

**ECONOMIA CIRCULAR EM UMA INDÚSTRIA DE BATERIAS AUTOMOTIVAS: ANÁLISE DA CADEIA DE VALOR EM PROCESSOS REVERSOS**

**MATHEUS BOCHI FRARE**

UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA - UNOESC

**VANIA CRUBER**

# ECONOMIA CIRCULAR EM UMA INDÚSTRIA DE BATERIAS AUTOMOTIVAS: ANÁLISE DA CADEIA DE VALOR EM PROCESSOS REVERSOS

## Resumo

O modelo econômico linear das indústrias está atingindo seus limites físicos. Em confronto com as questões de disponibilidade de recursos, a economia circular é uma alternativa atraente para redefinir o crescimento, com foco em benefícios para todos os *stakeholders*. O objetivo do estudo é analisar como uma indústria de baterias intervém para recuperar os componentes das baterias, reintroduzindo-os novamente no processo produtivo e fechar o ciclo sem gerar danos ao meio ambiente e sociedade, com agregação de valor em toda a sua cadeia produtiva. O método utilizado foi um estudo de caso único, qualitativo e de natureza aplicada. A pesquisa foi realizada em uma indústria de baterias automotivas situada na região do meio oeste catarinense. A indústria matriz de baterias dissociou-se e criou uma nova empresa com processos inovadores e ciclos fechados voltados para a economia circular. Apresenta como resultados um superávit anual estimado entre 10% e 15%, além de benefícios ambientais obtidos por meio do tratamento de efluentes e reuso da água e posição de relevância social para a região.

**Palavras-chave:** Economia circular; Cadeia de valor; Baterias automotivas.

## 1 Introdução

Recursos finitos, capacidade limitada do planeta de absorção da poluição gerada por negócios lineares e a atuação de agentes da sociedade e governo, compelem as empresas à busca de modelos produtivos mais sustentáveis (Leitão, 2015). Estes modelos por sua vez, têm o papel de prover soluções inovadoras que se arraigam nos conceitos de economia circular e ciclo de vida dos produtos. São necessários para permitir a otimização da eficiência dos recursos de infraestrutura desde o estágio de projeto, com abrangência de toda a cadeia de valor (Montoliu, Barrasa, & Bustamante, 2019). Neste sentido, a economia circular emerge como um modelo alternativo que busca redefinir a noção de crescimento com foco em benefícios para toda a sociedade. Dissocia a atividade econômica do consumo de recursos finitos. Elimina resíduos do sistema por princípio. Está associada de forma direta à cadeia de valor de uma indústria (Leitão, 2015).

Em termos conceituais, a economia circular é uma oportunidade global para dissociar o desenvolvimento econômico e o crescimento do uso de recursos naturais. Fornece garantias de mudança de valor de duzentos anos na cadeia linear de extrair, produzir e descartar, voltado para a ideia de valor circular. Oferta de produtos/serviços para os consumidores com o mesmo valor, mas de uma forma menos prejudicial (Instituto Ethos, 2019). No cenário nacional, existe um crescente interesse na prática da economia circular, mas, poucos estudos que fazem menção à análise dos modelos de negócios circulares (Sehnem, 2018).

Por conseguinte, algumas indústrias que no passado geraram problemas ambientais que atingiram a saúde e qualidade de vida da sociedade, começam a repensar seus modelos de negócios. Buscam implantar ações de prevenção e mitigação a fim de minimizar e evitar impactos. Isto reflete diretamente em benefícios ao meio ambiente, qualidade de vida e saúde da população (Gonzaga & Silva, 2015).

Deste modo, a reciclagem de insumos tornou-se uma questão essencial dentro da cadeia de valor das indústrias devido ao alto consumo de materiais. Em relação aos resíduos de metal, uma das poucas maneiras possíveis de reciclá-lo é refundir e converter os resíduos em novos

produtos. Contudo, exige muita energia, causa contaminação ambiental e não é aplicável em todo o mundo (Bendikiene, Ciuplys, & Kavaliauskiene. 2019).

No âmbito dos setores produtores automotivos, tem-se o subsetor das fábricas de baterias, que é uma atividade que apresenta elevado potencial de poluição quanto aos resíduos gerados da produção química e resíduos sólidos. Portanto, são cruciais para a melhoria da sustentabilidade mundial. São segmentos que podem contribuir para a diminuição do impacto ambiental causado por suas atividades em larga escala.

Recentemente, a nível de legislação ambiental, a logística reversa para pilhas e baterias aplica-se por meio da resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (2008), sob nº 401/2008 (Revoga a Resolução nº 257, de 1999). Obriga os fabricantes, importadores e comerciantes a implantação de mecanismos operacionais de coleta, transporte e armazenamento. A partir deste marco regulatório, a fabricação de baterias automotivas passa a ser alvo de controle ambiental, saúde e segurança no trabalho. Não obstante, a extração de chumbo, principal componente das baterias de lítio, passou a ser explorado de forma controlada. Assim, ocasionou a pouca oferta deste metal no mercado e conseqüentemente o aumento dos preços desta matéria-prima.

Este cenário de escassez de chumbo e rigorosas leis para o retorno das baterias ao processo produtivo, fez com que muitas fábricas de baterias buscassem alternativas. Neste contexto, o objetivo deste estudo é analisar como uma indústria de baterias intervém para recuperar seus componentes com vistas a reintroduzi-los novamente no processo produtivo. Deste modo, fecha o ciclo sem acarretar danos ao meio ambiente e a sociedade. Gera valor em toda a sua cadeia produtiva e proporciona vantagem competitiva no mercado (Porter, 1992).

Este relato tem caráter de intervenção e está organizado da seguinte forma: além da introdução, a seção 2 descreve o contexto investigado e o diagnóstico da situação problema. A seção 3 apresenta a metodologia empregada. A seção 4 apresenta e discute os resultados da pesquisa e a seção 5 aborda as considerações finais derivadas deste estudo.

## **2 Contexto Investigado**

O relato tem seu lócus voltado ao estudo de uma indústria de reciclagem de baterias automotivas de médio porte. Sua capacidade de produção é estimada em 4.000 toneladas de chumbo/mês. Adota a reciclagem de baterias inservíveis, sendo 40 ligas de chumbo com controle de 25 elementos químicos por liga. Esta indústria está localizada no meio oeste do estado de Santa Catarina. A região é afastada aproximadamente 20 km do centro do município de Água Doce. Encontra-se entre as 4 maiores fabricantes de baterias do país, com expectativa de ser referência mundial no processo de reciclagem de chumbo de maneira sustentável. A empresa possui uma posição estratégica de destaque em toda a região e a nível nacional.

O parque fabril adota um planejamento estratégico voltado aos valores do modelo de negócio sustentável. Disciplina e persistência fazem as coisas acontecerem com vistas a atingir os objetivos setoriais e organizacionais. Contribuem para que todas as ações fortaleçam a marca com sustentabilidade. Tornam o ambiente flexível para o desenvolvimento de novas técnicas, processos e produtos inovadores. A conjuntura organizacional da indústria é semelhante aos principais atores do mercado no segmento de baterias automotivas. Seu diferencial competitivo está associado a segmentação dos processos de reciclagem do chumbo dos materiais inservíveis e na reutilização para fabricação de novas baterias. Utiliza ainda, técnicas inovadoras nos processos de reuso da água e geração de energia. Aproveita todos os mecanismos necessários ao tratamento dos efluentes e resíduos provenientes da sua cadeia produtiva de reciclagem e beneficiamento.

## 2.1 Diagnóstico da situação problema

Delineou-se neste projeto de intervenção somente os processos diretamente ligados à reciclagem de baterias. A indústria objeto deste relato possui também em seu parque fabril o processo de pirólise de pneus e fabricação de escapamentos, os quais não serão abordados nesse relato. Deste modo, foi levado em consideração a primeira versão da resolução do CONAMA, sob nº 257/1999, que estabelece a obrigatoriedade da adoção de mecanismos para a reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada para pilhas e baterias (CONAMA, 1999). Este tema assumiu um papel preponderante no posicionamento estratégico da indústria de baterias. Desde a sua fundação no ano de 1989, basicamente fabricava e vendia as baterias no mercado de atacado e varejo da região. Sendo assim, após a introdução deste marco regulatório, a empresa teve de se reinventar (reposicionar) para manter a sua continuidade no mercado de baterias.

Destarte, motivada pela obrigatoriedade de atendimento da legislação, a indústria realizou investimentos com vistas à inovação dos processos e assim sobreviveu no mercado de baterias. Gerou assim vantagem competitiva, haja vista, o potencial de um novo mercado que surgiu com a criação da legislação específica do seu setor (Porter, 1992). Neste contexto, a economia circular emerge como um conceito estratégico com vistas à redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia (EMF, 2017). Estudos mostram que a transição para a economia circular pode gerar oportunidades de inovação e criação de valor no Brasil (EMF, 2017). Por conseguinte, organizações que entendem as potencialidades dos fatores norteadores da economia circular podem se diferenciar no mercado por intermédio da inovação com criação de valor dentro da cadeia de processos (EMF, 2017).

Portanto, entende-se que a economia circular engloba novos conceitos padronizados de enfrentamento das questões sociais e ambientais. Resulta de um sistema de globalização dos mercados e do modelo econômico atual balizado por uma economia linear de extrativismo, produção e descarte (WEF, 2014). Assim, pode-se dizer que este modelo funciona como um circuito fechado, estimulado pela inovação ao longo de toda a cadeia de valor. Uma solução alternativa para minimizar consumos de materiais e perdas de energia (WEF, 2014). Desta forma, este estudo aborda duas teorias que são destacadas neste projeto: a economia circular e a sua interrelação com a análise da cadeia de valor.

## 3 Metodologia

Em função do contexto abordado e do objetivo proposto neste relato de intervenção, pode-se classificar metodologicamente este trabalho em: i) Natureza: aplicada; ii) Finalidade: descritiva; iii) Abordagem: qualitativa. O estudo de caso único de caráter holístico foi escolhido como procedimento metodológico em função da capacidade de permitir uma maior interação com fenômeno estudado (Yin, 2010).

Neste caso investigado, o processo produtivo de uma indústria de reciclagem de baterias, o escopo permitiu explorar informações em diferentes fontes. Discuti-las com a literatura e com os próprios participantes da pesquisa, com a aproximação do conhecimento científico à realidade empírica (Yin, 2010). Ressalta-se que a escolha da indústria foi intencional, pois esta atendeu ao perfil assinalado e da disponibilidade para obtenção dos dados. Neste relato, as fontes de informação utilizadas foram: a) Informações coletadas no site da empresa, com a intenção de caracterizar a indústria estudada; b) Vídeos disponíveis no site da empresa sobre o processo produtivo e reciclagem das baterias para extração de chumbo e plástico; e c) outros documentos pertinentes (gravações de áudio e trabalho técnico). Além

disto, ocorreu no dia 17/05/2019, uma visita técnica (*in loco*) realizada na indústria de reciclagem pelos autores desta pesquisa.

A coleta de informações e dados foi realizada por meio de fontes secundárias, documentos disponíveis na internet, fontes primárias e de visita *in loco*. Foi possível ouvir o relato do gerente de produção, responsável pela orientação durante a visita. Este apresentou o processo produtivo e as etapas de implantação do processo de reciclagem das baterias até a obtenção do lingote de chumbo. O processo produtivo foi acompanhado em tempo real. Nesta visita, com duração aproximada de 3 horas, foram obtidos os dados para realizar a triangulação das diferentes fontes.

A partir dos dados coletados, empregou-se a análise qualitativa, por meio da técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2011). Para isso, foram percorridas as etapas de pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados, inferência e interpretação dos dados coletados *in loco*. A análise dos dados foi realizada de forma descritiva-qualitativa, que conforme Cooper e Schidler (2011), possibilitam captar a essência dos processos dinâmicos vivenciados por grupos sociais e assim compreender com maior profundidade o comportamento do objeto de estudo.

#### **4 Resultados Obtidos e Análise**

Nesta seção são apresentados a caracterização da organização e do problema analisado, o tipo de intervenção e mecanismos adotados. Concomitante, a descrição dos resultados obtidos e a análise destes em confrontação com a teoria. Deste modo, permitiu gerar contribuições relevantes para os tópicos abordados no relato.

##### **4.1 Diagnóstico da Situação Atual**

A indústria objeto deste relato está localizada no meio oeste do estado de Santa Catarina e atua no mercado automotivo desde o ano de 1989 com a comercialização de baterias nas mais diversas regiões do país. Foi em sua pequena matriz que surgiu o início do processo de reciclagem de baterias retornadas, em pequena escala.

Entretanto, após uma década de dedicação para os negócios, ocorreu a dissociação da empresa por intermédio de uma parceria com um grupo americano, do qual surgiu um novo projeto de larga escala de reciclagem, apresentado como uma filial para reciclagem das baterias inservíveis pertencente ao grupo de empresas sediados na matriz. Fruto desta parceria, em 2007 foi finalizada a construção do novo parque fabril de reciclagem de baterias, no município de Água Doce. Foram construídos inicialmente 3.000 m<sup>2</sup> de parque fabril num terreno com 6.500 m<sup>2</sup>, com previsão futura de ampliação do projeto conforme a expansão dos negócios.

##### **4.2 Proposta de Intervenção e Melhoria**

A estratégia de implementação de um novo modelo de negócio da indústria é voltada para o investimento em tecnologias limpas. Neste caso, com a reciclagem do chumbo e de outros componentes das baterias (ex.: plástico, ácido, etc.) fecha-se o ciclo produtivo, com consequentes ganhos ambientais, sociais e econômicos.

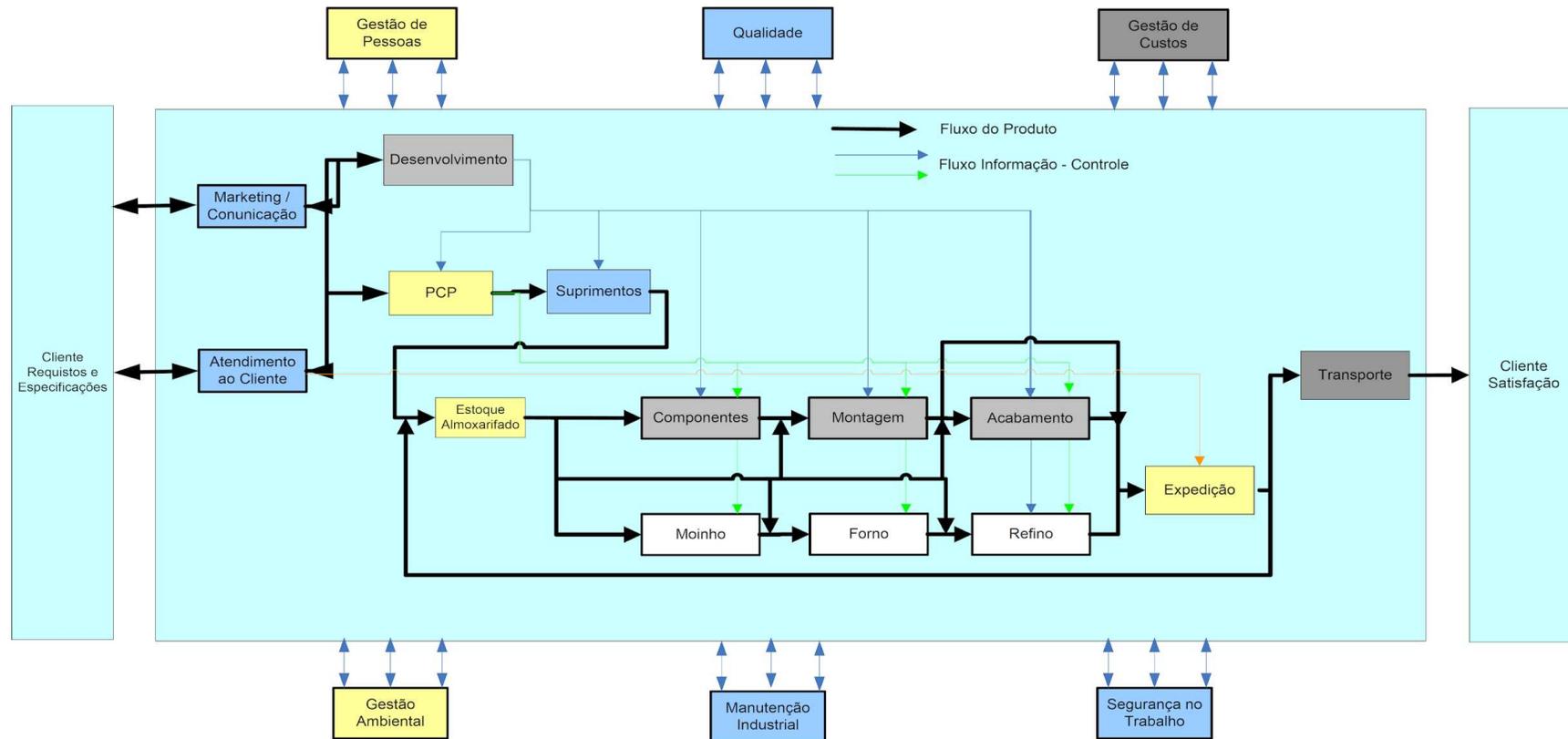
O delineamento de Porter (1986) elucida que uma empresa é uma cadeia de valor, sendo interpretada como uma série de processos inter-relacionados. Assim, para se compreender os processos, é necessário o efetivo entendimento destas relações (Porter, 1986).

Em complemento a este entendimento, Porter (1992) defende que a cadeia de valor desagrega a empresa nas suas atividades relevantes para projetar, produzir, comercializar, entregar e sustentar o produto. Este procedimento é necessário para que se possa compreender

o comportamento dos custos e as fontes existentes e potenciais de diferenciação. Ainda, pode-se afirmar que a cadeia de valor é o ponto de partida para uma gestão mais estratégica, pois sua análise indicará os elos da cadeia que mais agregam valor. Propicia aos gestores oportunidades de direcionar ações de melhoria dentro desta cadeia (Porter, 1992).

Neste sentido, apesar da indústria ser considerada como participante da economia circular, por meio da análise minuciosa de sua cadeia de valor poderão ser encontradas lacunas para inserção de processos de melhorias, com vistas a evolução dos aspectos ambientais, sociais e econômicos. Não obstante, a empresa está sempre em busca da inovação nos seus processos, via agregação de outros produtos inservíveis similares vendidos no varejo, como exemplo do processo de pirólise de pneus.

Deste modo, a nova proposta de modelo de negócio circular adotado pela indústria é descrito no fluxograma de processos da Figura 1.



**Figura 1.** Fluxograma de processos da indústria matriz interligado aos processos da filial de reciclagem de baterias inservíveis.  
 Fonte: Recuperado de Motta, 2009, p. 43.

Na análise da Figura 1, fica evidente a transição do modelo linear para um modelo circular (EMF, 2017), pois inicialmente a indústria matriz apenas recolhia as baterias e destinava a uma empresa de reciclagem. Com esta nova proposta (fluxograma), verifica-se o processo de desenvolvimento do produto (design), que pode ser elencado como o primeiro elo da economia circular. A partir da concepção deste primeiro elo da cadeia, derivam-se outros processos do parque fabril de reciclagem, que inclui, além da reciclagem de chumbo, materiais plásticos e outros componentes, com intuito de reutilizá-los na fabricação de novas baterias.

Por conseguinte, é possível observar que na etapa de expedição das baterias para o mercado consumidor é onde ocorre o início deste circuito fechado, pois a quantidade de baterias entregues pela indústria devem ser devolvidas pelo comprador. Assim, garantem que as baterias inservíveis retornem para a indústria, onde são reinseridas na cadeia de processos de reciclagem dos seus componentes.

Na sequência, a Tabela 1 apresenta um resumo das atividades primárias da cadeia de valor da indústria de reciclagem.

Tabela 1

**Resumo das atividades primárias da Cadeia de Valor – Indústria de reciclagem de baterias inservíveis**

<b>Atividades Primárias</b>				
(1) logística interna	(2) operações	(3) logística externa	(4) marketing e vendas	(5) assistência técnica
A produção é baseada em pedidos dos seus clientes, o que caracteriza a produção por prioridade, e há um estoque baseado em histórico de vendas anteriores o que caracteriza a sua capacidade de produção. Os componentes plásticos das baterias usadas são separados e comercializados com os fabricantes de caixa para reutilização na fabricação de novas caixas e tampas para bateria. O material recebido na filial de reciclagem, é armazenado em área com contenção e piso impermeável, contendo assim os possíveis riscos ambientais.	Após o recebimento das baterias inservíveis, ocorre o processo de trituração que alimenta o forno rotatório, iniciando assim o processo de fusão onde o chumbo é convertido em chumbo limpo, que é transferido para iniciar o processo de refinação, onde o chumbo aprovado passa por processo de lingotamento. O piso da fábrica foi totalmente projetado para que os resíduos líquidos ou sólidos escorram através da canalização até o tanque de decantação, sendo que a água tratada é reutilizada nos processos da empresa.	A coleta das baterias inservíveis é feita por frota própria, devidamente adequada para o transporte deste material. Assim como os revendedores, existe também a oferta de carroceiros, e particulares, que eventualmente negociam com a empresa, além do retorno de baterias descartadas que vem de empresas fabricantes de baterias que são concorrentes. Ainda, a coleta de baterias descartadas é responsabilidade da matriz, a qual encaminha posteriormente para a filial de reciclagem. Para esta coleta, não há uma rota específica, é levado em consideração apenas os pedidos de baterias novas feito pelos seus revendedores, onde na mesma viagem ocorre o recolhimento das sucatas disponíveis.	A indústria filial de reciclagem, através da divulgação de folders disponíveis nas revendas, informa o consumidor da sua responsabilidade em relação ao retorno do produto usado. Esta ação beneficia todos os envolvidos, pois incentiva o consumidor a preservar o meio ambiente, e mostra o trabalho da empresa, tornando-a visível pela sua responsabilidade ambiental.	As baterias nacionais e importadas, usadas ou inservíveis, recebidas pelos estabelecimentos comerciais ou em rede de assistência técnica autorizada, deverão ser, em sua totalidade, encaminhadas para destinação ambientalmente adequada, de responsabilidade do fabricante ou importador.

*Nota.* Fonte: Os autores (2019).

É possível elencar na análise das atividades primárias da cadeia de valor da reciclagem de baterias, que desde a logística interna e externa, etapa de operações e nos setores de marketing e assistência técnica, os processos e procedimentos necessários são mapeados para atendimento e manutenção dos padrões de qualidade e requisitos exigidos pelas normas e leis vigentes. Destarte, por intermédio do detalhamento específico destas atividades, pode-se elencar que a concepção do layout do parque fabril foi projetado para cumprir todas as exigências no que diz respeito principalmente às questões de meio-ambiente e sustentabilidade.

Na sequência, a Tabela 2 apresenta um resumo das atividades de apoio da cadeia de valor da indústria de reciclagem de baterias.

Tabela 2

**Resumo das atividades de apoio da Cadeia de Valor – Indústria de reciclagem de baterias inservíveis**

<b>Atividades de Apoio</b>			
(1) aquisição	(2) desenvolvimento de tecnologia	(3) gerência de recursos humanos	(4) infraestrutura da empresa
<p>A empresa conta com o auxílio de todos os seus revendedores de baterias para o retorno das baterias descartadas. Existe um acordo entre a empresa e seus revendedores, onde a cada entrega de pedidos de baterias novas aos revendedores, estes encaminham as sucatas de baterias para que seja feita a reciclagem. A quantidade de retorno destas baterias pode variar de acordo com o revendedor. A compra de sucatas ocorre também no site da empresa. A indústria conta com 6 pavilhões distribuídos no imóvel de 6.500 m<sup>2</sup>, além de uma edificação de 2 pisos utilizada como escritório central. Possui internamente uma ETE com 4 lagoas para tratamento dos resíduos provenientes da atividade fabril. Ainda, possui todos os equipamentos e maquinários necessários ao processo produtivo industrial de reciclagem das baterias.</p>	<p>Na busca constante por melhorias, a indústria quer estar entre os quatro maiores fabricantes de baterias e escapamentos do Brasil, sendo referência mundial em reciclagem sustentável de chumbo. Por isso acompanha os avanços tecnológicos do segmento e investe em pessoas, estrutura, equipamentos e desenvolvimento de tecnologias e produtos, sempre validando e garantindo a qualidade de todos os seus processos.</p>	<p>Os setores de recursos humanos e marketing estão sempre realizando pesquisas com seus colaboradores para levantamento de nível de satisfação, o qual proporciona para a empresa o conhecimento das necessidades de melhoria, mostrando qual é a forma de reconhecimento da empresa esperado pelo funcionário. Isto também é possível medir nos encontros de confraternização oferecidos pela empresa a seus funcionários. A empresa é uma organização que procura manter em dia as suas responsabilidades no que se refere a legislação, e ainda é preocupada com a saúde e bem estar de seus funcionários, pois mantém um programa de exames periódicos para seus colaboradores, que permite medir o teor de chumbo no sangue, realizado de 2 em 2 meses. O colaborador que se encontra no período de experiência está sempre acompanhado de um funcionário experiente para que seja evitado acidentes. A empresa oferece serviço de envio de currículos por site próprio para recrutamento de funcionários.</p>	<p>Existe atividades que são comuns tanto na matriz, como na filial, que são os departamentos de marketing/comunicação, atendimento ao cliente, suprimentos, manutenção industrial e segurança no trabalho. Atividades que são desenvolvidas apenas na matriz, são a do setor de desenvolvimento, componentes, montagem, acabamento, transporte e a gestão de custos. Já as atividades como a de PCP, setor de estoque e almoxarifado, expedição, gestão ambiental e gestão de pessoas são procedimentos encontrados tanto na matriz, como na filial. Os setores de atividades relativas à filial fazem parte: o setor de moinho, forno e refino das baterias inservíveis.</p>

*Nota.* Fonte: Os autores (2019).

Na análise das atividades de apoio da cadeia de valor da indústria, verifica-se que a preocupação com o desenvolvimento de novas tecnologias e produtos, aliado ao incentivo à capacitação e treinamento dos colaboradores, corroboram para a melhoria contínua da cadeia de processos circulares da reciclagem e reuso dos componentes das baterias inservíveis. Além dos equipamentos e infraestrutura necessários à expansão dos negócios, possui em seu quadro gerencial e administrativo, atores preocupados com a sustentabilidade da organização e a satisfação de todos os seus *stakeholders*.

### **4.3 Resultados Preliminares e Potenciais**

Em visita realizada ao parque fabril de reciclagem de baterias, identificou-se que esta filial possui neste momento aproximadamente 100 funcionários que estão distribuídos em 4 equipes de trabalho. Obtém resultados de superávit financeiro anual estimado entre 10% a 15%, conforme levantamento dos últimos anos, após a implantação do ciclo fechado para as baterias.

Sobre os serviços realizados neste parque fabril, pode-se citar que a planta industrial inicialmente planejada foi ampliada e agora trabalha com 3 segmentos distintos principais: lingotamento de chumbo, proveniente da reciclagem das baterias usadas; pirólise de pneus, derivado do processo de decomposição de pneus; e escapamentos, que contempla o processo de produção e beneficiamento de escapamentos automotivos.

Além disto, pode-se elencar que a empresa buscou certificação para todos estes processos via norma ISO 9001, com vistas a atender a demanda de reciclagem das baterias recebidas de todo o Brasil. Não obstante, a indústria dispõe de um modelo de gestão ambiental certificado pela norma ISO 14001, com lagoas de tratamento instaladas dentro da unidade fabril para aproveitamento da água proveniente dos processos produtivos. Adota o processo de pirólise dos pneus, subprodutos como carvão, óleo e limalha de ferro que utiliza como substituição para geração de energia da própria fábrica.

## **5 Contribuição Tecnológica-Social**

A economia circular é importante no contexto das soluções de problemas do setor produtivo, que até pouco tempo atrás estava totalmente alheio às questões ambientais e sociais. Portanto, esta nova economia aflora com intuito de gerar valor à cadeia produtiva. Consoante a esse novo paradigma, a indústria estudada está investindo em reutilização de componentes de baterias inservíveis que anteriormente eram descartados no meio ambiente. Atualmente, geram valor em toda a cadeia de processos produtivos. Deste modo, apresentam-se seus benefícios em três aspectos:

a) Benefícios ambientais: redução do impacto ambiental, contaminação do solo, ar e lençóis freáticos, que são decorrentes do descarte inadequado das baterias. Além disto, evita que anualmente toneladas de chumbo e ácido sulfúrico impactem o meio ambiente. Consequentemente, impedem a extração de novas quantidades de minério, com redução do custo dos produtos resultantes (baterias, componentes eletrônicos que levam soldas em suas placas e circuitos, entre outros) e evoluem na consciência para a preservação ambiental;

b) Benefícios econômicos: redução de gastos com aquisição da matéria-prima aliada a otimização dos custos em logística reversa, com garantia de melhoria do desempenho nos processos produtivos envolvidos. Apresenta uma redução nos custos de produção, aumento da competitividade e conformidade em relação à legislação, o que favorece a inserção dos produtos e da marca em mercados internacionais e nacionais;

c) Benefícios sociais: a ampliação de negócios da fábrica gerou mais empregos para a região e a obrigatoriedade da devolução das baterias inservíveis para compra de novas baterias, educando o consumidor a se responsabilizar pela destinação final do produto. Mantém atualmente programas de educação nas escolas da região, bem como, programas de fomento a educação e treinamento de colaboradores, além de possuir o SESMT para atender aos aspectos de saúde e segurança dos trabalhadores.

Nesse sentido, o objetivo do relato foi atendido, na medida em que um modelo de negócio circular implantado aos processos produtivos gerou valor em toda a cadeia de produção da indústria. Foi possível evidenciar processos de produção inovadores e que servem de exemplo para outras indústrias do setor, bem como, para outros segmentos voltados para a reutilização de matérias-primas.

Como limitação da pesquisa, tem-se o método utilizado, que apesar de permitir maior interação e exploração do fenômeno, apresenta resultados restritos a unidade investigada, sendo que qualquer extrapolação precisa respeitar o contexto do setor e as características operacionais existentes. Assinala-se ainda, que o estudo não aborda todo o escopo de produção das baterias junto as suas dimensões no setor e de distribuição. Também não foi avaliada a dimensão econômica do modelo de negócio. Como sugestões para trabalhos futuros, sugere-se analisar o desempenho ambiental gerado pela reciclagem no processo produtivo e, além disso, mensurar a capacidade de criação de valor econômico que o modelo de negócio pode gerar frente ao investimento realizado.

## Referências

- ABNT NBR 9001, de 30 de outubro de 2015. Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos. São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT NBR 14001, de 06 de novembro de 2015. Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Bendikiene, R., Ciuplys, A., & Kavaliauskiene, L. (2019). Circular economy practice: From industrial metal waste to production of high wear resistant coatings. *Journal of Cleaner Production*, 229, 1225-1232. doi:10.1016/j.jclepro.2019.05.068
- Cooper, D. R., & Schindler, P.S. (2011). *Métodos de Pesquisa em Administração*. (10a ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *Uma economia circular no Brasil: Uma abordagem exploratória inicial*. São Paulo: Autor.
- Gonzaga, N. P., & Silva, P. C. (2015). Avaliação dos aspectos e impactos ambientais relacionados à fabricação de baterias automotivas: estudo de caso de um empreendimento localizado na região de Campinas-SP. *Revista Ciência & Inovação*, 2(1), 18-28. Disponível em: <[http://faculdadedeamericana.com.br/revista/index.php/Ciencia\\_Inovacao/article/view/224](http://faculdadedeamericana.com.br/revista/index.php/Ciencia_Inovacao/article/view/224)> Acesso em: 21 mai. 2019.
- Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social. (2019). *Inovação e Economia Circular na Gestão de Resíduos*. São Paulo: Autor. Recuperado de <https://www.ethos.org.br/cedoc/inovacao-e-economia-circular-na-gestao-de-residuos/#.XO7a6dJKiM8>
- Leitão, A. (2015). Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting*, 1(2), 150-171. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.14/21110>> Acesso em: 21 mai. 2019.
- Montoliu C. M-P., Barrasa R. C., & Bustamante E. G. (2019). Generation of circular economy models and use of renewable materials for a more sustainable pavements. *Carreteras*, 4(223), 62-70. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6920483>> Acesso em: 21 mai. 2019.
- Motta, G. P. (2009). *Logística reversa em baterias automotivas: um estudo na Pioneiro Ecometais Ltda.* (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.

- Porter, M. E. (1986). *Estratégia Competitiva – Técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. Rio de Janeiro: Campus.
- Porter, M. E. (1992). *Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campus.
- Porto, D. F. (2019, maio 17). Entrevistado por V. Cruber. *Água Doce*. 1 arquivo mp3. (1:45:42).
- Resolução CONAMA n. 257, de 30 de junho de 1999*. Estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequados. Recuperado de <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=257>
- Resolução CONAMA n. 401, de 4 de novembro de 2008*. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Recuperado de <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>
- Sehnm, S. (2018, maio). Modelos de negócios circulares: mapeamento exploratório inicial. In *XXI Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais*. São Paulo, SP, Brasil.
- World Economic Forum, with the Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company (2014). *Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains*. Geneva: Switzerland.
- Yin, R. K. (2010). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. (3a ed.). Porto Alegre: Bookman.