entre os *stakeholders* na remanufatura

Através das entrevistas realizadas nesta pesquisa em diferentes segmentos de remanufaturados, verificou-se que somente uma das empresas – a Alfa – trabalha com parcerias numa dinâmica de colaboração e/ou cooperação na remanufatura de embreagens e caixa de transmissão (câmbio). Nas palavras do entrevistado (E1):

Com os distribuidores. No caso, com as concessionárias que nós atendemos diretamente é um trabalho contínuo de orientá-los a sempre pegar a peça usada e tal e fazer o envio para a Alfa. A matéria-prima é a peça usada, pois não é sustentável colocarmos tudo novo e depois colocarmos no preço (E1).

Entretanto, constatou-se como, em geral, ocorrem às relações de parcerias na remanufatura com estas empresas. A esse respeito, Gama (E3) detalha no seu depoimento:

O tipo de parceria que a gente trabalha é o quê? Hoje tem, sei lá, 30 (trinta), 40 (quarenta) fornecedores no Brasil e eu trabalho com 03 (três) e estes 03 (três) fornecedores me vendem. [...] São 03 (três) fornecedores que eu não fico sem peças, portanto, estes 03 (três) eu considero como parceiros de mercado, de compras, que posso vir a comprar insumos para fazer a embreagem (E3).

Além disso, nessas parcerias existentes – sob a forma de relações entre empresas que se complementam de alguma forma (como no caso da compra de materiais necessários ao processo produtivo) – alguns requisitos são considerados, sobretudo, a qualidade:

Pelo menos aqui na nossa empresa é sempre colocado material de primeira linha. O que seria de primeira linha? O que tiver de melhor hoje no mercado, o melhor produto para colocar nesta embreagem é comprado. Pergunta: “É mais caro?” Resposta: “É, mas eu sei que posso confiar neste produto e vender um produto de qualidade para o meu cliente” (E3).

Portanto, a realização das 06 (seis) entrevistas semiestruturadas resultou na alteração do escopo do modelo supracitado oriundo da revisão sistemática da literatura, cujo parâmetro utilizado para a inclusão e/ou exclusão de itens foi 03 (três) ou mais empresas terem em comum o referido elemento nas suas operações no mercado. Sendo assim, o modelo atualizado é formado por 12 (doze) itens: (1) planejamento e estratégia de negócio; (2) estrutura organizacional e processo; (3) sistema e subsistemas; (4) custos; (5) *design* do produto; (6) cadeia de suprimentos reversa e logística reversa; (7) colaboradores; (8) cliente; (9) preço e comercialização; (10) garantia e pós-consumo; (11) responsabilidade estendida do produtor; e (12) desafios, barreiras e/ou dificuldades. Complementarmente, salienta-se que os itens “fluxos de informação e materiais”, “legislação” e “relacionamento entre os *stakeholders*” foram excluídos após as entrevistas semiestruturadas e, por sua vez, “desafios, barreiras e/ou dificuldades” foram incluídos na versão final do modelo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em conta os sérios problemas ambientais decorrentes dos sistemas de produção convencionais e do descarte dos produtos na fase de fim de vida, entende-se que com a adoção da prática de remanufatura as empresas, os indivíduos e a própria sociedade poderão, cada vez mais, usufruir dos benefícios ambientais, econômicos e sociais proporcionados pela atividade. Este artigo consistiu em aplicar a DSR na atividade de remanufatura em empresas brasileiras. Assim, segundo os direcionamentos do método, foi construído um modelo para a operacionalização da atividade de remanufatura.

O modelo apresentado neste artigo resultou em 12 (doze) itens na sua composição final, sem estudá-los individualmente e sem estipular nenhum segmento em específico para fins de análise. Isto porque o intuito é organizar uma base inicial para aquelas empresas que querem atuar nesse setor ou auxiliar aquelas que começaram a operar recentemente como uma orientação no desempenho da atividade. Deste modo, numa visão geral, conseguirão dispor dos principais itens que precisam ser considerados para atuar na remanufatura.

Mas, como restrições da pesquisa, pode-se mencionar o baixo número de entrevistas efetuadas para a avaliação do modelo (06 (seis) no total) e isso se deve a dificuldade de encontrar empresas que operam com a remanufatura no mercado. Ou seja, que atuam em conformidade com o que a prática requer como atividade de recuperação de produto. Em seguida, quando atendiam aos requisitos para participar do trabalho, destaca-se a indisponibilidade de algumas organizações para se envolver com a pesquisa.

Todavia, ressalta-se que apesar do pequeno número de empresas selecionadas para a avaliação do modelo e, principalmente, por atuarem em diferentes segmentos de remanufaturado no mercado, isso não causou nenhuma discrepância dos itens elencados na literatura com o que foi constatado nas empresas na ocasião das entrevistas semiestruturadas. Outrossim, outros elementos surgiram com os casos analisados, a partir do que as empresas vivenciam no seu dia a dia de negócio na remanufatura a tal ponto de ser incluído no modelo final desenvolvido neste artigo. Por fim, sugere-se novos trabalhos à luz do contexto das

empresas que atuam com a remanufatura no mercado nacional identificando, dentre outros aspectos, os benefícios e os desafios que cercam esta atividade no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. São Paulo: Abrelpe, 2018.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia científica**. São Paulo: Cengage Learning, 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.

BATABYAL, A. A.; BELADI, H. How transport costs affect the decision to purchase a new or a remanufactured good. **Asia-Pacific Journal of Regional Science**, v. 2, p. 529-542, 2018.

BUTZER, S.; SCHÖTZ, S.; STEINHILPER, R. Remanufacturing process capability maturity model. In: GLOBAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE MANUFACTURING, 14., Stellenbosch, 2017. **Proceedings...** Stellenbosch: GCSM, 2017.

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

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, November 2015.

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.

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, August 2017.

FATIMAH, Y. A.; BISWAS, W. K. Remanufacturing as a means for achieving low-carbon SMEs in Indonesia. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 18, n. 8, p. 2363-2379, December 2016.

FERRER, G.; WHYBARK, D. C. From garbage to goods: successful remanufacturing systems and skills. **Business Horizons**, v. 43, n. 6, p. 55-64, November/December 2000.

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.

GHOSH, D.; GOUDA, S.; SHANKAR, R.; SWAMI, S.; THOMAS, V. C. Strategic decision making under subscription-based contracts for remanufacturing. **International Journal of Production Economics**, v. 200, p. 134-150, June 2018.

GIUNTINI, R.; GAUDETTE, K. Remanufacturing: the next great opportunity for boosting US productivity. **Business Horizons**, v. 46, n. 6, p. 41-48, November/December 2003.

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

GUIDE JR., V. D. R.; JAYARAMAN, V.; SRIVASTAVA, R. Production planning and control for remanufacturing: a state-of-the-art survey. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, v. 15, n. 3, p. 221-230, June 1999.

HARTWELL, I.; MARCO, J. Management of intellectual property uncertainty in a remanufacturing strategy for automotive energy storage systems. **Journal of Remanufacturing**, v. 6, n. 3, p. 1-19, December 2016.

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, December 2019.

IJOMAH, W. L.; CHILDE, S.; MCMAHON, C. A. Remanufacturing: a key strategy for sustainable development. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DESIGN AND MANUFACTURE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 3., Loughborough, 2004. **Proceedings...** Loughborough: ICDMSD, 2004.

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, September 2007.

JIANG, Z.; FAN, Z.; SUTHERLAND, J. W.; ZHANG, H.; ZHANG, X. Development of an optimal method for remanufacturing process plan selection. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 72, n. 9-12, p. 1551-1558, June 2014.

KRYSTOFIK, M.; LUCCITTI, A.; PARNELL, K.; THURSTON, M. Adaptive remanufacturing for multiple lifecycles: a case study in office furniture. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, p. 14-23, August 2018.

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, January 2017.

LONG, X.; GE, J.; SHU, T.; LIU, Y. Analysis for recycling and remanufacturing strategies in a supply chain considering consumers' heterogeneous WTP. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 148, p. 80-90, September 2019.

LUND, R. T.; HAUSER, W. M. Remanufacturing: an american perspective. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RESPONSIVE MANUFACTURING, 5., Ningbo, 2010. **Proceedings...** Ningbo: ICRM, 2010.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MORAES, G. D. de A.; ESCRIVÃO FILHO, E. A gestão da informação diante das especificidades das pequenas empresas. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 124-132, set./dez. 2006.

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, March 2019.

NGUYEN, T. V.; ZHOU, L.; CHONG, A. Y. L.; LI, B.; PU, X. Predicting customer demand for remanufactured products: a data-mining approach. **European Journal of Operational Research**, v. 281, n. 3, p. 543-558, March 2020.

OIKO, O. T.; SAAVEDRA, Y. M. B.; AMARAL, D. C.; OMETTO, A. 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.

OKORIE, O.; TURNER, C.; SALONITIS, K.; CHARNLEY, F.; MORENO, M.; TIWARI, A.; HUTABARAT, W. A decision-making framework for the implementation of remanufacturing in rechargeable energy storage system in hybrid and electric vehicles. In: SWEDISH PRODUCTION SYMPOSIUM, 8., Stockholm, 2018. **Proceedings...** Stockholm: SPS, 2018.

ÖRSDEMİR, A.; ZIYA, E. K.; PARLAKTÜRK, A. K. Competitive quality choice and remanufacturing. **Production and Operations Management**, v. 23, n. 1, p. 48-64, 2014.

ÖZER, H. S. A review of the literature on process innovation in remanufacturing. **International Review of Management and Marketing**, v. 2, n. 3, p.139-155, 2012.

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, 2003.

PATERSON, D. A. P.; IJOMAH, W. L.; WINDMILL, J. F.C. End-of-life decision tool with emphasis on remanufacturing. **Journal of Cleaner Production**, v. 148, p. 653-664, 2017.

PHANTRATANAMONGKOL, S.; CASALIN, F.; PANG, G.; SANDERSON, J. The price-volume relationship for new and remanufactured smartphones. **International Journal of Production Economics**, v. 199, p. 78-94, May 2018.

SASIKUMAR, P.; KANNANA, G.; HAQ, A. N. A multi-echelon reverse logistics network design for product recovery - a case of truck tire remanufacturing. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 49, n. 9-12, p. 1223-1234, August 2010.

SINGHAL, D.; TRIPATHY, S.; JENA, S. K.; NAYAK, K. K.; DASH, A. Interpretive structural modelling (ISM) of obstacles hindering the remanufacturing practices in India. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATERIALS, MANUFACTURING AND DESIGN ENGINEERING, 2., Maharashtra, 2018. **Proceedings...** Maharashtra: iCMMMD, 2018.

STEINHIPER, R.; NAGEL, A. New opportunities and incentives for remanufacturing by 2020's car service trends. In: CONFERENCE ON LIFE CYCLE ENGINEERING, 24., Kamakura, 2017. **Proceedings...** Kamakura: CIRP LCE, 2017.

TURKI, S.; REZG, N. Impact of the quality of returned-used products on the optimal design of a manufacturing/remanufacturing system under carbon emissions constraints. **Sustainability**, v. 10, n. 9, p. 1-21, September 2018.

TURKI, S.; SAUVEY, C.; REZG, N. Modelling and optimization of a manufacturing/remanufacturing system with storage facility under carbon cap and trade policy. **Journal of Cleaner Production**, v. 193, p. 441-458, August 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, January 2017.

YANG, S. S.; NGIAM, H. Y.; ONG, S. K.; NEE, A. Y. C. The impact of automotive product remanufacturing on environmental performance. In: LIFE CYCLE ENGINEERING, 22., Sydney, 2015. **Proceedings...** LCE: Sydney, 2015.

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, February 2016.

ZHANG, X.; AO, X.; CAI, W.; JIANG, Z.; ZHANG, H. A sustainability evaluation method integrating the energy, economic and environment in remanufacturing systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 239, p. 1-12, December 2019.

ZHENG, X.; GOVINDAN, K.; DENG, Q.; FENG, L. Effects of design for the environment on firms' production and remanufacturing strategies. **International Journal of Production Economics**, v. 213, p. 217-228, July 2019.

ZLAMPARET, G. I.; TAN, Q.; STEVELS, A. B.; LI, J. Resource conservation approached with an appropriate collection and upgrade-remanufacturing for used electronic products. **Waste Management**, v. 73, p. 78-86, March 2018.