

## **III-202 – PROPOSTA PARA APLICAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR SUSTENTÁVEL EM PEÇAS REPROVADAS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES**

**Gabriela Brandão dos Santos<sup>(1)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Luterana do Brasil - ULBRA

**Cristine Santos de Souza da Silva<sup>(2)</sup>**

Doutora em Ensino de Ciências. Professora e Pesquisadora da Universidade Luterana do Brasil - ULBRA

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Farroupilha 8100, Bairro São José - Canoas/RS. Email: gabiibrandaol@gmail.com

### **RESUMO**

Diversas melhorias ambientais visando a utilização de materiais de maior reciclabilidade no processo de fabricação do veículo têm ocorrido no setor automotivo nas últimas décadas. Essa pesquisa objetiva analisar e propor medidas de aplicação da economia circular sustentável em peças reprovadas como faróis e lanternas no processo de fabricação de veículos automotores. Os resultados evidenciam que o maior índice de geração causado pelo time de montagem foi por motivos de peças danificadas na linha, fato este ligado a possíveis falhas humanas. Já para o setor de qualidade, o maior índice de rejeição foi por motivos de problemas de fornecedor, onde se observaram dificuldades para realizar logística reversa nesta etapa do processo, devido à distância dos fornecedores até a fábrica. O levantamento econômico mostrou-se satisfatório, pois mesmo vendendo as peças recondicionadas e as peças obsoletas por valores 55% menores do que o valor de peças originais, ainda assim, a empresa teria um lucro significativo ao longo de doze meses, embora tivesse que investir em mão-de-obra, centro de recuperação de peças e em parcerias com concessionárias ou autopeças. Conclui-se que é possível fazer o reaproveitamento das peças estudadas, de modo que estas retornem ao mercado através de processos de readequação, formando um ciclo técnico e sustentável, onde, conseqüentemente, será reduzida a geração de resíduos e a extração de recursos naturais, trazendo benefícios à sociedade através da geração de empregos e ao meio ambiente, preservando-o para as futuras gerações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Economia Circular Sustentável, Indústria Automotiva, Peças Automotivas, Sustentabilidade.

### **INTRODUÇÃO**

A indústria automotiva vem se destacando ao realizar mudanças em seu processo produtivo, construindo novas estratégias e novos modelos de negócios que a ajudem a se posicionar no desenvolvimento de soluções sustentáveis, mantendo sua capacidade produtiva e, ao mesmo tempo, gerando valores para a sociedade (UNIETHOS, 2012). Contudo, não se pode considerar que tais ações sejam suficientes, principalmente em função do perfil “linear” de economia (extrair – fabricar – usar – descartar) dessas indústrias.

O Brasil apresenta um grande mercado doméstico efetivo e potencial, tanto de veículos quanto de sistemas e autopeças (CASOTTI; GOLDENSTEIN, 2008), produzindo aproximadamente 2,15 milhões de automóveis e veículos leves em 2016 segundo a *Organisation Internationale des Constructeurs d' Automobiles* – OICA (2017), com isso surgem-se preocupações referentes a geração de peças automotivas rejeitadas pelo setor de qualidade das indústrias e destinadas como resíduos.

Por essa razão, cresce demanda de recursos naturais para os setores industriais. Na contramão desse processo, surge o conceito de Economia Circular Sustentável, que se baseia em um sistema desenhado para ser restaurativo e regenerativo, com o objetivo de manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo, distinguindo entre ciclos técnicos e biológicos (EMF, 2013).

Considerando o exposto, esse artigo aborda a aplicação da economia circular sustentável em peças reprovadas no processo de fabricação de veículos automotores, a fim de propor contribuir com a sugestão de alternativas ambientalmente adequadas para sua destinação e reaproveitamento.

## **ECONOMIA CIRCULAR**

De acordo com Braungart et al. (2003), a economia mundial tem sido construída com base em um modelo linear de negócios, baseado em extrair, transformar, produzir, utilizar e descartar (e, às vezes, reciclar ou incinerar). Azevedo (2015) comenta que o modelo de economia linear foi herdado da revolução industrial aumentando a eficiência da produção e proporcionando a descoberta de novas tecnologias. Porém, este modelo de economia está ameaçado, devido à disponibilidade limitada de recursos naturais. Projeções futuras indicam incompatibilidade entre os níveis de produção, consumos atuais e disponibilidade de recursos naturais para as próximas gerações (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2011).

Devido a esta preocupação com o consumo desenfreado dos recursos naturais ressurge o conceito de Economia Circular. House of Commons (2014), descreve a economia circular como uma economia que maximiza o uso sustentável e o valor dos recursos, eliminando o desperdício e se afastando do modelo atual da economia linear, em direção a um modelo onde os produtos, e os materiais que o compõem, são valorizados de forma diferente, criando uma economia mais robusta no processo.

O relatório de Ellen MacArthur Foundation - EMF (2013), define a economia circular como um modelo de economia restaurativo e regenerativo por princípio e tem como objetivo manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo inteiro, fazendo distinção entre ciclos técnicos e biológicos. Já, o relatório do European Parliament – EP (2017), relata que manter o valor dos materiais e dos produtos o mais alto possível, o maior tempo possível, ajuda a minimizar a necessidade de entrada de novos materiais e energia, reduzindo assim a pressão ambiental ligada ao ciclo de vida dos produtos, desde a extração de recursos, até a produção, utilização e fim de vida.

Para entender melhor este conceito de economia circular, a Comissão Europeia – CE (2014), comenta que deve-se analisar os sistemas naturais vivos que funcionam perfeitamente pelo fato de cada um dos seus componentes se encaixar no todo. Um modelo cíclico é criado para que os materiais descartados sejam reaproveitados para a criação de um novo produto, tornando quase que inexistente a geração de resíduos.

A ideia da EC não é nova, e está associada a conceitos como o gerenciamento do ciclo de vida (life-cycle management), a ecologia industrial, o “design regenerativo”, a “performance economy”, e a biomimética (EMF, 2012). Diferente das estratégias que focam a eficiência dos processos, como a “produção mais limpa”, a EC tem como principal objetivo o projeto (design) dos produtos, de modo a utilizar os materiais de forma repetida em ciclos que mantêm seu valor intrínseco, além de rever padrões de consumo, com possibilidades como consumir menos e consumir produtos de melhor qualidade, mais duráveis e passíveis de reforma, conserto e remanufatura (HOUSE OF COMMONS, 2014).

## **OS VEÍCULOS AUTOMOTORES**

O automóvel tem as suas raízes no motor a vapor de Nicolas Joseph Cugnot, inventor francês, que, ao serviço do exército da França, desenvolveu engenhos propulsores por uma caldeira de vapor para transportar maquinaria pesada durante os anos de 1770 e 1771. A carruagem se locomovia a 3,6 km/h durante 12 a 15 minutos, quando tinha de parar para gerar mais vapor (DALE, 1994).

Em 1910, Henry Ford introduziu a produção em massa com o desenvolvimento do automóvel Ford Modelo T que então impulsionaria a indústria automóvel (FEUP, 2010). Com a linha de montagem, o tempo necessário para construir um Modelo T caiu de 12,5 horas para 2 horas e 38 minutos. Em 1913, Ford estava vendendo mais de 200.000 carros por ano. “Em janeiro de 1914, Ford estava fazendo um Modelo T a cada 93 minutos”. (ITALIA, 1993, p. 36). Com a produção seriada em massa, o custo de fabricação do automóvel diminuiu, tornando-o popular e acessível ao trabalhador comum (NASCIMENTO, 2002).

Segundo Casotti e Goldenstein (2008) o Japão veio a se destacar na segunda metade do século XX devido a aposta em sistemas de produção mais enxuto chamado “just-in-time”, criando então um conceito de “fabrica mínima”, focando em estoque zero, desperdício zero, qualidade máxima e mecanização flexível. Com o sucesso da inserção dos veículos japoneses no mercado internacional, houve a contribuição para a difusão dessas inovações gerenciais e produtivas pelos demais segmentos industriais. Então, pela segunda vez, a indústria

automotiva lançava um modelo que, por muitos anos, serviria como referência de gestão para empresas no mundo todo (CASOTTI; GOLDENSTEIN, 2008).

Conforme Feup (2010), a invenção e evolução do automóvel causaram profundas modificações na sociedade mundial. Destaca-se o fato de ter revolucionado os meios de transporte e de ter desempenhado um impacto significativo com a difusão de informação e inovação tecnológica. Nas últimas duas décadas verificou-se a existência de uma preocupação crescente com questões ecológicas e econômicas trazendo mudanças no desenvolvimento no automóvel.

O material comprado para a fabricação de um veículo representa a maior parcela na composição dos custos dos produtos industrializados. Segundo Christopher (2001) os custos dos materiais de um automóvel podem chegar a 85% do seu custo total. Assim, de acordo com Herrera (2001), a economia de 5% em compras pode representar um acréscimo de até 30% do resultado líquido da empresa, dependendo do segmento e margem de contribuição aplicado ao produto.

Atualmente, os investidores procuram obter o máximo com o mínimo possível. Por esse motivo, os engenheiros procuram sempre que possível reduzir a quantidade de materiais usados nos automóveis, com vista a reduzir o custo final, redução da quantidade de materiais usados no veículo torna-o mais leve, o que significa consumos de combustível mais baixo e um maior conforto para os ocupantes. Há duas décadas, um automóvel seguro era um automóvel que possuía uma massa elevada com muitos componentes metálicos e robustos, níveis de potência muito inferiores aos da atualidade e velocidades que não excediam os 160 quilômetros por hora (FEUP, 2010). Já Magalhães (2014), relata que atualmente verifica-se o oposto, a massa dos automóveis tem sido constantemente reduzida, redução de componentes metálicos e robustos, níveis de potência elevados e velocidades muito superiores aos limites impostos por lei, mas mesmo assim os investidores têm sido capazes de criar automóveis com classificações de 5 estrelas (nível cinco corresponde ao nível máximo Euro NCAP) de segurança.

## **OBJETIVOS**

Analisar e propor estratégias para a aplicação da economia circular sustentável em peças reprovadas (faróis e lanternas) do processo de fabricação de veículos automotores.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa está organizada em 3 etapas, a saber:

**Etapa 1:** Investigar os motivos causadores da rejeição de peças automotivas pelo controle de qualidade: realizada por meio de uma visita ao setor de qualidade na linha de montagem de automóveis de uma montadora de veículos para verificar os requisitos utilizados para verificação das peças do automóvel e consequentemente os motivos para sua rejeição.

**Etapa 2:** Analisar a potencialidade de aproveitamento das peças rejeitadas pelo setor de qualidade na montagem do automóvel: feita por meio de uma pesquisa referente às peças mais rejeitadas no processo nos meses de setembro, outubro e novembro de 2017, para definir as peças que serão utilizadas no estudo, classificando-as conforme as áreas que realizaram a rejeição e os motivos pelo qual as mesmas as rejeitaram. Esta análise se dará através das etiquetas de rejeição, onde será analisado as características de danificação de cada peça para um potencial aproveitamento destas peças.

**Etapa 3:** Analisar a viabilidade econômica, social e ambiental para propor alternativas para aproveitamento das peças rejeitadas: por meio de uma análise da possibilidade de aplicação da Economia Circular através da classificação das peças, as características da composição material e de danificação de cada peça, custos de compra da montadora e custos de compra do consumidor, custos de mão-de-obra para separação e retrabalho das peças na montadora, se necessário, e a localização dos fabricantes das peças, para assim, propor alternativas de aproveitamento buscando parcerias de receptores como concessionárias e lojas de autopeças para realizar também o retrabalho ou somente comercializar as peças, podendo essas vendas ocorrer online, através de sites de venda.



## RESULTADOS

Os itens mais rejeitados no processo produtivo de fabricação do automóvel são faróis e lanternas. Por esse motivo, são estas as peças nas quais o estudo teve seu enfoque. Foi realizada a investigação dos motivos pelo qual os faróis e lanternas foram rejeitados no período de três meses, para analisar a potencialidade de aproveitamento das mesmas. Através dos motivos de rejeição foi realizado o levantamento da geração de faróis e lanternas tendo como base os meses de setembro, outubro e novembro de 2017. No gráfico da Figura 1 pode-se observar a geração dos faróis e lanternas tipo A (nacionais), faróis e lanternas tipo B (importados), conforme tipo de rejeição.

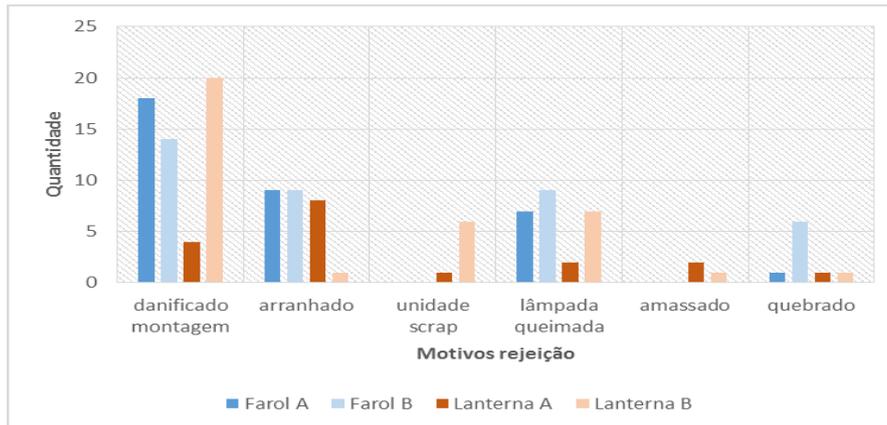


Figura 1: Geração de faróis e lanternas rejeitados pelo time de montagem.

Os dados obtidos revelam que o maior índice de rejeição ocorreu nas peças danificadas na montagem, apresentando uma quantidade de 20 unidades de Lanternas B, 18 unidades do Farol A, 14 unidades do Farol B e 4 unidades da Lanterna A. Esse resultado pode ser explicado pelo que sustentam Orth, Baldin e Zanotelli (2014), que dizem que as falhas humanas resultam, frequentemente, em perdas significativas de material, ou, ainda, em uma geração excessiva de materiais para descarte. É neste contexto que se pode dizer que as falhas do operador na montagem do veículo, considerando o processo de fabricação estudado, estão gerando uma quantidade expressiva de faróis e lanternas para descarte. Já os resultados obtidos da geração pelo setor de qualidade podem ser observados no gráfico na Figura 2.

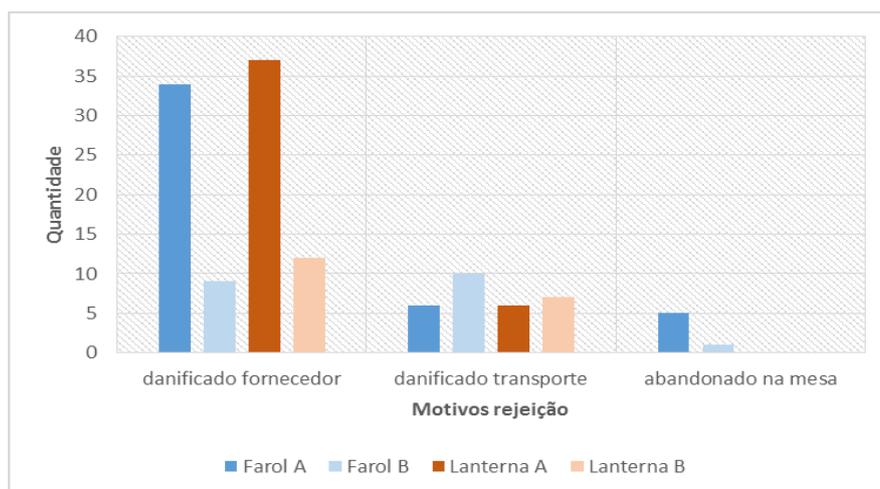


Figura 2: Geração de faróis e lanternas rejeitados pelo setor de qualidade.

Os dados obtidos revelam que o maior índice de rejeição ocorreu por motivos de problema de fornecedor da Lanterna tipo A, com uma geração de 37 unidades, seguido do Farol A com uma geração de 34 unidades. Nota-se que a maior geração resulta de fornecedores nacionais que não estão atendendo os requisitos de

qualidade e garantia do produto para o cliente. Sobre esses problemas, vale o que defende Arnost et al. (2013), conforme já mencionado no referencial teórico dessa pesquisa, onde os autores comentam que para atender as exigências de implementações de padrões da norma TS16949, o fornecedor deverá utilizar as ferramentas automotivas, chamadas core tools. Santos (2015) descreve estas ferramentas, onde é definido o sequenciamento de atividades necessárias para garantir que o produto saia conforme os requisitos do cliente, garantindo a entrega do produto dentro dos critérios e padrões de qualidade. Com isso, entende-se que é de responsabilidade do fornecedor garantir que as peças cheguem até o cliente com garantia de 100% de qualidade das peças.

Neste sentido, pode-se aplicar o sistema de logística reversa destes materiais, corroborando com a afirmação de Gonçalves e Marins (2006), que afirmam que nesses casos, os produtos devem retornar ao fornecedor para que seja feito o reparo, a reciclagem, o descarte ou, simplesmente, porque os clientes não são responsáveis por eles, uma vez que os estão devolvendo por motivos de defeito de fabricação.

Contudo, nesse caso, cabe a realização de um estudo logístico para possível aplicação da LR, junto aos fornecedores de Faróis e Lanternas tipo A, por serem fornecedores nacionais. Já com os fornecedores de Faróis e Lanternas tipo B, por serem fornecedores internacionais, a aplicação da logística reversa torna-se pouco possível, devido ao alto custo logístico que envolve a devolução dessas peças.

Através dos dados de geração de faróis e lanternas foi realizado a análise da viabilidade econômica onde foi utilizado o custo de um funcionário para a separação das peças que estejam em bom estado para reaproveitamento. Este custo, conforme a FPAG (2018), é de R\$ 2.431,35 e foi considerado somente o custo de um funcionário devido a quantidade de geração de peças nos meses em estudo. Posteriormente, foi realizada uma pesquisa de mercado referente aos valores dos faróis e lanternas modelo de 2016/2017 em Concessionárias e Autopeças para revenda onde foram identificados que um farol é vendido por R\$ 1.652,00 em concessionária, já em autopeças é vendido por R\$ 812,00, já a lanterna é vendida por R\$ 403,00 em concessionária e em autopeças é vendido por R\$ 149,00. Com base nessa estimativa, pode dizer que mesmo que a empresa tenha um custo inicial ao investir em mão-de-obra para a separação das peças, a fim de realizar o reparo destas para venda no mercado de peças reconcondicionadas, ainda é possível projetar-se lucros, considerando o mesmo período de três meses do estudo, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1: Estimativa de lucro com vendas de peças rejeitadas pelo time de montagem.**

	Custo Mão-de-Obra (R\$)**	Quantidade Peças*	Valor venda na Concessionária R\$**	Lucro (R\$)**	Lucro (%)*	Valor venda na Autopeças R\$**	Lucro (R\$)**	Lucro (%)**
<b>Faróis</b>	7.294,65	73	1.652,00	113.301,35	1553	812,00	51.981,35	713
<b>Lanternas</b>	7.294,65	54	403,00	14.467,35	198	149,00	751,35	10

\* Considerando os meses de setembro, outubro e novembro de 2017.

\*\* Valores estipulados considerando o preço de mercado e somatório dos meses setembro, outubro e novembro de 2017.

Após, foi realizado a mesma projeção de lucros para os três meses em estudo das peças rejeitadas pelo setor de qualidade, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2: Estimativa de lucro com vendas de peças rejeitadas pelo setor de qualidade.**

	Custo Mão-de-Obra (R\$)**	Quantidade Peças*	Valor venda na Concessionária (R\$)**	Lucro (R\$)*	Lucro (%)*	Valor venda na Autopeças (R\$)**	Lucro (R\$)*	Lucro (%)*
<b>Faróis</b>	7.294,65	65	1.652,00	100.085,35	1372	812,00	45.485,35	624
<b>Lanternas</b>	7.294,65	62	403,00	17.691,35	243	149,00	1.943,35	27

\* Considerando os meses de setembro, outubro e novembro de 2017.

\*\* Valores estipulados considerando o preço de mercado e somatório dos meses setembro, outubro e novembro de 2017.

Nessa perspectiva, pode-se ter como base o caso da empresa Mercedes-Benz, que vende peças remanufaturadas a um custo que pode chegar a valores 55% menores do que os valores de venda das peças originais de mercado (MERCEDES-BENZ, 2018). Considerando esse dado, foi realizado uma projeção de

lucros para 12 meses (tendo por base a geração a geração total de faróis e lanternas da área de time e do setor de qualidade identificadas no presente estudo), conforme apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3: Estimativa de lucro anual para venda de peças com 55% de desconto.**

	<b>Custo Mão-de-Obra (R\$)*</b>	<b>Quantidade Peças*</b>	<b>Valor venda (R\$)**</b>	<b>Lucro (R\$)*</b>	<b>Lucro (%)*</b>
<b>Faróis</b>	29.178,60	552	R\$ 743,40	381.178,20	1.306
<b>Lanternas</b>	29.178,60	464	R\$ 181,35	54.967,80	188

\* Considerando 12 meses.

\*\* Considerando 12 meses e aplicando 55% de desconto sobre o preço original de mercado

Outra comparação foi realizada com base nos custos para compra dos faróis e lanternas rejeitados pela linha de montagem e pelo setor de qualidade e o lucro que a empresa tem ao vender estas peças como resíduo. A indústria vende a R\$ 10,00 a tonelada destas peças para uma empresa recicladora de plásticos, sendo o valor obtido com esta venda apresentado na Tabela 4 a seguir.

**Tabela 4: Valor de peças vendidas como resíduo.**

<b>Peça</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Valor</b>
Farol A	80	2,5	R\$ 2,00
Farol B	58	2,5	R\$ 1,45
Lanterna A	61	1	R\$ 0,61
Lanterna B	55	1	R\$ 0,55

Com os valores obtidos para os meses de setembro, outubro e novembro de 2017, observa-se que a empresa obteve um ganho total de R\$ 4,61, sendo o ganho mensal de R\$ 1,54. Porém, o custo total com a compra destas peças pela indústria foi de R\$ 21.741,28 para estes mesmos meses, conforme apresenta a Tabela 5.

**Tabela 5: Valor de compra das peças.**

<b>Peça</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor</b>	<b>Total</b>
Farol A	80	R\$ 78,92	R\$ 6.313,60
Farol B	58	R\$ 144,86	R\$ 8.691,60
Lanterna A	61	R\$ 40,28	R\$ 2.457,08
Lanterna B	55	R\$ 77,80	R\$ 4.279,00
			<b>R\$ 21.741,28</b>

Logo, ao analisar os resultados obtidos, conclui-se que ao vender os faróis e lanternas como resíduo para a empresa recicladora de plásticos, a empresa obteve uma perda de 4716% do valor total dos custos com compras destas peças para os três meses do presente estudo.

Na análise de viabilidade social constatou-se a geração de empregos ao adquirir mão-de-obra para separação das peças para reaproveitamento além da arrecadação de tributos que proporcionam melhoria da qualidade de vida das pessoas. A Fundação Ellen Macarthur (2013) publicou uma nota comentando que estudos recentes apontam efeitos positivos sobre o emprego ao implantar a Economia Circular, pois esse impacto sobre o emprego é amplamente atribuível ao aumento dos gastos estimulado por preços mais baixos e ao uso intensivo de mão-de-obra das atividades de reciclagem de alta qualidade, além da necessidade de mão-de-obra altamente qualificada em atividades de remanufatura. De fato, pode-se dizer que a questão do emprego é rica e diversificada na EC.

Já, na análise de viabilidade ambiental citou-se a não geração de resíduos através do reaproveitamento das peças corroborando também com a PNRS (BRASIL, 2010b, art. 7, inciso II) onde cita a não geração e a redução de resíduos sólidos em seus objetivos. minimizando assim a extração de recursos naturais e consequentemente reduzindo o impacto ambiental gerado da cadeia de suprimentos para a fabricação de novas peças estando de acordo com o que preconiza Artigo 225 da Constituição Federal do Brasil, que prevê a

proteção ao ambiente saudável e a garantia da disponibilidade dos recursos naturais para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988, art. 225).

Ao introduzir estas peças no mercado novamente, estará se iniciando um sistema circular. Para isso, conforme o relatório de Ellen Marcathur Fundation - EMF (2013) deve-se manter os produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo inteiro, fazendo distinção entre ciclos técnicos e biológicos. Nessa perspectiva, pode-se dizer que as peças entrarão para um ciclo técnico, onde componentes e materiais técnicos continuarão circulando e contribuindo para a economia, utilizando menores circuitos internos como, por exemplo, realizar reparos, em vez de reciclagem sempre que possível, preservando, assim, mais energia e outros tipos de valores embutidos nos materiais e componentes.

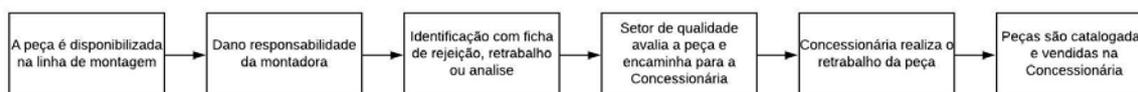
### PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR

Para avaliar um possível reparo, renovação ou reaproveitamento das peças é necessário mão-de-obra para separação e para possíveis restaurações onde o produto fica com aspecto de novo, oferecendo qualidade e garantia ao cliente. Desta forma, propõe-se um condicionamento destas peças, chamado refurbished, onde o produto é readequado, realizando o reaproveitamento de itens de produtos com pequenas avarias que antes de serem comercializados, têm suas condições físicas revisadas e avaliadas, baseados em novos critérios de qualidade.

Empresas como a Apple e a Dell são empresas conhecidas mundialmente que mais realiza o condicionamento de produtos para revenda. No setor automotivo, empresas como Mercedes-Benz, Scania e Volkswagen já realizam a remanufatura de autopeças para revendas. A Mercedes-Benz possui uma linha chamada RENOVA que oferece produtos remanufaturados para linhas de ônibus, caminhões e vans, que abrange motores, câmbios, embreagens, motores de partida, unidades injetoras, alternadores, turbinas, diferenciais, bombas de óleo, bombas d'água, cabeçotes, pinças de freio, kits de embreagem, válvulas quatro circuitos e secadores de ar. A economia chega a 55% do valor de uma peça nova, com garantia de 12 meses sem limite de quilometragem e cobertura no território brasileiro (MERCEDES-BENZ, 2018).

A Volkswagen também possui uma linha exclusiva de produtos remanufaturados para caminhões e ônibus. O processo de remanufatura desses itens ocorre em uma linha de montagem específica, que leva em conta os mesmos critérios de montagem e padrões de qualidade exigidos para produtos novos. Neste processo todos os componentes de desgaste são substituídos por peças novas, e originais. A garantia do produto remanufaturado Volkswagen é a mesma do produto original novo, sendo um ano sem limite de quilometragem (VOLKSWAGEN, 2018). Percebe-se que as condições de venda de produtos remanufaturados, tanto da Mercedes-Benz quanto da Volkswagen são semelhantes, contudo, ambas são disponibilizadas somente para caminhões e ônibus.

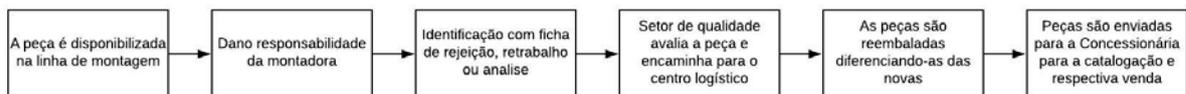
Ao analisar a aplicação de remanufatura de autopeças para veículos pesados, propõe-se a aplicação do *refurbishing* para as autopeças em estudo, sugerindo que a montadora realize parcerias com concessionárias para reparos especializados das peças e após, efetue a venda das mesmas. Para isso, é necessário que se invista na criação de uma linha de peças condicionadas, uma vez que, para atender ao conceito de remanufatura, é necessário que o reparo da peça ocorra dentro das instalações do fabricante original. Este processo de condicionamento pode ser realizado conforme Figura 3.



**Figura 3: Processo de condicionamento de peças para venda.**

Segundo Saavedra (2010) o condicionamento tem uma garantia/qualidade inferior aos de um produto novo, visto que é aplicado apenas para a troca ou retrabalho da parte afetada, porém, a autora defende que esta estratégia de condicionamento permite que os produtos apresentem um novo ciclo de vida trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais, desde que, o condicionamento do produto seja previamente avaliado para que se tenha a maior parte de seus benefícios potenciais.

O *outlet* também pode ser uma opção de reaproveitamento destas peças, revendendo-as a preços mais baixos e sem retrabalhos, onde as peças são vendidas com pequenos defeitos ou danos que podem passar despercebidos e/ou não comprometam a função do produto. A aplicação de venda de peças por meio do *Outlet* pode ser realizada conforme a Figura 4.



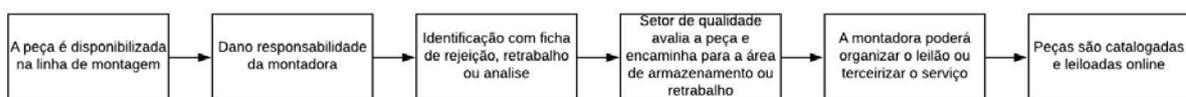
**Figura 4: Venda de peças através do sistema *Outlet*.**

Algumas empresas conhecidas mundialmente como a Adidas, a Dell e a Samsung aplicam o sistema *Outlet*. A Dell, por exemplo, tem como produtos *Outlet*, todos os hardwares de computadores e produtos relacionados oriundos de devoluções ou cancelamentos realizados pelos clientes dentro do período permitido nas políticas de devolução da Dell e nos termos da legislação vigente, sendo os mesmos reembalados e comercializados no site online ou em lojas físicas. (DELL, 2018). Este sistema tem se mostrado efetivo, entretanto, no mercado automotivo brasileiro, não foi identificada até o momento nenhuma iniciativa semelhante. Outras possibilidades de aplicação tanto para *Refurbished* tanto para *Outlet* podem ser visualizadas na Tabela 6.

**Tabela 6: Possibilidades de aplicação de *Refurbished* e *Outlet***

Possibilidades	<i>Refurbished</i>	<i>Outlet</i>
Criar site específico para venda	X	X
Fazer parceria com concessionárias e revendas autorizadas	X	
Fazer contatos com lojas virtuais interessadas	X	X

O *leilão de peças* também é uma opção para reaproveitamento das peças rejeitadas. Poderá ser criado um site de leilões, onde um catálogo das peças pode ser disponibilizado, informando as avarias visuais da peça ou o tipo de retrabalho realizado na mesma. No fluxograma da Figura 5 está descrito como poderia ser realizado o processo de leilões de peças *online*.



**Figura 5: Proposta para implementação de leilões de peças reprovadas ou obsoletas.**

Cargnelutti (2017) afirma que o leilão é uma disputa concorrencial para se comprar bens a quem oferece a melhor oferta, mostrando-se uma forma de negócio cristalino que busca o melhor valor ou preço para as partes interessadas. Com isso, o processo proposto poderá basear-se no sistema de leilões de veículos e sucatas do Departamento de Trânsito – Detran, ele ocorre através da abertura de um edital, onde há informações de data, local e horário que ocorrerá o leilão, bens leiloados, entre outras informações. Tanto a pessoa física, quanto a pessoa jurídica podem participar do leilão, onde os veículos que vão a leilão ficam acessíveis aos interessados, para a visitação. (DETRAN, 2018).

## CONCLUSÕES

Através dos motivos identificados para rejeição das peças, foi constatado que ao realizar a separação e avaliação destas, é possível fazer o condicionamento das mesmas, sendo comprovada positivamente a viabilidade econômica, social e ambiental para a implementação da Economia Circular sustentável. Percebeu-se que não adotar um sistema circular, como o proposto nesta pesquisa, a empresa está deixando de lucrar, pois os

valores possíveis com a implementação da EC são significativamente maiores do que os valores aos quais a empresa recebe atualmente ao vender os faróis e lanternas como resíduo, obtendo uma perda de 4716% do valor total dos custos com compras destas peças.

Ao investir em mão-de-obra, centro de recuperação de peças ou em parcerias com concessionárias ou autopeças estará gerando empregos e tributos que trarão retornos positivos à sociedade. Ao recuperar as peças rejeitadas e ao revender as peças obsoletas, a empresa estará reduzindo a geração de resíduos e consequentemente a extração de recursos naturais, realizando um ciclo no processo, trazendo benefícios ao meio ambiente, preservando-o para as futuras gerações. É possível reaproveitar as peças rejeitadas e obsoletas através de diversos canais como remanufatura, *reburished*, *outlet* e leilões, canais estes já utilizados por outras empresas reconhecidas no mercado. Embora os resultados sejam positivos e animadores, recomenda-se a realização de novos estudos que abranjam o cenário nacional, identificando as dificuldades e barreiras para implementação da economia circular sustentável em um mercado que ainda se utiliza conceitos de economia linear como sustentação econômica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARNOST, Jose Carlos Melchior; NEUMANN, Regina Aparecida; COUTO, Marília Neumann; LUGOBONI, Leonardo Fabris. ISO / TS 16949 – Ganhos e Vantagens da Certificação na Indústria Automobilística. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A Gestão de Processos e Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos. Salvador, BA, Brasil, 2013.
2. BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 28 maio 2018.
3. BRASIL. Lei Federal nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 28 maio 2018.
4. BRAUNGART, M. et al. Applying the principles engineering of green cradle-to-cradle design. *Environmental Science and Technology*, 434-441. 2003.
5. CARGNELUTTI, Camila Lais. A Sistemática dos Leilões no Contexto das Alterações Trazidas Pelo Novo Código de Processo Civil. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Direito. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2017.
6. CASOTTI, Bruna Pretti; GOLDENSTEIN, Marcelo. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Panorama do Setor Automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil. Rio de Janeiro, n. 28, p. 147-188, set. 2008.
7. CHRISTOPHER, Martin. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. Ed.1. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.
8. DALE, Rodney. Early Cars. Ed.1. Itália: Oxford University Press, 1994.
9. CE. Comissão Europeia. A economia circular: Interligação, criação e conservação de valor, 2014.
10. DELL. Dell Outlet. 2018. Disponível em: <https://www.dell.com/pt-br/outlet> Acesso em: 30 out. 2018.
11. DETRAN. Leilões de Veículos e Sucatas. Disponível em: <https://www.detrans.rs.gov.br/veiculos/servicos/825> Acesso em: 30 out. 2018.
12. EMF. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy - Vol. 1: Economic and business rationale for an accelerated transition. Isle of Wight: EMF, 2012.
13. EMF. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy - Vol. 2: Opportunities for the consumer goods sector. Isle of Wight: EMF, 2013.
14. EP. European Parliament. Towards a circular economy - Waste management in the EU. European Parliamentary Research Service. Scientific Foresight Unit (STOA), 2017.
15. FEUP. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto. Materiais Usados na Concepção de um Automóvel. Projeto FEUP. Outubro de 2010. Disponível em: <[https://web.fe.up.pt/~projfeup/cd\\_2010\\_11/files/MMM504\\_relatorio.pdf](https://web.fe.up.pt/~projfeup/cd_2010_11/files/MMM504_relatorio.pdf)>. Acesso em: 03 nov. 2017.
16. FPAG. Cálculos Trabalhistas. 2018. Disponível em: <[https://www.fpag.com.br/calculos\\_trabalhistas](https://www.fpag.com.br/calculos_trabalhistas)>. Acesso em: 19 abr. 2018.
17. GONÇALVES, Marcus Eduardo; MARINS, Fernando Augusto Silva. Logística Reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso. São Carlos: Revista Gestão e Produção, v. 13, n. 3, p. 397-410, Set./Dec. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/gp/v13n3/03.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2017.



18. HERRERA, Rafael. A função compras como potencial fonte de competitividade. GUIALOG, nov.2001 Disponível em: <http://www.guialog.com.br/artigo238.htm> Acesso em: 03 nov. 2017.
19. HOUSE OF COMMONS. Growing a circular economy: Ending the throwaway society. HC-214. Londres: House of Commons/ Environmental Audit Committee, 2014.
20. ITALIA, Bob. Great Automakers and Their Cars. Ed.1. Estados Unidos: The Oliver Press, 1993.
21. NASCIMENTO, Othon Ludwig. Análise do modelo de avaliação de fornecedores da Volvo Global Trucks. 139F. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.
22. MAGALHÃES, Bruno Filipe de Oliveira. Híbridação de veículo automóvel. Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Fevereiro 2014.
23. MERCEDES-BENZ. Peças Remanufaturadas. 2018. Disponível em: <https://www.mercedes-benz.com.br/onibus/servicos-e-pecas/pecasremanufaturadas>. Acesso em: 29 abr. 2018.
24. OICA. Organisation Internationale des Constructeurs d' Automobiles. 2016 Production Statistics. Disponível em: <http://www.oica.net/category/production-statistics/2016-statistics/>. Acesso em: 21 out. 2017.
25. ORTH, Cíntia Madureira; BALDIN, Nelma; ZANOTELLI, Cladir Teresinha. A geração de resíduos sólidos em um processo produtivo de uma indústria automobilística: uma contribuição para a redução. São Carlos: Revista Gestão e Produção, v. 21, n. 2, p. 447-460, 2014.
26. SAAVEDRA, Yohana Maria Berrera. Práticas de Estratégia de Fim de Vida Focadas no Processo de Desenvolvimento de Produtos e suas Aplicações em Empresas que Realizam a Recuperação de Produtos Pós-consumo. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.
27. SANTOS, Filipe Oliveira dos. Ferramentas Da Qualidade Para Prevenções De Falhas Aplicadas À Indústria Automotiva. 2015 - 67 f. Monografia (Engenharia de Produção) - Universidade São Francisco, Campinas-SP.
28. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. Paris: UNEP, 2011.
29. UNIETHOS. Sustentabilidade no Setor Automotivo. São Paulo, junho de 2012. Disponível em: <http://www.siteuniethos.org.br/wp-> UNIETHOS. Sustentabilidade no Setor Automotivo. São Paulo, junho de 2012. Disponível em: <http://www.siteuniethos.org.br/wp->
30. VOLKSWAGEN. Peças Remanufaturadas. 2018. Disponível em: <https://www.vwco.com.br/produtos-volkswagen/pecas/pecas-remanufaturadas-5>. Acesso em: abr. 2018.