

Economia circular: estudo de caso na empresa ABC

Circular economy: case study at the ABC company

Recebido: 23/05/2021 – Aprovado 28/06/2021 – Publicado: 01/10/2021

Processo de Avaliação: Double Blind Review

Délvio Venanzi¹

Doutor em Educação e mestre em Engenharia de Produção e Administração

Coordenador e professor do curso de Gestão da Qualidade na Faculdade de Tecnologia de Sorocaba (Fatec SO)

Orlando Roque da Silva²

Doutor em Engenharia de Produção e Mestre em Administração.

Consultor de empresas

Amanda Seifert³

Tecnóloga em Logística

RESUMO

A economia circular (EC) é vista como um processo-chave para promover a dissociação entre o elevado consumo de recursos e o crescimento econômico. Ela apresenta inúmeros benefícios, mas ainda há lacunas entre sua teoria e o processo de implementação. O presente artigo visa analisar e salientar as vantagens e os benefícios da aplicação da economia circular, bem como identificar pontos importantes para enfrentar as barreiras e alcançar as oportunidades no setor de manufatura. A estratégia de pesquisa adotada foi a pesquisa exploratória realizada por meio de entrevistas, com pessoas da empresa envolvidas no assunto em questão. O resultado encontrado mostrou que o desenvolvimento de parcerias é fundamental na economia circular.

¹Autor para correspondência: Fatec SO – Faculdade de Tecnologia de Sorocaba, Av. Eng. Carlos Reinaldo Mendes, 2015 – Além Ponte, Sorocaba – SP, 18013-280. Brasil. E-mail: delvio.venanzi@fatec.sp.gov.br

E-mail: orlandoroque@uol.com.br

² E-mail: biancakumagai@gmail.com

³ E-mail: amandaaseifert@gmail.com



Na empresa pesquisada, as parcerias, para otimizar a logística reversa, permitiram reduzir os custos do cliente em até 30% e elevar o tempo de coleta em 50%.

Palavras-chave: economia circular, sustentabilidade, lixo eletrônico

ABSTRACT

The circular economy (EC) is seen as a key process to promote the dissociation between high resource consumption and economic growth. It has numerous benefits, but there are still gaps between its theory and the implementation process. This article aims to analyze and highlight the advantages and benefits of applying the circular economy, as well as identifying important points to face barriers and reach opportunities in the manufacturing sector. The research strategy adopted was exploratory research carried out through interviews, with people from the company involved in the subject in question. The result showed that the development of partnerships is fundamental in the circular economy. In the researched company, the partnerships, to optimize the reverse logistics, allowed to reduce the customer costs by up to 30% and increase the collection time by 50%.

Keywords: *circular economy, sustainability, electronic waste*



1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a consciência ambiental é crescente entre as organizações, de modo que as legislações impostas e a necessidade de responsabilidade social são frequentes. Diante disso, as organizações tendem a buscar novos modelos econômicos que se adaptem à situação atual (Kumar et al., 2019). A situação atual condiz com uma sociedade que busca amenizar os efeitos que antes não eram levados em conta, ou cujas consequências não eram avaliadas, como da produção em massa abundante, do consumo em grande escala de produtos, do constante descarte inadequado e da preocupação com o ambiente.

A economia linear (EL) é a mais frequente entre as organizações, em que o produto é produzido, consumido e descartado, não levando em consideração as medidas posteriores ao descarte (Gregson et al., 2015). Segundo Van Buren et al. (2016), a discussão por uma redefinição da maneira como a EL atua está mais intensa com o passar dos anos, pois a necessidade por uma readequação nos processos é altamente notável.

Dentre os novos modelos econômicos buscados para atender à situação atual, a economia circular é um deles, e ele possui novos fluxos circulares capazes de integrar as fases da vida de um produto, promovendo uma reutilização, uma restauração e uma renovação dele (Sauvé et al., 2016).

A economia circular (EC) é vista como um processo-chave para promover a dissociação entre o elevado consumo de recursos e o crescimento econômico. Ela apresenta inúmeros benefícios, mas ainda há lacunas entre sua teoria e o processo de implementação. Há exemplos de muitas empresas que já implementam ou que começaram a implantar a EC, porém enfrentam diversas barreiras nesse processo de implantação (Kumar et al., 2019). O mundo moderno apresenta um consumo muito elevado de produtos eletrônicos, e a tendência é que esse consumo aumente ascendentemente, pois eles se tornam rapidamente obsoletos, havendo uma grande necessidade de substituição e, conseqüentemente, um descarte muito elevado desses produtos (Campolina et al., 2017).

Segundo Camponila (2017), o lixo eletrônico é um problema não só por conta do volume do material que está sendo descartado, mas também porque alguns componentes podem causar poluição grave, como resíduos que agridem o meio ambiente. Na eC, os produtos são destinados a centros em que a desmontagem e o reaproveitamento deles é realizado, tornando-os novos componentes para um novo produto (Kumar et al., 2019).



De acordo com Govindan e Hasanagic (2017), muitas empresas não estão bem cientes das oportunidades potenciais que a EC apresenta e dos ganhos obtidos com a aplicação dela.

A empresa ABC analisada é pioneira na aplicação da EC, tornando produtos, informações e tecnologias mais verdes e sustentáveis. O mundo vem otimizando uma EL há mais de 200 anos, e a economia circular é fruto dessa constante otimização, visto a crescente necessidade de transição. A EC na ABC vem superando barreiras e adaptando suas ações, recriando e inovando constantemente. O presente artigo, portanto, visa analisar e salientar as vantagens e os benefícios da aplicação da EC, bem como identificar pontos importantes para enfrentar as barreiras e alcançar as oportunidades no setor de manufatura.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Aspectos da economia linear

A EL é baseada na conversão de recursos naturais em resíduos na produção, ou seja, os bens são fabricados e depois descartados como resíduos no meio ambiente (Garcés et al., 2019). Já uma EC é regenerativa e restaurativa por princípio. Seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo. O conceito distingue os ciclos técnicos dos biológicos (McArthur, 2014).

O processo de industrialização e desenvolvimento econômico promovido pela Revolução Industrial está historicamente relacionado ao modelo de produção e consumo linear. Por meio das inovações tecnológicas, foi possível aumentar consideravelmente a produtividade e o volume total produzido, no qual a matéria-prima passou a ser transformada em produtos manufaturados, consumida e, depois, descartada como lixo. Por consequência, há a geração de resíduos e rejeitos, além da dissipação de energia ao longo do processo produtivo. Tal modelo de produção pressupõe a perda contínua de recursos naturais e se caracteriza pelo descarte acelerado e prematuro dos bens consumidos.

A economia mundial, bem como seus sistemas urbano-industriais – como está organizada –, caminha rumo à ruptura e ao colapso do sistema. O crescimento ilimitado e descontrolado deve suceder a tese do desenvolvimento sustentável, o que exige um novo paradigma econômico, estabelecido em função dos princípios ecológicos e capaz de entregar benefícios a todos. Assim sendo, é preciso adotar uma nova abordagem para o desenvolvimento econômico dos países e



de seus sistemas urbano-industriais, que incorpore a dimensão ambiental no planejamento, na gestão e na tomada de decisões (Gonçalves et al., 2019).

O consumo constante de recursos naturais causa impactos negativos no ecossistema. Essa situação é insustentável e trará, no futuro, graves problemas no que se refere ao fornecimento de recursos e da qualidade de vida das populações humanas. Nesse sentido, destaca-se a relevância de novas discussões com o desafio de englobar ações inovadoras que levem ao desenvolvimento sustentável, reduzindo os impactos causados pelos resultados acarretados pela EL. Surge, dessa forma, uma preocupação crescente com a sustentabilidade dos recursos naturais por parte dos agentes econômicos. A definição do conceito de sustentabilidade é extremamente relevante para entender sua interligação com a EC (Tiozzi & Simon, 2017).

As crescentes preocupações com a sustentabilidade derivam dos crescentes efeitos que o atual sistema linear apresenta, como a redução da camada de ozônio, alterações climáticas, perda de biodiversidade e alterações no ciclo de nitrogênio (Geissdoerfer et al., 2017).

Atualmente, muitas organizações também começaram a notar que esse sistema linear aumentou sua exposição a riscos, principalmente no que tange a preços de recursos e interrupções no fornecimento. A alta concorrência nos mercados de recursos e a demanda estagnada para certos setores foram salientadas quando os preços dos recursos naturais começaram a subir, basicamente apagando o declínio real dos preços. Ao mesmo tempo, os níveis de volatilidade dos preços para metais, alimentos e produtos não alimentares agrícolas durante a produção na primeira década do século XXI foram maiores do que em qualquer década do século XX. Se nenhuma ação for tomada, com o aumento da urbanização e o crescimento das populações, os custos de extração de recursos continuarão a subir. Com três bilhões de novos consumidores de classe média, esperados para entrar no mercado até 2030, os sinais de preço podem não ser fortes o suficiente a fim de virar a situação rápido o suficiente com o intuito de atender as exigências de crescimento (MacArthur, 2014).

Segundo MacArthur (2014), outras tendências indicam que o modelo linear está atingindo seus limites:

- Nos modernos processos de fabricação, oportunidades para aumentar a eficiência ainda existem, mas os ganhos são amplamente incrementais e insuficientes para gerar competitividade real, vantagem ou diferenciação.

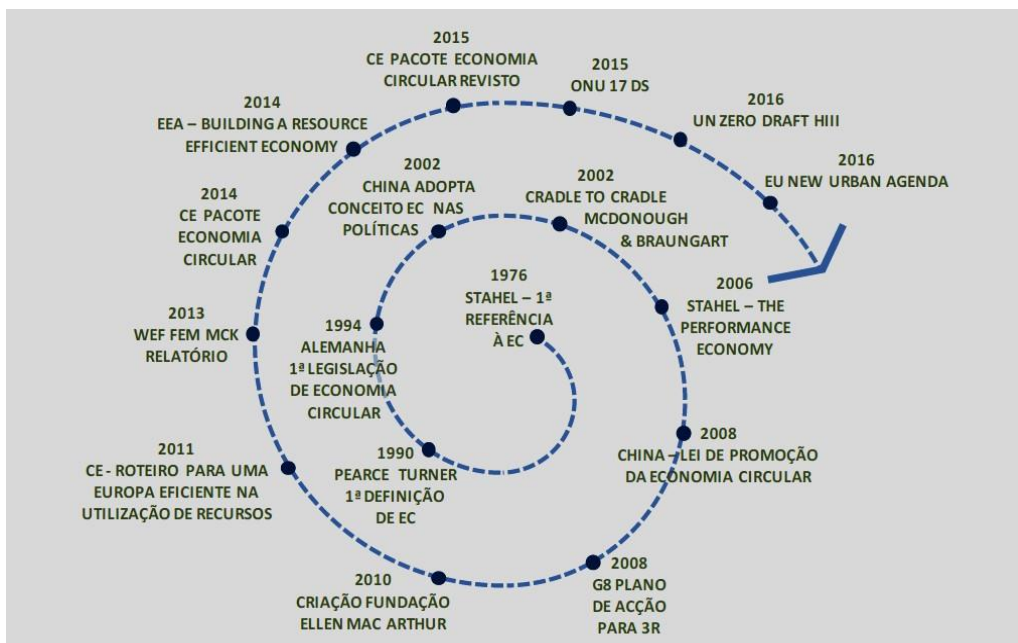
- Uma consequência não intencional da ecoeficiência tem acelerado o uso de energia e o esgotamento de recursos por conta de efeitos que têm impactos negativos quando melhorias em energia e recursos de eficiência aumentam as quantidades de materiais e energia utilizadas.
- A produtividade agrícola está crescendo mais devagar do que nunca; adicionalmente, a produtividade, a fertilidade e o valor nutricional dos solos estão em rápido declínio.
- Existe uma tendência de aumento do risco associado às cadeias de fornecimento globais de recursos.
- Muitas empresas de exploração de recursos naturais deparam-se cada vez mais com barreiras à renovação de suas licenças de exploração por conta da competição e da pressão política.

Apesar da crescente aposta no emprego de energias renováveis e no afastamento de combustíveis fósseis, é previsto que o custo médio de produção aumente drasticamente nos próximos anos, uma vez que, à medida que se esgotam as fontes atuais de matérias-primas, novas têm de ser exploradas, o que envolve mais riscos ambientais, políticos e econômicos.

2.2. A economia circular

A EC pode ser definida como uma nova prática econômica que, através de práticas e ações específicas como a reutilização, a remanufatura e a reparação de produtos, propõe uma mudança em toda a maneira de consumir e de se relacionar com as matérias-primas e os resíduos (Schroeder et al., 2018). A Figura 1 mostra uma trajetória na linha do tempo sobre a importância do assunto.

Figura 1: Percurso do conceito da EC



Fonte: DSDR Dossier Prospectivo, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (CCDR LVT), 2016.

A EC preza pela valorização de materiais dentro de um sistema de ciclo fechado com o objetivo de permitir a utilização de recursos naturais, reduzindo a poluição ou evitando restrições de recursos e sustentando o crescimento econômico. Daí pode-se questionar: por que EC? A ótica de importância da EC para as empresas geralmente está dividida em:

- ambiente: o uso ineficiente de recursos tem impactos ambientais negativos (como gases de efeito estufa e outras emissões, o esgotamento dos recursos, impactos sobre a paisagem, poluição da água, entre outros);
- pressões sociais: classe média global será de quase 5 bilhões em 2030, o que fará aumentar o consumo e a pressão sobre os recursos;
- acesso a matérias-primas: a escassez ou o esgotamento dos recursos (Winans et al., 2017).

Sariatli (2017) analisou que a EC é uma alternativa inevitável, que visa reduzir os resíduos através da incorporação de componentes de reutilização de bens. Com isso, aumentará a resiliência do sistema econômico e a preservação do meio ambiente, e suprirá as crescentes demandas do planeta, que está cada vez mais populoso – consequentemente, elevará a operacionalidade e a eficiência dos custos da produção.

Sariatli (2017) ainda relata que, com a minimização de desperdícios da cadeia, há uma quantificável redução do custo sistêmico e da dependência de recursos. Assim, a EC beneficia organizações com vantagens operacionais e estratégicas. Isso significa que, ao reduzir o nível de materiais necessários, a economia pode economizar bilhões de dólares. Dessa forma, os princípios da EC se norteiam por:

- ✓ Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis;
- ✓ Otimizar o rendimento de recursos, fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico;
- ✓ Estimular a efetividade do sistema, revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio.

A EC apresenta alguns atributos facilitadores, que são capazes de incentivar e promover a inserção da EC. São eles:

- ✓ Educação: tem um papel fundamental não somente com os conhecimentos e as habilidades técnicas e gerenciais, mas também com a mudança de visão, atitudes e valores;
- ✓ Políticas públicas: em termos macroeconômicos, devem incentivar os ciclos reversos e a inovação em design e modelos de negócio circulares;
- ✓ Infraestrutura: é o desenvolvimento de um conjunto de elementos que possibilitam a realização das atividades da EC, como estrutura para logística reversa e saneamento básico;
- ✓ Tecnologias e inovação: têm papel crucial nas mudanças da sociedade, destacando a internet, a automação industrial, a inteligência artificial e a IoT.

2.2.1. Benefícios da economia circular para a organização

Para Gower e Schroeder (2016), as abordagens da EC podem trazer diversos benefícios importantes para a economia de custos, a criação de empregos, a inovação, a produtividade e a eficiência de recursos, tanto em países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento. Muitas grandes, médias e pequenas empresas estão se tornando conscientes dos benefícios potenciais e estão começando a explorar as opções dos modelos de negócios da EC. A EC oferece um leque de oportunidades sociais e políticas. Basicamente, fortalece a conexão entre a sociedade e a indústria; ao fechar o ciclo, todos os participantes da cadeia de suprimentos,



incluindo o público e as empresas, são obrigados a ter uma colaboração ampliada, e, ao oferecer um leque de oportunidades, a EC potencializa a criação de oportunidades de trabalho para as comunidades locais (Kumar et al., 2019).

Ao pensar mais profundamente no ciclo de vida do produto, a EC proporciona um maior estudo de suas ações e, conseqüentemente, uma maior conscientização das pessoas sobre os materiais perigosos e o descarte em geral. Elas acabam preferindo produtos mais seguros e ambientalmente corretos (Kumar et al., 2019). Além disso, a EC permite que as empresas colem informações sobre os clientes e forneçam produtos mais personalizados de acordo com as necessidades desses clientes, revendo os preços (Schroeder et al., 2018).

Por meio do modelo de circuito fechado, as empresas podem vender seus resíduos em vez de descartá-los e obter lucros adicionais. Os resíduos podem ser transformados em matéria-prima para outras empresas, reduzindo seus custos de material e eliminando a volatilidade dos preços (Hasanagic & Govindan, 2017). A EC oportuniza novos mercados e novos canais, que possibilitam adquirir um aumento nos lucros e uma vantagem competitiva (Kumar et al., 2019).

2.2.2. Barreiras na economia circular

A EC ainda está em uma fase muito embrionária de sua implementação. Segundo (Di Maio, Rem, 2015), a EC deve tornar-se a principal ferramenta da estratégia industrial da União, permitindo as análises sistemáticas do ciclo de vida dos produtos e um aumento da abrangência do quadro relativo à concepção ecológica.

No entanto, existem várias e sérias barreiras à implementação de atividades relacionadas com a EC. A própria Comissão Europeia, na sequência de seu ambicioso Circular Economy Package de 2015, realizou um abrangente estudo em 2016 que explorou as atividades das pequenas e médias empresas dos estados-membros relacionadas com a EC, assim como as barreiras que sentiam em sua implementação. De modo a realizar esse estudo, foram conduzidos inquéritos com empresas dos 28 estados-membros durante o ano de 2016, sendo a amostra constituída por mais de 10.000 empresas (pequenas, médias e grandes).

Tendo por base esse estudo, foi possível chegar à conclusão de que cerca de 73% das empresas desenvolveram atividades relacionadas com a EC – assim como que, quanto maior a empresa, é mais provável de tê-las desenvolvido. Por exemplo, 72% das pequenas empresas responderam afirmativamente a essa questão, enquanto 89% das grandes empresas deram a mesma resposta. Positivamente correlacionado com a implementação de atividades de EC está, também, o



volume de negócios – quanto maior ele é, maior é a probabilidade de desenvolver essas atividades.

Uma das barreiras mais mencionadas corresponde ao âmbito cultural, especialmente referentes à cultura organizacional e a dos consumidores. A cultura organizacional das empresas é um fator determinante na criação desses entraves, dado que se apresenta como bastante hesitante na adoção de atividades de EC. (Kirchherr et al., 2021) sugerem que, apesar de ser comum pensar que as empresas adotam essas atividades, na verdade elas costumam estar mais ligadas à responsabilidade social e à imagem ambiental das empresas, e esses departamentos têm muito menor preponderância no processo de tomada de decisão do que os departamentos financeiros ou operacionais. Desse modo, o tema da EC surge quase como em um nicho de conversação entre acadêmicos e profissionais do campo específico, não encontrando uma aplicação prática concertada e disseminada.

Adicionalmente, pode-se incluir nas barreiras culturais a falta de interesse e conhecimento dos consumidores e a tradição de operar em um sistema linear. No que se refere à falta de interesse e conhecimento dos consumidores, pode-se incluir os padrões de consumo voláteis dos dias correntes, sendo esses caracterizados por alterações comportamentais repentinas altamente influenciadas pelos meios de comunicação e pelas redes sociais (exemplo de produtos que deixam de estar “na moda” em um período temporal mais curto do que seu período de vida). No que toca ao segundo ponto, os entrevistados e inquiridos consideraram que suas entidades eram caracterizadas por cadeias de valor “muito conservadoras”, não implementando, de todo, atividades relacionadas com a EC, especialmente se elas levarem ao desmantelamento das de EL já existentes ((Kirchherr et al., 2021).

Seguidamente foram identificadas as barreiras do mercado, que consistem nos preços das matérias-primas, elevados custos de investimento inicial e poucas e limitadas fontes de financiamento para modelos de negócio circulares. No que toca ao primeiro ponto, referente ao preço das matérias-primas, autores como Preston (2002) mostram que o preço atual das matérias-primas torna a competição por parte de entidades que adotem a EC com as que se mantêm em uma EL muito exigente, dado que o primeiro modelo é muito mais dispendioso do que o segundo (por exemplo, o preço de plásticos produzidos com base em combustíveis fósseis é muito menor do que o preço de plásticos produzidos com biocombustíveis).

Esse ponto interliga-se com o segundo e com o terceiro, referentes ao elevado investimento inicial e ao acesso limitado a fontes de financiamento (estas, também, por si só,



escassas). A tecnologia relacionada com a EC (e todos os processos que estão embebidos nela) é dispendiosa, e a esses custos por si só elevados juntam-se os custos das matérias-primas renováveis. Desse modo, o investimento inicial em capital e trabalho (mão de obra) é bastante elevado, sendo uma causa para a não implementação de atividades relacionadas com a EC por parte das empresas. Uma forma de solucionar essa problemática seria o fomento de incentivos e fontes de financiamento com vista à implementação dessas atividades; no entanto, essa solução está parcamente aplicada na prática, de modo que surge como uma das barreiras levantadas no estudo (Kirchherr et al., 2021).

Por fim, foram identificadas barreiras de cariz tecnológico, como a falta de dados referentes aos impactos reais da implementação da EC e a reduzida quantidade de projetos de larga escala. A capacidade de uma tecnologia relevante é um pré-requisito para uma transição a uma EC; no entanto, esse raramente é cumprido, levando às empresas a sentirem dificuldades em implementar essas atividades. O fato de ser necessário investir em novos procedimentos e ativos resulta que, com as dificuldades de acesso a financiamentos, mencionadas anteriormente, essa seja uma barreira difícil de ultrapassar (Kirchherr et al., 2021).

3. MÉTODO

A estratégia de pesquisa adotada foi a de estudo exploratório, pois deseja-se investigar um fenômeno atual dentro de seu contexto real, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e utilizando-se várias fontes de evidência. A pesquisa de campo foi realizada por meio de entrevistas com pessoas da empresa envolvidas no assunto em questão. Segundo Lakatos e Marconi (2003), o método denominado qualitativo caracteriza-se por um foco maior na compreensão dos fatos que propriamente em sua mensuração. Foram conduzidas entrevistas semiestruturadas, com os participantes do Comitê de Economia Circular da empresa pesquisada na cidade de Sorocaba, seguindo-se um roteiro previamente formulado a partir da revisão bibliográfica.

4. RESULTADOS

Criada em 2012, a Empresa ABC visa integrar um ecossistema de soluções sustentáveis voltadas para o mercado de eletroeletrônicos. Ela desenvolveu uma infraestrutura e tecnologia



para coletar e transformar eletroeletrônicos em matéria-prima e peças a novos produtos. A Empresa ABC atua com seus clientes, visualiza os materiais em ciclos contínuos, no que envolve a fabricação, o uso, a recuperação, o desmonte e a refabricação. Tendo a EC como base, a empresa busca gerar valor por aquilo que é descartado pela indústria, reinserindo materiais na cadeia produtiva e reduzindo a dependência dos recursos naturais.

Ela atua na coleta de diversos materiais de várias regiões do país, como impressoras, cartuchos, celulares, entre outros, permitindo que haja eliminação do descarte e da extração de novos recursos. Eles são desmontados, triturados e remodificados, dando origem a novas peças com qualidade igual ou proporcional a um mesmo material de origem primária. A empresa investe seriamente na EC, pois acredita que ela é muito mais eficiente do que o antigo modelo linear. Além de investir em equipamentos e na remanufatura dos produtos, a empresa desenvolve campanhas e pesquisas para incentivar as pessoas a se adaptarem ao novo modelo econômico, visando que os materiais possam ser reaproveitados cada vez mais e que haja o menor descarte possível.

Os resultados sociais percebidos de uma maior circularidade provavelmente dependerão das políticas sociais que acompanham as políticas para aumentar a circularidade, e não das políticas de circularidade em si. E, no caso de uma economia que é circular no uso de recursos, mas desigual em termos de distribuição de renda e riqueza, ser uma "economia circular" é uma questão de semântica e definições, pois não parece útil igualar a EC ao desenvolvimento sustentável, obscurecendo, assim, seu foco essencial no uso de recursos físicos e nos consequentes impactos ambientais.

Com esta pesquisa, percebe-se que uma EC é mais ambientalmente sustentável do que uma EL e, embora isso seja intuitivamente plausível, a questão de quais usos, reutilizações ou reciclagens de materiais específicos são ambientalmente preferíveis precisa ser determinada por meio de uma análise específica, usando métodos como análise de ciclo de vida. Da mesma forma, é plausível que a redução da extração de materiais virgens em favor de materiais secundários alivie gargalos potenciais no fornecimento de materiais e reduza os impactos ambientais da extração, mas, novamente, a existência do primeiro e o alcance do último precisam ser avaliados caso a caso.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS



A empresa estudada possui um sistema de logística reversa que diminui em até 30% os custos industriais com o recolhimento de seus produtos. No ano de 2016, foi desenvolvido um sistema on-line que permite que os clientes e consumidores agendem a coleta de resíduos e consultem o andamento das solicitações. Dessa forma, foi possível elevar sua produtividade em mais de 30% desde seu início. De 2015 para 2016, o número de cartuchos reciclados passou de 17 mil para 206 mil. Em 2018, esse número cresceu para 287 mil, e, em 2019, para 305 mil. Mensalmente, são destinados na Empresa ABC cerca de 300 toneladas de impressoras, servidores, monitores, desktops, notebooks, celulares e outros, e cerca de 90% saem transformados em matéria-prima ou novos produtos.

Cerca de 5% dos materiais a empresa não consegue reaproveitar, pois possuem alto poder energético e, desse modo, acabam virando energia. Por conta disso, nenhum resíduo é enviado ao aterro. Por meio do processo de remanufatura, as peças plásticas produzidas pela empresa representam uma economia de até 82% de energia em relação à produção normal de plásticos e uma diminuição de 82% das emissões de gases de efeito estufa. Cerca de 97% do material recuperado é retornado à cadeia de fornecimento, ao serem vendidos aos clientes tanto produtos acabados quanto matérias reutilizadas.

A empresa conta com uma iniciativa denominada Zero Resíduos que promove um reaproveitamento maior dos produtos e, desse modo, menos material vai para os aterros. Carcaças de cartuchos de tinta, tampas de notebooks e outros objetos de plástico, por exemplo, são derretidos e transformados em um filamento, utilizado nas impressoras 3D para modelar novos objetos. O processo de reciclagem de eletroeletrônicos é fundamental ao desenvolvimento industrial, e a EC mantém a qualidade do material, que servirá como um novo produto após seu descarte.

A HP é uma empresa que está amplamente conectada com a Empresa ABC na EC, desde a recuperação de seus materiais até o compartilhamento de ideias práticas sobre projetos. Como resultado de um dos projetos realizados com a Empresa ABC, a HP desenvolveu a *HP Ink Tank*, criando, assim, um ciclo fechado entre a fabricação e a reciclagem de produtos. Atualmente, a HP só utiliza o plástico como ciclo fechado. Mais materiais ainda estão em estudos para a reinserção na linha. A HP relata que, no Brasil, há potencial para um conteúdo reciclado muito maior, mas, nesse sentido, é necessário que os consumidores tragam o equipamento de volta.

A fim de estabelecer uma relação de longo prazo com terceiros e garantir a compra de equipamentos elétricos descartados, a HP ofereceu um valor bastante viável a esses coletadores,

firmando um laço com cooperativas informais. Através disso, a HP coletou mais de 170 toneladas de lixo eletrônico através do setor informal e aumentou a porcentagem de plástico reciclado na impressora para 25%, com a meta de atingir 32% até o final de 2020. Com essa parceria da HP, ela consegue uma economia em termos de logística, reduzindo os custos com coleta, e terceiros melhoram suas receitas e habilidades de gestão. Para a Empresa ABC, a parte de maior custo do processo de remanufatura é a logística reversa, que corresponde a cerca de 60% do custo total.

A logística reversa não é comum no Brasil, o que leva as empresas logísticas a cobrarem um preço mais elevado que nos processos convencionais. A Empresa ABC desenvolveu parceiros para otimizar a logística reversa, a fim de minimizar os custos elevados. Com tais parcerias, foi possível reduzir os custos do cliente em até 30% e elevar o tempo de coleta em 50%. A empresa busca constantemente por parcerias, a fim de oportunizar e potencializar conhecimentos na área de tecnologia e de reciclagem, com o intuito de buscar uma economia de desperdício zero. A inclusão social e a educação ambiental são fatores primordiais para o aprimoramento e o crescimento profissional, integrando práticas educacionais e sociais, sendo bem organizadas, retornam resultados sociais e econômicos diferenciados para as empresas.

É claro que o pensamento da EC é aplicável nas escalas micro, meso e macro. A capacidade dos atores em microescala (empresas) de abraçar a circularidade dependerá muito do contexto mais amplo – particularmente do fornecimento de infraestrutura e dos custos relativos de comportamentos circulares e lineares.

Atores na escala meso (cidades, regiões e parques industriais) provavelmente terão mais liberdade de ação, mas isso também dependerá criticamente de seus poderes e da estrutura institucional em que operam.

Na escala macro, os atores estão integrados ao comércio internacional e ao fluxo global de recursos materiais, cuja dinâmica geralmente têm pouca influência. Os atores desse nível também podem ter pouca capacidade de se engajar em reaproveitamento de materiais em grande escala, uma vez que tenham atingido o final de sua vida.

Finalizando, se a EC se tornará mais do que uma moda passageira dependerá não só das empresas em implantar práticas sustentáveis, mas também de até que ponto os governos usarão os poderes à sua disposição para promovê-la de maneira mais sistemática.

REFERÊNCIAS

- Campolina, J., Sigrist, C., De Paiva, J., Nunes, A., & Moris, V. (2017). A study on the environmental aspects of WEEE plastic recycling in a Brazilian company. *The International Journal of Life Cycle Assessment volume - Springer*, 1957-1968.
- COM - European Commission (2014). Towards a circular economy: a zero waste programme for Europe. Bruxelas.
- Di Maio F., Rem C. P. A Robust Indicator for Promoting Circular Economy through Recycling. *Journal of Environmental Protection*, Vol.6 No.10, October 9, 2015.
- Flex. *Bringing circular manufacturing to electronics with Sinctronics*. Recuperado de <https://flex.com/resources/bringing-circular-manufacturing-to-electronics-with-sinctronics>
- Garcés, C., Rivera, P., Suárez, I., & Dante I. La Hiz, L. (2019). Is it possible to change from a linear to a circular economy? An overview of opportunities and barriers for European small and medium-sized enterprise companies. *International Journal of Environmental Research*, 1-15. doi: 10.3390/ijerph16050851
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E.J. (2017). The circular economy: A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.
- Gonçalves, M. T., & Barroso, F. A. F. (2019). A engenharia de produção como meio de transformação social. XI SIMPROD Juiz de Fora, BH.
- Govindan, K., & Hasanagic, M. (2017). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. *International Journal of Production Research*, 278-311. doi: 10.1080/00207543.2017.1402141
- Gower, R., & Schroeder, P. (2016). Virtuous circle: How the circular economy can save lives and create jobs in low and middle income countries. *Tearfund and Institute of Development Studies*.
- Gregson, N., Crang, M., Fuller, S., & Holmes, H. (2015). Interrogating the circular economy: the moral economy of resource recovery in the EU. 25. doi: 10.1080/03085147.2015.1013353
- Hasanagic, M., & Govindan, K. (2017). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. *International Journal of Production Research*, 278-311. doi: 10.1080/00207543.2017.1402141
- Kirchherr, J., Kris Hartley, Roosendaal, J. (2021). *Barriers to the circular economy: The case of the Dutch technical and interior textiles industries*. *Journal of Industrial Ecology*, 1–14. doi/10.1111/jiec.13196
- Kumar, V., Sezersan, I., Garza-Reyes, J. A., Gonzalez, E., & Al-Shboul, M. A. (2019). Circular economy in the manufacturing sector: benefits, opportunities and barriers. *Emerald Insight*, 19. doi: 10.1108/MD-09-2018-1070
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas.
- MacArthur. E. Foundation. (2014). *Towards the Circular Economy*, v. 3. Cowes: Ellen MacArthur Foundation.



Preston L. Benjamin. (2002). *Spatial Patterns in Benthic Biodiversity of Chesapeake Bay*. USA: Association With Water Quality and Sediment Toxicit.

Sariatli, F. (2017). Linear economy versus circular economy: Comparative and analyzer study for optimization of economy for sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 1-34. doi: 10.1515/vjbsd-2017-0005

Sauvé, S., Bernard, S., & Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 48-56.

Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2018). The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. *Journal of Industrial Ecology*, 1-19. doi: 10.1111/jiec.12732

Tiossi, F. M., & Simon, A. T. (2017). *A economia circular como ferramenta de apoio ao desenvolvimento sustentável*. Anais do Fórum de Iniciação Científica do Unifunec, 7(7). Recuperado de <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/view/2590>

Van Buren, N., Demmers, M., Van Der Heijden, R., & Witlox, F. (2016). Towards a circular economy: The role of dutch logistics industries and governments. *Sustainability*, 17. doi: 10.3390/su8070647

Winans, K., Kendall, A., & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept. *Elsevier*, 825-833. doi: 10.1016/j.rser.2016.09.123